

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP
PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG
FLY ASH DAN *BOTTOM ASH* (FABA)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh:

**Leo Bimantoro
NIM: 30202000102**

**Slamet Putro Raharjo
NIM: 30202000185**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP
PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG
FLY ASH DAN *BOTTOM ASH* (FABA)



Leo Bimantoro
NIM : 30202000102



Slamet Putro Raharjo
NIM : 30202000185

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 11 Januari 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D**
NIDN: 0605016802
2. **Dr. Abdul Rochim, ST., MT**
NIDN: 0608067601
3. **Lisa Fitriyana, ST., M.Eng**
NIDN: 0631128901

A blue ink signature of Ir. H. Rachmat Mudyono, written over a dotted line.

A blue ink signature of Dr. Abdul Rochim, written over a dotted line.

A blue ink signature of Lisa Fitriyana, written over a dotted line.

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

A blue ink signature of Muhamad Rusli Ahyar, written over a dotted line.

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 26 / A.3 / SA – T / I / 2024

Pada hari ini tanggal 11-01-2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Abdul Rochim, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Leo Bimantoro
NIM : 30202000102

Slamet Putro Raharjo
NIM : 30202000185

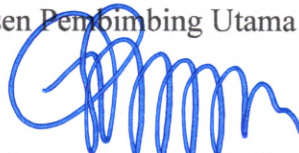
Judul : Analisis Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik Kulit Kerang *Fly Ash* dan *Bottom ash*.

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	21/09/2023	
2	Seminar Proposal	14/11/2023	ACC
3	Pengumpulan data	28/11/2023	
4	Analisis data	18/12/2023	
5	Penyusunan laporan	30/12/2023	
6	Selesai laporan	11/01/2024	ACC

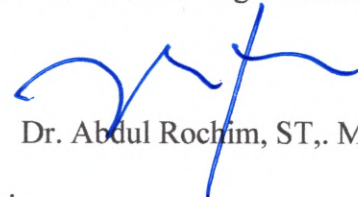
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama



Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D

Dosen Pembimbing Pendamping



Dr. Abdul Rochim, ST., M.T

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA: Leo Bimantoro

NIM : 30202000102

2. NAMA: Slamet Putro Raharjo

NIM : 30202000185

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* (FABA).**

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Januari 2024
Yang membuat pernyataan,



Leo Bimantoro
30202000102



Slamet Putro Raharjo
30202000185

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

1. NAMA : Leo Bimantoro
NIM : 30202000102

2. NAMA : Slamet Putro Raharjo
NIM : 30202000185

JUDUL TUGAS AKHIR : **ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* (FABA)**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Januari 2024
Yang membuat pernyataan,



Leo Bimantoro
30202000102



Slamet Putro Raharjo
30202000185

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik”.

(Q.S. Al Imron 110)

“Tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. Dan masing-masing beredar pada garis edarnya”.

(Q.S. Yasin Ayat 40)

“Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S Ar Rahman Ayat 13)

“Tidak boleh mendengki kecuali terhadap dua hal; (terhadap) seorang yang Allah berikan harta lalu dia pergunakan harta tersebut di jalan kebenaran dan seseorang yang Allah berikan hikmah lalu dia mengamalkan dan mengajarkannya kepada orang lain”.

(Hadits Shahih Al-Bukhari No. 71)

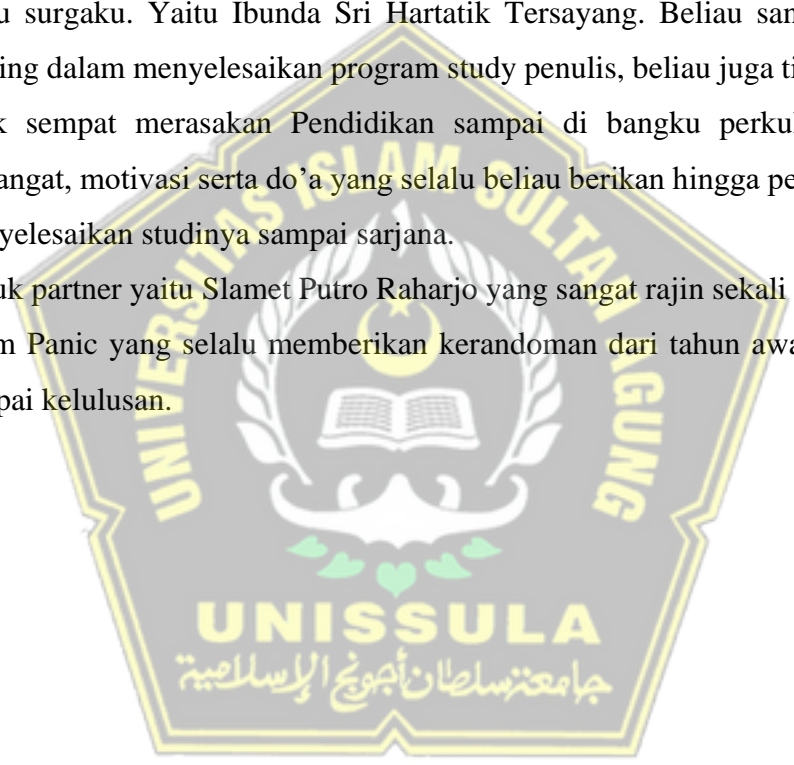
“Jangan merasa sedih jika kamu tidak diberi apa yang kamu harapkan. Karena mungkin apa yang tidak kamu harapkan adalah yang terbaik untukmu”.

(Imam Syafi'i)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Superhero dan panutanku, Ayahanda Gusmanto . Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik menulis, memotivasi. Memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
2. Pintu surgaku. Yaitu Ibunda Sri Hartatik Tersayang. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program study penulis, beliau juga tidak memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai di bangku perkuliahan , tapi semangat, motivasi serta do'a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Untuk partner yaitu Slamet Putro Raharjo yang sangat rajin sekali
4. Team Panic yang selalu memberikan kerandoman dari tahun awal awal maba sampai kelulusan.



Leo Bimantoro

30202000102

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Superhero dan panutanku, Ayahanda Sanwan. Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik menulis, memotivasi. Memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
2. Pintu surgaku. Yaitu Ibunda Tersayang Ibu Fadhilah. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program study penulis, beliau juga tidak memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai di bangku perkuliahan , tapi semangat, motivasi serta do'a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
3. Untuk adikku, Muhammad Taufiq Iman Syah. Terimakasih telah memberikan candaan, mood dalam hidup, selalu pemalu, menjadikan alasan penulis ini untuk pulang dengan keadaan Bahagia.
4. Untuk kakak ku Diah Lutfiani, Terimakasih telah memberikan semangat dalam hidup saya untuk selalu tetap kuat.
5. Untuk partner yaitu Leo Bimantoro. Yang agak random dikit tapi gapapa, dalam menemani dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Team Panic yang selalu memberikan kerandoman dari tahun awal awal maba sampai kelulusan.
7. Seluruh teman mabar saya di Angkrinmngan Om Yon, Mc terimakasih telah menemani mabar saya

Slamet Putro Raharjo

30202000185

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik Kulit Kerang *Fly Ash* dan *Bottom ash* (FABA) guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang sekaligus selaku Dosen Pembimbing dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini berlangsung.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Pertama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini berlangsung dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PENYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Klasifikasi Sampah.....	4
2.2 Jenis – Jenis Perkerasan	13
2.3 Perkerasan Jalan Bata Beton (<i>Paving Block</i>).....	17
2.4 Bata Beton (SNI 03-0691-1996).....	18
2.5 Pengaruh Umur Paving Block pada Kekuatan Tekan.....	20
2.6 Bahan Penyusun Bata Beton (<i>Paving Block</i>) dan Bahan Tambahan	21

2.7 Pembuatan Bata Beton (<i>Paving Block</i>).....	23
2.8 Ketebalan Paving Block.....	24
2.9 Rumus Perhitungan	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Tahapan Penelitian	26
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	26
3.3 Alat Uji	27
3.4 Bahan Uji	28
3.5 Langkah Penelitian.....	31
3.6 Metode Analisa Data	35
3.7 Bagan Alur Penelitian.....	36
3.8 Jadwal Pelaksanaan.....	38
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Uraian Umum.....	39
4.2 Uji Material.....	40
4.3 Uji Kuat Tekan.....	43
4.4 Pengujian Daya Serap Air Bata Beton(<i>Paving Block</i>).....	81
BAB V PENUTUP.....	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN.....	xx

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur	7
Tabel 2. 2 Tabel Pengujian Kerang.....	9
Tabel 2. 3 Tabel Kandungan Kerang	9
Tabel 2. 4 Perbandingan Berat Komposisi Oksida Fly Ash.....	13
Tabel 2. 5 Perbandingan Berat Komposisi Oksida Bottom Ash.....	13
Tabel 2. 6 Sifat – sifat fisika	20
Tabel 3. 1 Jumlah Pengujian Bata Beton	32
Tabel 3. 2 Volume Komposisi Kerang.....	34
Tabel 3. 3 Volume Komposisi Sampah Plastik.....	34
Tabel 3. 4 Volume Komposisi Fly Ash dan Bottom Ash	35
Tabel 3. 5 Volume Komposisi Campuran Bahan.....	35
Tabel 3. 6 Volume Komposisi Bata Beton Tanpa Campuran.....	35
Tabel 3. 7 Jadwal Pelaksanaan.....	38
Tabel 4. 1 Tabel Kadar Air	40
Tabel 4. 2 Berat Jenis Pasir Kering.....	41
Tabel 4. 3 SSD Kering Tungku.....	42
Tabel 4. 4 Komposisi Perencanaan 5% Untuk Satu Bahan Campuran.....	43
Tabel 4. 5 Komposisi Perencanaan 5% Pada Campuran Tiga Bahan.....	43
Tabel 4. 6 Bata Beton Campuran 5%	44
Tabel 4. 7 Plastik 5%	46
Tabel 4. 8 Kerang 5%.....	48
Tabel 4. 9 Tabel 5% Faba	51
Tabel 4. 10 Komposisi Perencanaan 10% Untuk Satu Bahan Campuran.....	55
Tabel 4. 11 Komposisi Perencanaan 10% Pada Campuran Tiga Bahan.....	55
Tabel 4. 12 Kerang 10%.....	55
Tabel 4. 13 Campuran 10%.....	58
Tabel 4. 14 Faba 10%.....	60

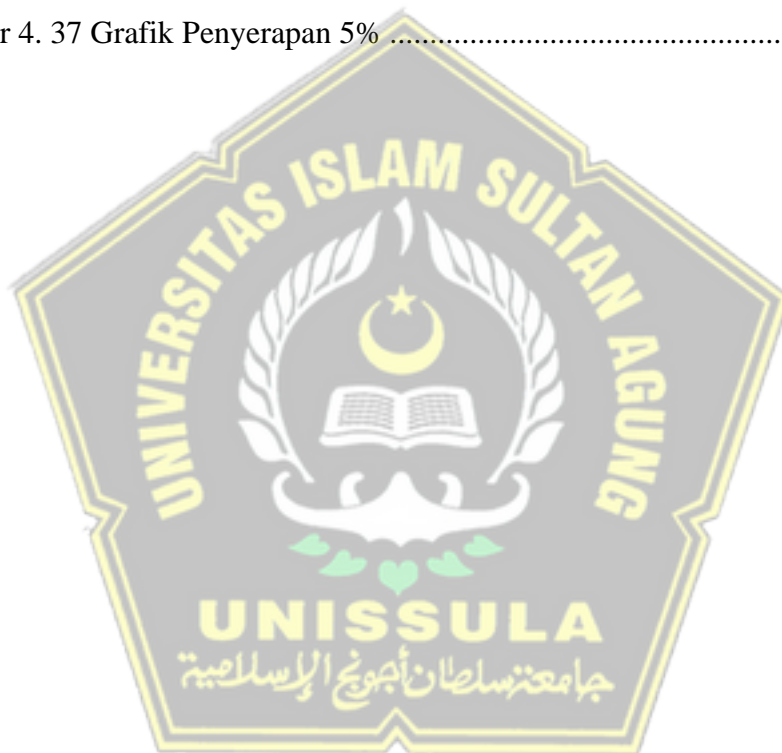
Tabel 4. 15 Plastik 10%	63
Tabel 4. 16 Komposisi Perencanaan 15% Untuk Satu Bahan Campuran.....	66
Tabel 4. 17 Komposisi Perencanaan 15% Pada Campuran Tiga Bahan.....	66
Tabel 4. 18 Kerang 15%.....	67
Tabel 4. 19 Faba 15%.....	69
Tabel 4. 20 Plastik 15%	71
Tabel 4. 21 Campuran 15%.....	74
Tabel 4. 22 Komposisi Perencanaan 0%	78
Tabel 4. 23 Campuran 0%.....	78
Tabel 4. 25 Penyerapan Air Bata Beton.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Visualisasi Bottom Ash dan Fly Ash	11
Gambar 2. 2 Perkerasan Kaku.....	15
Gambar 2. 3 Perkerasan Lentur.....	16
Gambar 2. 4 Perkerasan Komposit.....	17
Gambar 2. 5 Peningkatan kekuatan paving block bentuk persegi panjang serta pola peningkatan beton menurut PBI 1971	21
Gambar 2. 6 Pola peningkatan kekuatan paving blok didasarkan pada hasil prediksi bentuk kubus untuk setiap mutu, menurut PBI 1971	21
Gambar 3. 1 Bata Beton	28
Gambar 3. 2 Semen	28
Gambar 3. 3 Air.....	29
Gambar 3. 4 Agregat.....	29
Gambar 3. 5 Plastik PET.....	30
Gambar 3. 6 Kerang	30
Gambar 3. 7 b. Fly Ash dan a. Bottom Ash	31
Gambar 3. 8 Bagan Alur Penelitian	37
Gambar 4. 1 Grafik 5% Campuran	45
Gambar 4. 3 Grafik 5% Plastik	48
Gambar 4. 5 Grafik 5% Kerang	50
Gambar 4. 7 Grafik 5% Faba	53
Gambar 4. 9 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 5% ..	54
Gambar 4. 10 Kerang 10%	57
Gambar 4. 12 Grafik 10% Campuran	59
Gambar 4. 14 Grafik 10% Faba	62
Gambar 4. 16 Grafik 10% Plastik	64
Gambar 4. 18 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 10%	65
Gambar 4. 19 Grafik 15% Kerang	68

Gambar 4. 21 Grafik 15% Faba	71
Gambar 4. 23 Grafik 15% Plastik	73
Gambar 4. 25 Grafik 15% Campuran	76
Gambar 4. 27 Gambar Grafik Perbandingan empat Bahan Pada Komposisi 15%	77
Gambar 4. 28 Grafik 0%	80
Gambar 4. 32 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 0%	81
Gambar 4. 33 Grafik Penyerapan Air 15%	83
Gambar 4. 35 Grafik Penyerapan 10%	84
Gambar 4. 37 Grafik Penyerapan 5%	85



**ANALISIS KUAT TEKAN BATA BETON TERHADAP
PENAMBAHAN SAMPAH PLASTIK KULIT KERANG
FLY ASH dan *BOTTOM ASH* (FABA)**

Leo Bimantoro¹⁾, Slamet Putro Raharjo¹⁾
Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D.²⁾, Dr. Abdul Rochim, ST., MT.²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

²⁾Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

ABSTRAK

Kebutuhan akan sampah plastik PET dari tahun ke tahun akan terus mengalami peningkatan namun efek samping yang di timbulkan oleh sampah plastik itu limbah yang sangat sulit di urai di dalam tanah. Serta dilain pihak lain berkembangnya akan makanan jalanan yang lagi viral yaitu kerang membuat limbah menumpuk di sekitar pesisir pantai. Dilain itu peneliti melihat banyaknya limbah batu bara yang kurang dimanfaatkan sebagai bahan campuran bata beton. Pada penelitian ini mencakup pada isu lingkungan atau eco green pada bidang jalan, pada penelitian ini peneliti menganalisa kuat tekan bata beton terhadap penambahan sampah plastik, kulit kerang, fly ash dan bottom ash.

Penelitian ini membuat 65 benda uji dimana dengan komposisi yang berbeda untuk bata beton menggunakan semen, agregate dan bahan tambahan seperti sampah plastik PET, kerang oyster, serta fly ash dan bottom ash. Dengan campuran sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, serta benda uji yang di buat dengan dimensi 21 x 10 x 6, pada bagian tersebut di potong dengan ukuran 6 x 6.

Hasil penelitian ini didapatkan kuat tekan yang paling optimal berada pada campuran 10% fly ash dan bottom ash, pada kuat tekan 49,132 MPa dan kuat tekan terendah pada campuran plastik 15% pada kuat tekan 9,971 MPa.

Kata Kunci: Bata beton; kuat tekan; plastik PET; kulit kerang; fly ash dan bottom ash

**COMPRESSIVE STRENGTH ANALYSIS OF CONCRETE BRICKS
AGAINST ADDITION OF SHELL PLASTIC WASTE
*FLY ASH and BOTTOM ASH (FABA)***

Leo Bimantoro¹⁾, Slamet Putro Raharjo¹⁾
Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D.²⁾, Dr. Abdul Rochim, ST., MT.²⁾

¹⁾Students of the Faculty of Engineering UNISSULA Civil Engineering Study

²⁾Lecturer of Faculty of Engineering UNISSULA Civil Engineering Study
Program

Abstract

The need for PET plastic waste from year to year will continue to increase, but the side effects caused by plastic waste are waste that is very difficult to decompose in the soil. And on the other hand, the development of street food that is again viral, namely shellfish, makes waste accumulate around the coast. On the other hand, researchers see a lot of coal waste that is underused as a mixture of concrete bricks. In this study covers environmental issues or eco green in the road sector, in this study researchers analyzed the compressive strength of concrete bricks against the addition of plastic waste, shells, fly ash and bottom ash.

This research made 65 test objects with different compositions for concrete bricks using cement, aggregate and additional materials such as PET plastic waste, oyster shells, as well as fly ash and bottom ash. With a mixture of 0%, 5%, 10%, 15%, and test objects made with dimensions of 21 x 10 x 6, the part is cut with a size of 6 x 6.

The results of this study found that the most optimal compressive strength was in a mixture of 10% fly ash and bottom ash, at a compressive strength of 49.132 MPa and the lowest compressive strength in a mixture of 15% plastic at a compressive strength of 9.971 MPa.

Keywords: Concrete brick; compressive strength; PET plastic; clamshell; Fly ash and bottom ash

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sadar akan perkembangan ilmu teknologi pengetahuan yang berkembang dan laju pertumbuhan teknologi konstruksi pada bidang jalan, berbagai macam teknologi berkembang mulai dari perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan komposit (*composite pavement*). Salah satu teknologi yang berkembang dan diminati pada saat ini yang salah satunya yaitu paving beton (*paving block*).

Menurut standar SNI 03-0691-1996, bata beton (*paving block*) merupakan suatu komposisi bahan konstruksi yang terbuat dari kombinasi semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air, dan agregat, baik dengan atau tanpa penambahan bahan lain. Keindahan serta kekuatannya ataupun pengerasan permukaan tanah, bata beton (*paving block*) memiliki keunggulan yang luas, mulai dari keperluan hal yang sederhana hingga dapat memenuhi penggunaan yang membutuhkan perincian khusus. Estetika dari bata beton (*paving block*) mampu memperindah trotoar jalan kota, pabrik, perkantoran, perumahan, parkir, dan lain-lain. Di Indonesia bata beton (*paving block*) mudah dijumpai, dikarenakan pendistribusiannya yang sangat luas.

Perkembangan zaman, pertumbuhan yang begitu pesat, serta pergerakan pola konsumsi yang begitu dinamis dalam suatu masyarakat menjadi suatu tantangan dalam menyambut teknologi terbaru, diantaranya banyak penelitian tentang bata beton (*paving block*) dengan berbagai macam bahan tambahan seperti, pasir silika, ampas tebu, abu terbang, dan sekam padi.

Melihat ancaman tantangan zaman diantaranya dampak pada lingkungan, tingginya konsumsi masyarakat tentang sampah dan limbah, yang belum memiliki titik terang atas penanggulangannya, akan berdampak negatif apa bila tidak terselesaikan dengan tepat. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012. Pengelolaan limbah yang merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan

berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan. Pengurangan mencakup beberapa hal diantaranya yaitu mereduksi timbulan, pemanfaatan kembali, dan daur ulang. Hal lain dari penanganan meliputi penyortiran, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan. Pengurangan dan penanganan limbah belum terlaksana dengan optimal di Indonesia, hal tersebut menyatakan bahwa manajemen sampah dan limbah selama ini belum terkondisi dengan baik. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian Tugas Akhir akan berfokus pada **Analisis Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik, Kulit Kerang, Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)**. Hal ini dilihat untuk mengetahui akan adanya potensi material lain yang dapat menunjang perkerasan bata beton (*paving block*). Pada pemanfaatan ini sampah plastik dan kerang berfungsi sebagai salah satu bentuk konsep peduli terhadap isu-isu lingkungan (*eco-green*) tanpa kehilangan mutu yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Garis besar lingkup rumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

- a. Bagaimana karakteristik bahan tambahan seperti sampah plastik, kulit kerang, *fly ash*, dan *bottom ash* yang digunakan sebagai bahan tambahan pada bata beton (*paving block*) ?
- b. Berapa kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambah dengan material sampah plastik ?
- c. Berapa kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambah dengan material kulit kerang ?
- d. Berapa kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambah dengan material *fly ash* dan *bottom ash* ?
- e. Berapa kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambah dengan material sampah plastik, kulit kerang, *fly ash*, dan *bottom ash* ketika keseluruhan bahan digabungkan ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penelitian pada masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

- a. Mengetahui karakteristik bahan tambahan seperti sampah plastik, kulit kerang, *fly ash*, dan *bottom ash* yang digunakan sebagai bahan tambahan pada bata beton (*paving block*),
- b. Mengetahui kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan sampah plastik,
- c. Mengetahui kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan kulit kerang,
- d. Mengetahui kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambahkan *fly ash* dan *bottom ash*.
- e. Mengetahui kuat tekan bata beton (*paving block*) apabila ditambah dengan material sampah plastik, kulit kerang, *fly ash*, dan *bottom ash* ketika keseluruhan bahan digabungkan.

1.4 Batasan Masalah

Secara garis besar batasan – batasan masalah dalam penelitian kuat bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

- a. Sampah plastik, kulit kerang, *fly ash*, dan *bottom ash* yang akan digunakan sebagai bahan tambahan penelitian kuat tekan bata beton (*paving block*),
- b. Bentuk bata beton (*paving block*) yang akan digunakan sebagai pencetak yaitu memiliki volume 1200 cm³ dan berukuran 20 x 10 x 6 cm,
- c. Perbandingan tiap – tiap komposisi sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai bahan campuran bata beton (*paving block*).

1.5 Keaslian Tugas Akhir

Dalam penelitian Tugas Akhir ini menetapkan judul **Analisis Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik, Kulit Kerang, Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)**, peneliti yakin bahwasannya belum ada penelitian yang serupa yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Sampah

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah, mencakup upaya pengurangan dan penanganan sampah. Pengurangan sampah diterapkan melalui konsep 3R, yaitu mereduksi (reduce), pemanfaatan kembali (reuse), dan daur ulang (recycle). Sementara itu, penanganan sampah mencakup langkah-langkah seperti pemilahan atau pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Daur ulang sampah (recycle) adalah suatu proses mengubah bahan bekas atau sampah menjadi materi baru yang dapat digunakan kembali melalui proses daur ulang. Melalui proses ini, sampah diubah menjadi bahan yang berguna, membantu mengurangi kebutuhan akan bahan baku baru. Keuntungan tambahan dari daur ulang meliputi penghematan energi, pengurangan polusi, penurunan kerusakan lahan, dan pengurangan emisi gas rumah kaca yang terkait dengan produksi barang baru. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik dalam pembuatan paving block. Penggunaan limbah plastik sebagai bahan utama dipilih utamanya untuk mengurangi volume sampah yang dapat mencemari lingkungan. Paving block, sebagai bahan peneras jalan yang umumnya terjangkau dan mudah dipasang, dipilih sebagai fokus penelitian.

Melalui pemanfaatan limbah plastik dalam produksi paving block, tujuan utamanya adalah mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan. Penulis mendukung penelitian yang memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan utama pembuatan paving block dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif dalam mengelola limbah dan menjaga keberlanjutan lingkungan. (Basuki, 2018)

Penggunaan plastik dalam produk kerajinan tidak akan menyelesaikan masalah karena plastik akan rusak dan menjadi sampah dalam waktu yang singkat. Ada teknologi yang dapat mengubah plastik menjadi produk yang bertahan lama sehingga tidak kembali menjadi sampah dalam waktu yang singkat. Salah satu cara untuk mendaya gunakan plastik dalam jangka waktu yang lama adalah dengan

Memanfaatkan sampah dan limbah dalam pembuatan paving block menjadi suatu pendekatan yang berarti. Hal ini juga sejalan dengan penggunaan eco-brick yang terbuat dari botol plastik. Keberhasilan program daur ulang limbah plastik sangat bergantung pada partisipasi masyarakat dalam mengubah sampah plastik menjadi barang yang memiliki nilai guna dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, pelatihan dan dukungan kepada masyarakat sangat penting untuk memahami mereka tentang cara memanfaatkan sampah plastik dengan efektif. (Widodo, Marleni, & Firdaus, 2018).

2.1.1 Sampah dan Limbah

Berikut merupakan macam – macam sampah serta limbah, sebagai berikut :

2.1.1.1 Sampah Plastik

Produksi sampah plastik di Indonesia mencapai 5.4 juta ton per tahun, atau sekitar 14% dari total produksi sampah negara, menurut data statistik persampahan domestik. Meskipun berbagai produk, termasuk aspal, telah berhasil dibuat dari sampah plastik, penggunaan plastik dalam produk kerajinan masih menghadapi tantangan karena sifat plastik yang rentan rusak dan kemungkinan kembali menjadi sampah setelah penggunaan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang mampu mengubah plastik menjadi produk yang memiliki daya tahan tinggi agar dapat memberikan solusi berkelanjutan. Salah satu pendekatan untuk menjaga agar plastik tidak kembali menjadi sampah dalam waktu singkat adalah dengan menggunakan sampah plastik sebagai bahan pembuatan paving block. Selain itu, pemanfaatan eco-brick yang terbuat dari botol plastik juga merupakan inisiatif serupa. Pentingnya program daur ulang limbah plastik juga terletak pada upaya mendorong partisipasi masyarakat untuk mengelola sampah plastik dengan cara yang bermanfaat dan berkelanjutan dalam jangka waktu yang panjang. (Widodo, Marleni, & Firdaus, 2018).

masalah besar di Indonesia, Pada tahun 2015, Kementerian Lingkungan Hidup melaporkan bahwa jumlah sampah yang dibuang setiap hari meningkat menjadi 175.000 ton, dengan 15% dari total tersebut merupakan sampah plastik. Sampah plastik dapat diubah menjadi barang yang lebih bermanfaat, seperti pembuatan bata beton (*paving block*) dari sampah plastik. (Gusniar, 2018).

Penggunaan berlebihan plastik dalam kehidupan sehari-hari merupakan penyebab meningkatnya jumlah limbah plastik di Indonesia. Plastik yang berat ini menjadi permasalahan lingkungan karena membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai di alam. Salah satu solusi untuk memanfaatkan limbah plastik adalah melalui pembuatan paving block.. Metode transportasi yang sudah lama digunakan di perkerasan jalan adalah paving blok. Menggunakan cacahan limbah plastik polypropylene (PP) sebagai pengganti agregat telah ditunjukkan dapat meningkatkan nilai tekan paving blok.

Baik aktivitas individu maupun kelompok di rumah, kantor, pasar, sekolah, maupun tempat lain akan menghasilkan sampah, baik organik maupun anorganik. Menurut Pasal 1 Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008, sampah padat atau semi padat yang berasal dari kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan dianggap sebagai sampah. Produk penyulingan minyak bumi, adalah bahan yang terbuat dari plastik. Plastik berasal dari banyak material yang digunakan oleh masyarakat karena ikatan kimianya yang kuat. Namun, karena plastik adalah material yang tidak dapat terdekomposisi secara alami (non biodegradable), material yang berasal dari plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan (Jatmiko et al., 2018).

Indonesia, sebagai salah satu negara berkembang dengan populasi terbesar ketiga di dunia, memiliki potensi besar dalam menangani permasalahan sampah yang menjadi salah satu tantangan umum. Dengan pertumbuhan ekonomi yang terus berlanjut dan peningkatan jumlah penduduk, produksi sampah di tingkat nasional menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Salah satu jenis sampah yang menjadi fokus perhatian adalah sampah plastik.

2.1.1.1.1 Jenis – Jenis Sampah Plastik

Plastik merupakan salah satu barang yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau barang, terutama peralatan rumah tangga, umumnya terbuat dari plastik yang seringkali digunakan sebagai kemasan bahan baku. Salah satu tantangan besar yang dihadapi oleh plastik adalah waktu yang lama yang dibutuhkannya untuk mendaur ulang, menyebabkan masalah

lingkungan yang berskala global. Jenis plastik bervariasi, termasuk PET (Polyethylene Terephthalate), HDPE (High Density Polyethylene), PVC (Polyvinyl Chloride), LDPE (Low Density Polyethylene), PP (Polypropylene), PS (Polystyrene), dan sebagainya. Sampah plastik menjadi ancaman terhadap lingkungan karena sifatnya yang sulit diuraikan oleh tanah, bahkan setelah bertahun-tahun terkubur. Tujuan dari acara pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk mendorong praktik daur ulang sampah plastik, mengingat dampak yang merugikan yang dapat diakibatkannya terhadap lingkungan.

2.1.1.1.1 Sampah PET (*Poly Ethylene Terephthalate*)

Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) memiliki titik leleh berkisar antara 250°C hingga 260°C dan dapat terdekomposisi pada suhu sekitar 480°C. Penelitian pirolisis yang dilakukan tidak menghasilkan gas yang dapat terkondensasi, hal ini dikarenakan sifat dasar PET yang cenderung mudah menguap

Tabel 2. 1 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur

Jenis Bahan	Tm (°C)	Tg (°C)	Temperatur Kerja Maksimal (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	- 110	82
LDPE	330	- 115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	82
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

Sumber : Budiyantoro, 2010

2.1.1.1.2 Sampah PS (*Poly Styrene*)

Sampah PS (*Poly Styrene*) memiliki kelelehan pada titik 180°C – 260°C serta mampu terdekomposisi pada suhu 420°C. Sampel sampah plastik PS (*Poly Styrene*) berbahan baku stirena.

2.1.1.1.3 Sampah HDPE (*High Density Polyethylene*)

Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) memiliki kelebihan pada titik 200°C – 280°C serta mampu terdekomposisi pada suhu 495°C. Sampel plastik sampah HDPE (*High Density Polyethylene*) yang sudah dipirolisis menciptakan *char* yang mengandung *paraffins* dan *I-olefins*. *Paraffins* mengandung hidrokarbon rantai panjang seperti yang terdapat dibahan bakar.

2.1.1.2 Sampah Kulit Kerang

Paving blok adalah Jenis bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen, agregat, dan air dan digunakan sebagai alternatif untuk menutup atau memperkeras permukaan tanah disebut paving block. Paving block digunakan untuk berbagai tujuan, seperti mengerasi trotoar jalan, mempercantik taman dan halaman rumah, menciptakan area parkir, dan meningkatkan estetika jalan di sekitar pemukiman. Dalam menghadapi peningkatan pembangunan infrastruktur fisik, diperlukan bahan pengganti yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan alam. Hal ini menjadi penting mengingat penggunaan paving block yang semakin meluas. (Indah, Gita, & Desi, 2018).

Salah satu dampak negatif dari pertumbuhan pembangunan fisik yang cepat adalah eksploitasi sumber daya alam (SDA), di mana pasir menjadi salah satu SDA yang dimanfaatkan untuk pembuatan bahan bangunan. Upaya untuk mengurangi tingkat eksploitasi SDA dapat dilakukan melalui penggunaan limbah kulit kerang untuk pembuatan paving block. Sebab, limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia SiO₂ yang setara dengan pasir, sehingga dapat digunakan sebagai bahan kasar atau agregat dalam pembuatan paving block. Pendekatan ini merupakan salah satu strategi untuk mengurangi akumulasi limbah kulit kerang. dari perspektif pemeliharaan kelestarian lingkungan. . (Maulanie, & Wibowo.,2004).

Kulit kerang saat ini hanya dimanfaatkan sebagai hiasan, pakan ternak, dan bahan campuran dalam kosmetik. Namun, keberadaan limbah kulit kerang secara bertahap menjadi ancaman bagi lingkungan di kawasan nelayan, serta mengakibatkan kerusakan pada pemandangan pantai.

2.1.1.2.1 Jenis – Jenis Kerang

Didalam penelitian ini , penggunaan kulit kerang menjadi salah satu bahan campuran dalam pembuatan paving block, dalam penggunaan kerang terdapat kandungan yang terdiri dari uji fisik kerang dan bahan kimia kerang

Tabel 2. 2 Tabel Pengujian Kerang

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis, gr/cc	1,34
2	Berat Volume, gr/cc	1,42
3	Resapan, %	2,04
4	Kadar Lumpur , %	0,33

Sumber :Balitbang Industri Departemen Perindustrian, 2004

Tabel 2. 3 Tabel Kandungan Kerang

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Air	9.36 %
2	SiO ₂	8.65 %
3	Al ₂ O ₃	6.80%
4	MgO	4.10 %
5	CaO	40.50 %
6	Fe ₂ O ₃	3.15 %
7	CO ₂	22.26 %
8	SO ₃	4.10 %
9	K ₂ O dan Na ₂ O	1.08 %

Sumber : Balitbang Industri Departemen Perindustrian, 2004

Berikut adalah jenis jenis sampah kerang yang terdapat didaerah sekitar, diantaranya :

2.1.1.2.1.1 Kerang Oyster

Salah satu anggota famili Ostreidae adalah kerang oyster. Kerang dengan nama ilmiah *Ostrea* memiliki cangkang yang pipih dan tidak simetris. Biasanya, cangkangnya cukup besar, datar, dan memiliki bagian dalam yang halus dan berkilau. Beberapa spesies kerang oyster dapat sangat besar, meskipun ukurannya bervariasi.

Kerang oyster sangat dihargai secara kuliner dan sering dianggap sebagai makanan mewah. Sebagai hasil dari rasanya yang lembut dan gurih, daging kerangnya sering disajikan segar, dimasak, atau diolah menjadi berbagai hidangan laut. Beberapa jenis kerang oyster juga dibudidayakan secara komersial di perairan tambak atau di laut.

Kerang oyster juga memiliki manfaat ekologis. Mereka menyaring air laut, memberikan habitat bagi organisme laut lainnya, dan mendukung keberlanjutan ekosistem laut.

Perlu diingat bahwa kerang oyster berasal dari berbagai spesies dan dapat memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada spesiesnya. *Ostrea edulis* (oyster Eropa) dan *Crassostrea virginica* (oyster Amerika Utara) adalah beberapa spesies kerang oyster yang dikenal. Maka dari itu, diperlukan adanya penguraian ataupun pemanfaatan lain dari sampah ini, sebagai bahan tambahan penelitian perkerasan bata beton (*paving block*).

2.1.1.2.1.2 Kerang darah (*Anadara Granosa*)

(*Anadara Granosa*) merupakan jenis dari banyaknya jenis kerang yang dapat bernilai jual serta memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai protein hewani pada dagingnya dan kerajinan serta mineral pada cangkangnya. Cangkang yang tak dimanfaatkan menimbulkan masalah tentang lingkungan. Maka dari itu, diperlukan adanya penguraian ataupun pemanfaatan lain dari sampah ini, sebagai bahan tambahan penelitian perkerasan bata beton (*paving block*).

2.1.1.2.1.3 Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau adalah organisme dengan golongan biota yang bercangkang, bertubuh lunak, memiliki insang yang berlapis, berkaki lapak dan hidup dilaut (Asikin,

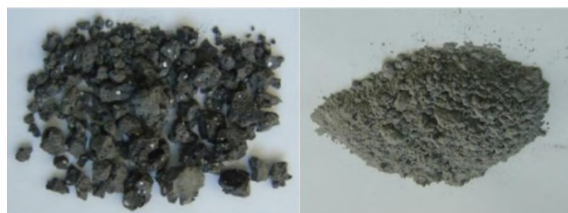
1982). Cangkang yang tak dimanfaatkan menimbulkan masalah tentang lingkungan. Maka dari itu, diperlukan adanya penguraian ataupun pemanfaatan lain dari sampah ini, sebagai bahan tambahan penelitian perkerasan bata beton (paving block).

2.1.1.2.1.4 Kerang Mutiara (*Pinctada Margaritifera*)

Kerang Mutiara memiliki kandungan mineral kalsium yang ditemukan dalam jumlah besar yang tersusun dari calcium karbonat. Secara mineral makro, mineral yang ditemukan dalam jumlah yang cukup besar dimulai dari (Ca), (Mg), (Na), (K), klorin (Cl), dan (S).

2.1.1.3 Limbah Batu Bara (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*)

Fly ash dan Bottom ash (FABA) merupakan limbah berbahaya (B3) yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Ketika batu bara dibakar dalam boiler, terbentuklah abu sisa yang memiliki berat jenis sangat ringan sehingga mengapung, dan juga terbentuklah gas buangan. Bottom ash adalah abu yang jatuh ke dasar boiler. Sebagai perbandingan dengan fly ash, bottom ash memiliki ukuran dan berat yang lebih besar, sehingga bottom ash jatuh ke dasar boiler dan terkumpul di ash hooper selama proses pembakaran. (Kinasti, 2018). Peralatan pengendapan elektrostatik atau peralatan filtrasi parikel lainnya biasanya menangkap asap burung sebelum mencapai Mencapai cerobong asap adalah tahapan dalam proses pembakaran batu bara. Meskipun komposisi abu terbang bervariasi tergantung pada sumber dan jenis batubara yang digunakan, abu terbang selalu mengandung senyawa-senyawa utama seperti silikon dioksida (SiO_2) dalam bentuk amorf dan kristalin, aluminium oksida (Al_2O_3), dan kalsium oksida (CaO). Senyawa-senyawa ini merupakan komponen mineral utama dalam struktur batuan pembawa batu bara. Gambar di bawah ini menunjukkan fly ash dan bottom ash.



Gambar 2. 1 Visualisasi Bottom Ash dan Fly Ash

Untuk mengurangi efeknya pada lingkungan, aturan dan izin pengelolaan diperlukan untuk Fly ash (B409) dan bottom ash (B410) dikategorikan sebagai FABA karena dianggap sebagai limbah yang mengandung bahan berbahaya. Saat ini, Indonesia sedang mempercepat pembangunan infrastrukturnya, dan FABA dapat menjadi alternatif pengganti material untuk proyek pembangunan jalan dan perumahan. Namun, penelitian menunjukkan bahwa industri semen belum mengoptimalkan pemanfaatan fly ash yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, sehingga limbahnya menumpuk dan dapat berdampak negatif pada lingkungan sekitar. Meskipun fly ash telah digunakan efektif dalam industri konstruksi selama lebih dari lima puluh tahun, penerapannya masih terbatas karena kurangnya pemahaman tentang karakteristik fly ash itu sendiri dan sifat-sifat beton yang mengandung fly ash (Ageng & Nugroho, 2017). Menurut Nath et al., sampah adalah sumber daya, tetapi di tempat yang salah. Pandangan berubah (S. K. Nath, 2015).

Meskipun fly ash dapat digunakan dalam keadaan kering atau basah, umumnya fly ash disimpan dalam kondisi kering. Pada beberapa kasus, air perlu ditambahkan pada fly ash untuk melakukan stabilisasi tanah dalam konteks konstruksi jalan dan penanganan tanah bermasalah di Indonesia. Fly ash juga dapat dimanfaatkan untuk campuran grouting, batu bata, beton ringan, portland cement, dan material pekerjaan tanah lainnya.

Terdapat dua kelas fly ash yang berbeda. Kelas F berasal dari pembakaran batubara anthracite atau bituminous dan memiliki sifat pozzolanic. Kelas F ditandai dengan kadar kapur yang rendah ($\text{CaO} < 10\%$). Sementara itu, Kelas C berasal dari pembakaran batubara lignite atau sub-bituminous. selain memberikan sifat cementitious (Wardani, 2008).

Hasil dari FABA dapat ditunjukkan pada yang tertera tabel di bawah ini. Tujuan analisis material ini adalah untuk mengetahui jenis fly ash yang saat digunakan dan kandungan oksida *bottom ash*.

Tabel 2. 4 Perbandingan Berat Komposisi Oksida Fly Ash

FA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO
%	34,29	16,62	15,38	0,73	18,18	7,52
	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	MnO ₂	P ₂ O ₅	LOI
	1,35	2,97	1,63	0,17	0,25	0,36

Tabel 2. 5 Perbandingan Berat Komposisi Oksida Bottom Ash

BA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO
%	34,29	10,02	18,41	0,65	21,16	9,70
	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	MnO ₂	P ₂ O ₅	LOI
	0,90	0,24	0,66	0,22	0,25	0,54

Sumber : (Klarens K, 2018)

2.2 Jenis – Jenis Perkerasan

Perkerasan jalan adalah struktur yang dibangun di antara roda kendaraan dan tanah dasar untuk membuat jalan menjadi keras, tebal, stabil, dan kuat sehingga kendaraan dapat bergerak dengan aman.

Perkerasan jalan adalah jenis jalan yang dibangun untuk menahan beban lalu lintas dengan menggunakan berbagai material dan lapisan yang berbeda. Perkerasan jalan terdiri dari tiga jenis: perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit, yang merupakan kombinasi perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan kaku menggunakan semen sebagai bahan pengikat, dan perkerasan kaku menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. (Lestari, 2013).

Perkerasan jalan adalah struktur terintegrasi yang terdiri dari berbagai lapisan campuran material tertentu. Setiap lapisan dalam perkerasan memiliki fungsi utama untuk mereduksi beban yang diterapkan pada struktur dan mendistribusikannya ke lapisan di bawahnya. Perkerasan dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai material pengikat, dan perkerasan kaku yang menggunakan semen sebagai material pengikat. Dua jenis perkerasan ini mewakili pendekatan berbeda dalam merancang dan membangun struktur perkerasan jalan. (Swardana, Sari, & Pamadi, 2022).

Perkerasan jalan merupakan bagian integral dari infrastruktur transportasi yang berperan sebagai penanggung beban lalu lintas yang diteruskan melalui roda kendaraan. Oleh karena itu, stabilitas perkerasan menjadi kunci, memastikan kekuatan struktural selama masa pemakaian jalan serta ketahanan terhadap pengaruh lingkungan dan kondisi cuaca., fungsi membuat pengendara merasa aman dan nyaman.

2.2.1 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Salah satu sarana transportasi darat yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah jalan. Selain perencanaan geometrik jalan, perkerasan jalan juga merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan dengan baik karena kebutuhan akan pelayanan jalan yang terus meningkat.

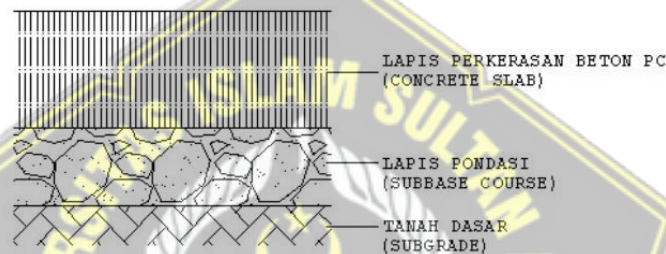
Model perkerasan jalan dengan memanfaatkan material semen sebagai pengikat agregat disebut dengan perkerasan kaku. Model perkerasan ini tidak menyebabkan permukaan jalan mengalami perubahan bentuk karena beban maksimal dari kendaraan. Sehingga model perkerasan ini sering juga dikenal dengan pelat beton. Maka dari itu, diperlukan penganalisaan dan perhitungan yang matang pada konstruksi tulangan maupun tebal perkerasan agar dapat bertahan lama dan terhindar dari defleksi. Pengimplementasian model perkerasan kaku banyak dikawasan industri yang dilalui kendaraan dengan beban berat. Berdasarkan penjelasan (Swardana et al., 2022) tingkat kenyamanan perkerasan kaku kalah banding dengan perkerasan lentur tetapi lebih unggul dalam segi ketahanan.

Perkerasan jalan beton semen, juga dikenal sebagai. Perkerasan kaku terdiri dari plat beton semen yang berfungsi sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah, atau mungkin tidak ada lapis pondasi sama sekali, langsung ditempatkan di atas tanah dasar. Dalam konteks ini, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi dalam pembangunan perkerasan kaku. Berbeda dengan perkerasan lentur, di mana kekuatan perkerasan diperoleh dari ketebalan lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis permukaan, perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas tinggi akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas. Sehingga, sebagian besar kapasitas struktural diperoleh dari plat beton itu sendiri.

Dalam perencanaan ketebalan perkerasan beton, faktor kunci adalah kekuatan beton, karena penentuan kapasitas struktural untuk menahan beban menjadi aspek yang sangat penting.

Konstruksi perkerasan kaku terdiri dari bahan pengikat yang digunakan pada komposisi konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

- a. Konstruksi kaku semen *Portland (PC)*.
- b. Pada dari lapisan utama (plat beton) yaitu menopang beban besar lalu lintas.
- c. Pada perkerasan kaku pengaruh repetisi beban timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
- d. Pengaruh pada penurunan tanah dasar yang bersifat sebagai di atas permukaan



Gambar 2. 2 Perkerasan Kaku

Sumber : Google.com

2.2.2 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Di Indonesia, perbaikan perkerasan lentur telah mencapai titik kritis, terutama pada jalan raya, di mana perbaikan dilakukan hanya dengan model "kearifan lokal" tanpa mempertimbangkan jenis kerusakan yang terjadi; kerusakan ini dapat dibagi menjadi tiga kategori kerusakan: keretakan, yang dapat dibagi lagi menjadi enam kategori keretakan, garis, dan lubang; dan cacat permukaan dengan lima jenis kerusakan.(Limantara, Winarto & Mudjanarko, 2017).

Perkerasan kaku umumnya digunakan untuk volume lalu lintas yang tinggi, sementara perkerasan lentur dapat digunakan pada semua tingkat volume lalu lintas dan klasifikasi jalan. Perkerasan lentur dirancang untuk umur rencana yang lebih pendek (5–20 tahun), yang berarti biaya konstruksi awalnya lebih rendah, sementara perkerasan kaku dirancang untuk umur rencana yang lebih panjang (15-40 tahun), sehingga biaya konstruksi awalnya lebih tinggi. Pemasangan perkerasan

lentur cukup rumit, dan biaya perawatannya cenderung lebih tinggi. Kekuatan perkerasan lentur dipengaruhi oleh kekuatan beton itu sendiri, serta kemampuan distribusi tegangan antar lapisan dan ketebalan tanah dasar. Sebaliknya, kekuatan perkerasan kaku sangat dipengaruhi oleh kekuatan beton itu sendiri..(Lestari, 2013).

Perkerasan lentur lebih disukai dari pada perkerasan kaku karena menggunakan aspal sebagai pengikat agregat. Pemeliharaan berkelanjutan diperlukan untuk infrastruktur jalan. Kehidupan sehari-hari kita melibatkan penggunaan kemasan plastik. Polietilena dengan densitas tinggi dikenal sebagai HDPE. Hasilnya harus menentukan seberapa baik perkerasan menggunakan plastik HDPE sebagai limbah plastik campuran, mengingat masalah jumlah sampah plastik bekas saat ini.

Konstruksi perkerasan lentur memiliki beberapa jenis sesuai bahan ikat yang digunakan pada komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

- a. Perkerasan lentur rata aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini yaitu menahan dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- c. Pengaruh dari repetisi beban yaitu timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruh pada penurunan tanah dasar yaitu terjadinya jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)



Gambar 2. 3 Perkerasan Lentur

Sumber : Google.com

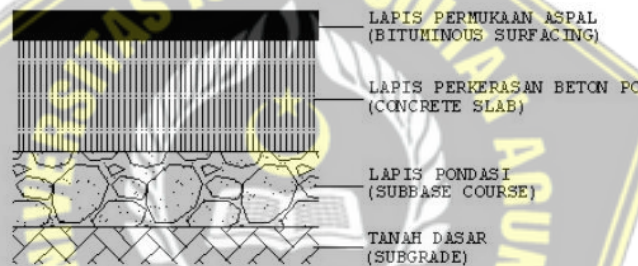
2.2.3 Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit, juga dikenal sebagai perkerasan komposit, adalah jenis konstruksi jalan yang menggabungkan keunggulan perkerasan lentur dan kaku dalam satu sistem. Istilah komposit sendiri merujuk pada gabungan dua atau lebih

material yang berbeda, dalam hal ini perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Produk yang memiliki fitur dan kualitas yang lebih baik dari produk yang dibuat dari kombinasi ini dari pada produk yang dibuat dari masing-masing elemen individu.

Perkerasan komposit merupakan gabungan perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang ditempatkan bersama di atasnya. Kedua jenis perkerasan ini bekerja bersama-sama untuk menopang beban lalu lintas, dengan persyaratan bahwa lapisan perkerasan aspal harus cukup tebal untuk memastikan kekuatan yang memadai dan mencegah retak-refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. Kontruksi perkerasan komposit mencakup 2 perkerasan yaitu

- a. Kombinasi antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku.
- b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku bi atas perkerasan lentur



Gambar 2. 4 Perkerasan Komposit

Sumber : Google.com

2.3 Perkerasan Jalan Bata Beton (*Paving Block*)

Bata beton, yang dikenal juga sebagai paving block, merupakan campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis, air, dan agregat. Penggunaan bata beton dapat dilakukan dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang tidak mengurangi kualitasnya. Bata beton dapat diterapkan baik di halaman dalam maupun di luar bangunan, dan dapat diberi zat warna untuk mencapai tampilan berwarna atau mempertahankan warna aslinya (SNI 03-0691, 1996). Definisi bata beton (paving block) adalah komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis serupa, air, dan agregat, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang tidak mengurangi mutu beton. Proses pembuatan bata beton dilakukan di lapangan dengan menggunakan bahan dasar semen, pasir,

agregat, dan air. Metode pembuatan melibatkan pencampuran seluruh bahan dan pengecoran adukan bata beton (paving block). Sebagai upaya inovasi pada alat pembuatan paving block, dikembangkan alat pemadat paving block dengan harapan dapat meningkatkan mutu paving block yang terbuat dari bahan dasar semen dan tanah..(Hidayati, t.t.).

Paving blok biasanya digunakan untuk membangun jalan, jalan setapak, dan jalan setapak. Mereka juga dapat digunakan untuk permukaan area yang lebih khusus seperti dermaga kontainer, zona parkir, dan pabrik-pabrik besar. Selain itu, pemasangan paving block memfasilitasi praktik-praktik sadar lingkungan, sesuai dengan tren global menuju keberlanjutan. Hal ini karena mereka membantu menyeimbangkan permukaan air tanah dengan menawarkan peningkatan kemampuan retensi air. (Adibroto, 2014).

Keunggulan dari penggunaan paving block selain mempunyai estetika juga mempunyai performa yang bagus karena bentuknya yang unik dan menarik (berbagai segiempat dan segi lainnya) juga mempunyai warna yang bermacam-macam sesuai dengan pemasangannya. Dalam pemasangan paving block biasanya di luar bangunan yang permukaannya tidak mengalami kerusakan ataupun mengalami keretakan.

Kelebihan dalam menggunakan Paving Block

- a. Mudah dalam perawatannya dan pemeliharannya,
- b. Mudah dilakukan perbaikan jika terjadi kerusakan tanpa membutuhkan material tambahan karena paving block mempunyai sifat *reuse*.

Penggunaan plastik dalam aktivitas sehari-hari menjadi suatu hal umum, namun, dampak negatifnya terletak pada kesulitan penguraian limbah plastik di dalam tanah. Sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan manusia dan penurunan sumber daya alam, inovasi muncul dengan memanfaatkan limbah plastik sebagai komponen pembentuk dalam campuran beton. (Mufti, Arbain & Amrin, 2020).

2.4 Bata Beton (SNI 03-0691-1996)

Menurut SNI 03-0691-1996, bata beton (paving block) merupakan komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat

hidrolis sejenisnya, air, dan agregat, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut.

Dibandingkan dengan jenis perkerasan lain seperti dak beton atau aspal, banyak konsumen saat ini lebih memilih paving block. Ini disebabkan oleh peningkatan minat konsumen terhadap paving block yang dianggap ramah lingkungan dalam konstruksi perkerasan. Paving block memiliki keunggulan karena proses pemasangannya lebih cepat, mudah dipasang dan dipelihara, memiliki berbagai bentuk yang meningkatkan nilai estetika, serta harganya terjangkau.

Meskipun demikian, paving block saat ini masih bergantung pada penggunaan semen sebagai bahan perekat. Perlu diperhatikan bahwa penggunaan semen berlebihan dapat menyebabkan polusi dan mengurangi sumber daya bahan dasar pembuatannya, selain dari proses produksi yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, solusi diperlukan untuk mengurangi ketergantungan pada semen, dan satu solusi yang muncul adalah menggunakan limbah plastik sebagai bahan pembuat paving block. Hal ini tidak hanya membantu mengurangi jumlah limbah plastik yang sulit terurai di tanah, tetapi juga memanfaatkan sifat leleh dan kekerasan plastik pada suhu normal.

2.4.1 Sifat Tampak

Paving Block harus memiliki bentuk yang sempurna, tanpa retakan atau deformasi, dan tidak dapat dipotong dengan tangan. Permukaannya harus rata, bebas retak, dan tahan tekanan jari tangan pada sudut dan rusuknya.

2.4.2 Bentuk dan Ukuran

Bentuk, dan ukuran bata beton (*paving block*) pada lantai bergantung pada kesepakatan antara pengguna dan produsen, dimana pabrikan menggambarkan bentuk ukuran dan konstruksi perkerasan peletakan lantai.

Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%.

2.4.3 Sifat Fisik

Paving block bahan lantai harus memiliki kekuatan sifat - sifat fisika bata betom (*paving block*).

Tabel 2. 6 Sifat – sifat fisika

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata - Rata Maks.
	Rata - Rata	Min.	Rata - Rata	Min.	%
A	40.0	35.0	0.090	0.103	3
B	20.0	17.0	0.130	0.149	6
C	15.0	12.5	0.160	0.184	8
D	10.0	8.5	0.219	0.254	10

Sumber SNI 03-0691-1996

2.4.4 Klasifikasi

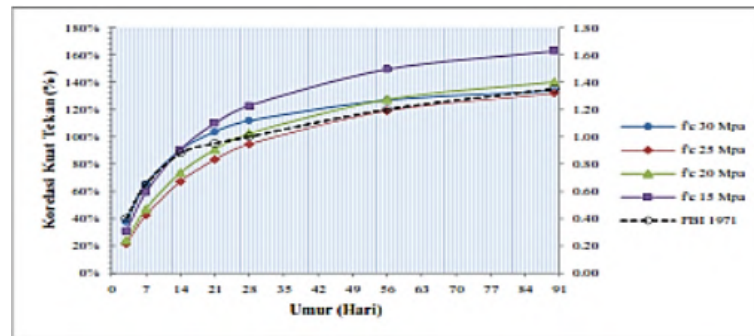
Terdapat berbagai macam mutu yang perlu diperhatikan dengan kesesuaian SNI 03-0691-1996, diantaranya :

- Bata beton dengan mutu A dengan kuat tekan rata rata 40 MPa biasanya digunakan untuk jalan,
- Bata beton dengan mutu B dengan kuat tekan rata rata 20 MPa biasanya digunakan untuk peralatan parkir,
- Bata beton dengan mutu C dengan kuat tekan rata rata 15 MPa biasanya digunakan untuk pejalan kaki ,
- Bata beton dengan mutu D dengan kuat tekan rata rata 10 MPa biasanya digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

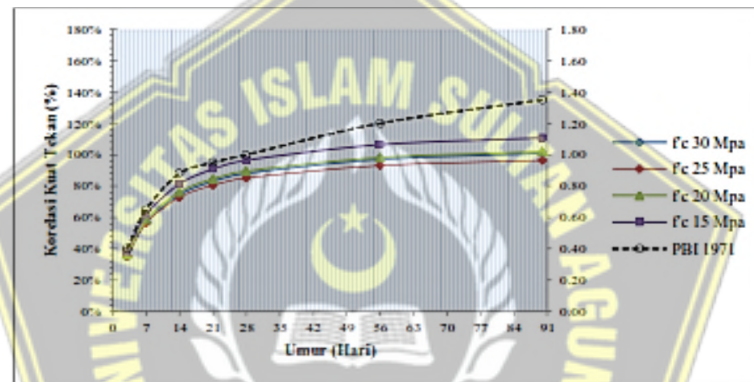
2.5 Pengaruh Umur Paving Block pada Kekuatan Tekan

Menurut standar yang diatur dalam PBI 1971, hasil pengujian kuat tekan di setiap umur beton umumnya dikonversikan dalam persentase dengan mutu rencananya, yaitu umur 3 hari akan mencapai Penelitian menunjukkan data kuat tekan paving block dalam persentase terhadap waktu: 7 hari 65%, 14 hari 88%, 21 hari 95%, 28 hari 100%, 56 hari 120%, dan 90 hari 135%. Studi ini melibatkan uji dua bentuk paving block, yaitu persegi panjang dan kubus, untuk mengevaluasi fungsi waktu

terhadap kuat tekan. Hasil penelitian dibandingkan dengan peningkatan kuat tekan beton secara umum, mengacu pada PBI 1971.



Gambar 2. 5 Peningkatan kekuatan paving block bentuk persegi panjang serta pola peningkatan beton menurut PBI 1971



Gambar 2. 6 Pola peningkatan kekuatan paving blok didasarkan pada hasil prediksi bentuk kubus untuk setiap mutu, menurut PBI 1971

Hasil dari kedua grafik menunjukkan bahwa pola peningkatan kekuatan tekan beton berdasarkan PBI 1971 hampir sama, tetapi pada paving blok persegi panjang, polanya lebih mirip. Namun, dari hasil kedua grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa paving blok mengalami peningkatan kekuatan tekan seiring bertambahnya umur, tetapi peningkatan kekuatannya berkurang setelah 28 hari.

2.6 Bahan Penyusun Bata Beton (*Paving Block*) dan Bahan Tambahan

Beberapa bahan yang diperlukan untuk membuat paving block dan bahan tambahannya adalah sebagai berikut:

2.6.1 Bahan Pokok

Berikut merupakan bahan – bahan pokok yang digunakan dalam penyusunan bata beton (*paving block*), antara lain :

2.6.1.1 Agregat

Didefinisikan sebagai material granular yang terdiri dari kerak tunggu besi, pasir, dan krikil batu pecah, seperti yang dijelaskan pada SK.SNI T-I5-1991-03. Untuk membuat adukan atau beton semen hidrolis, agregat harus dicampur dengan bahan lain.

2.6.1.2 Air

Air membantu proses kimiawi pada semen, membasahi agregat, dan memudahkan pembuatan beton. Air yang biasa digunakan untuk mencampurkan adonan beton. Karena beton yang terbentuk kurang berkualitas, jangan menggunakan air yang tercemar.

2.6.1.3 Semen

Menggunakan material ini dicampur dengan air, akan terjadi proses kimiawi, tetapi agregat yang tercampur di dalamnya tidak. Untuk membuat beton yang kuat dan tahan lama, agregat digunakan sebagai pengisi.

2.6.2 Bahan Tambahan

Berikut merupakan bahan – bahan tambahan yang digunakan dalam penyusunan bata beton (*paving block*), antara lain :

2.6.2.1 Sampah Plastik

Material yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah plastik. Hampir semua peralatan, terutama peralatan rumah tangga, umumnya terbuat dari plastik yang biasanya berfungsi sebagai kemasan bahan baku. Sayangnya, proses daur ulang plastik memerlukan waktu yang lama, menjadikannya masalah lingkungan berskala global.

2.6.2.2 Kulit Kerang

Menggunakan limbah kulit kerang untuk membuat paving block adalah salah satu cara untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Kandungan senyawa kimia SiO₂ dalam kulit kerang sebanding dengan pasir, sehingga limbah kulit kerang dapat dijadikan sebagai bahan kasar atau agregat dalam pembuatan paving block. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah kulit kerang yang

dihasilkan. dari perspektif pemeliharaan kelestarian lingkungan. . (Maulanie, & Wibowo.,2004).

2.6.2.3 Fly Ash dan Bottom Ash (FABA)

Selain menciptakan energi listrik, pembakaran batubara menghasilkan limbah abu sisa pembakaran yang dikenal sebagai fly ash dan bottom ash (FABA). Penggunaan batubara untuk kelistrikan dan industri manufaktur pada tahun 2019 diperkirakan mencapai 138,42 juta ton (Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, 2019), dengan perkiraan bahwa limbah FABA akan menyumbang sekitar 5% dari total batubara yang terbakar. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, limbah FABA dari pembakaran batubara di PLTU dikategorikan sebagai limbah non-Bahan Berbahaya dan Beracun (non-B3). Meskipun demikian, penggunaan limbah FABA di seluruh dunia baru mencapai 25% dari total abu batubara yang dihasilkan, sementara 75% sisanya dibuang secara gratis..

2.7 Pembuatan Bata Beton (*Paving Block*)

Terdapat beberapa cara dalam pembuatan bata beton (*paving block*), diantaranya :

2.7.1 Press Manual/Tangan

Prosesnya dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan dan alat pencetakan paving. Tingkat kualitas paving block yang dibuat dengan tenaga press manusia dikategorikan ke dalam kategori D (K 50-100). Paving block yang dibuat secara manual biasanya digunakan pada halaman rumah, trotoar, taman, dan lokasi non-struktural lainnya yang tidak perlu menaham beban berat.

2.7.2 Press Mesin Hidrolik

Pembuatannya dilakukan dengan mesin press hidrolik bertekanan 300 kg/cm², dan tingkat kualitasnya adalah (K 300-45). Paving jenis ini banyak digunakan pada serta area jalan sekitar lingkungan dan area lain yang memiliki kebutuhan struktural atau non-struktural. Paving jenis ini sangat tahan terhadap muatan berat.

2.7.3 Press Mesin Vibrasi

Dengan Ini dibuat dengan mesin press sistem getar. Paving blok yang dibuat memiliki kualitas C-B (K 150-250). Paving block jenis ini biasanya digunakan di

pelataran parkir. Namun, paving block yang dibuat dengan press mesin hidrolik memiliki tingkat kualitas (K 300-450) dan harga yang lebih rendah daripada paving block yang dibuat dengan press mesin vibrasi.

2.7.4 Paver

Paver sangat berpengaruh pada perkerasan paving block. Ketebalan paver harus disesuaikan dengan rencana penggunaan dan kekuatan tekan paving block, karena paver merupakan lapisan di atas paving block. Kerusakan mudah terjadi jika ukuran yang salah dipilih (Heide, 2011).

2.8 Ketebalan Bata Beton (*Paving Block*)

Di Indonesia ketebalan paving block yg tak jarang dipakai terdapat 3 penjabaran yaitu 60 mm, 80 mm & 100 mm. Dimana ketebalan 60 mm dipakai Dalam konstruksi jalan, penggunaan paving block dengan ketebalan 80 mm biasanya cocok untuk lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas. Untuk lalu lintas sedang dengan frekuensi terbatas, seperti pick-up, truk, dan bus, disarankan menggunakan paving block dengan ketebalan 80 mm. Sementara itu, paving block dengan ketebalan 100 mm lebih cocok untuk jalan yang akan menerima lalu lintas berat, seperti crane, loader, dan peralatan berat lainnya. Pemilihan ketebalan paving block ini dapat disesuaikan dengan jenis lalu lintas yang diperkirakan akan melintas di atasnya. ini tak jarang dipakai pada Pelabuhan & Kawasan Industri (Tsani & Mudiyono, 2019).

2.9 Rumus Perhitungan

Kuat tekan menggunakan rumus

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{L} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

P = Beban tekan (kN)

L = Luas Bidang tekan (cm²)

Pengujian penyerapan bata beton (*paving block*)

Sifat-sifat fisik paving block memerlukan hasil penyerapan rata-rata minimal 3% dan maksimal 10%. Rumus untuk menghitung besarnya penyerapan adalah persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

A = Berat paving block keadaan basah (gram)

B = Berat paving block kering oven (gram)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum penguraian tahap penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) pokok tahapan, diantaranya yaitu tahap pengidentifikasian, tahap pengumpulan dan pengolahan data, dan tahap penganalisisan serta kesimpulan akhir. Maka berikut uraian tahap – tahapannya, antaranya :

3.1.1 Tahap Pengidentifikasian

Pada proses tahap pengidentifikasian dimulai dengan cara merumuskan masalah yang disepakati dengan menentukan topik penelitian yang akan diangkat. Kemudian tahap berikutnya dengan cara studi pustaka tentang landasan – landasan teori pendukung yang berkaitan untuk menunjang topik pembahasan.

3.1.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Proses ini ditahap pengumpulan dan pengolahan data diperlukannya data primer serta data sekunder terkait topik pembahasan. Penelitian ini bersifat eksperimen dengan memperhatikan kaidah – kaidah penulisan, penelitian – penelitian terdahulu, dan hasil uji laboratorium untuk kemudian dapat mengetahui seberapa kuat dan efisien dari bahan campuran beton sampah plastik dan kerang yang akan dipakai sebagai bahan tambahan penelitian bata beton (*paving beton*).

3.1.3 Tahap Penganalisisan Serta Kesimpulan Akhir

Hasil dari pengumpulan dan pengujian data dapat diketahui kuat tekan yang bermacam – macam pada bata beton (*paving beton*). Setelah itu hasil dapat membuahkan kesimpulan sesuai data – data yang diperoleh.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Maksud serta tujuan dalam penelelitian yang diangkat ini diperlukannya data – data penunjang seperti menggunakan data primer beserta data data sekunder, alat dan bahan, berikut rincian terkait terkait data – data diatas :

3.2.1 Data Primer

Penggunaan data primer yang akan digunakan sebagai berikut :

- a. Data diperoleh dari hasil uji laboratorium pada hari ke-28,
- b. Hasil pengujian kuat tekan pada laboratorium dengan volume campuran yang berbeda – beda 0%, 5%, 10%, dan 15% dari volume cetakan bata beton (*paving block*) dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm untuk setiap bahan yaitu sampah plastik, kerang, *fly ash* dan *bottom ash*.

3.2.2 Data Sekunder

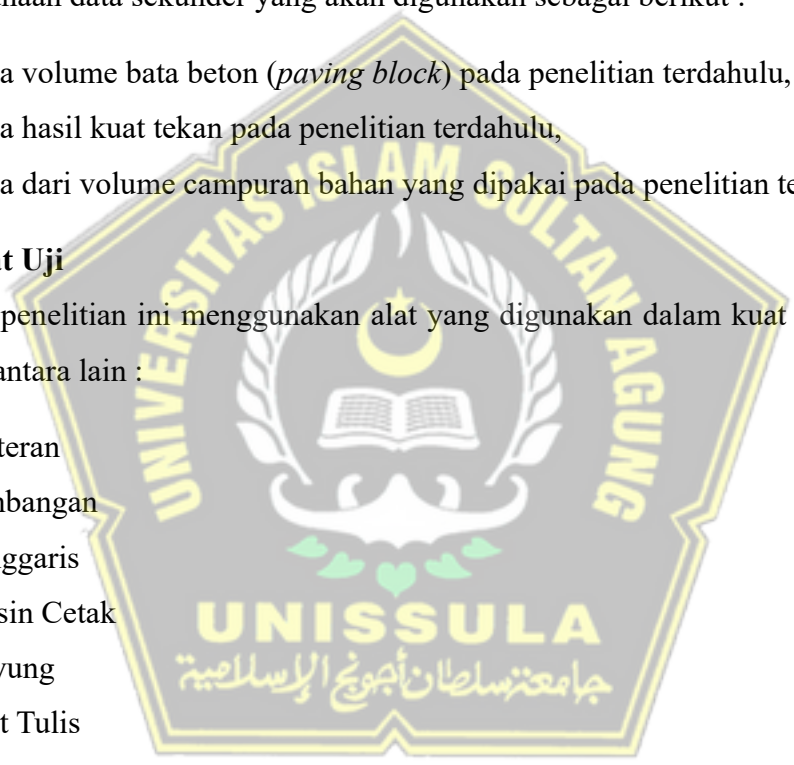
Penggunaan data sekunder yang akan digunakan sebagai berikut :

- a. Data volume bata beton (*paving block*) pada penelitian terdahulu,
- b. Data hasil kuat tekan pada penelitian terdahulu,
- c. Data dari volume campuran bahan yang dipakai pada penelitian terdahulu,

3.3 Alat Uji

Dalam penelitian ini menggunakan alat yang digunakan dalam kuat tekan paving block, antara lain :

- a. Meteran
- b. Timbangan
- c. Penggaris
- d. Mesin Cetak
- e. Gayung
- f. Alat Tulis
- g. Kalkulator
- h. Mesin Uji Kuat Tekan
- i. Oven
- j. Gerinda Potong
- k. Saringan
- l. Gelas Ukur
- m. Timba
- n. Cangkul
- o. Angkong



- p. Mesin Adukan
- q. Kamera Telepon genggam

3.4 Bahan Uji

a. Bata Beton

Pembuatan bata beton dibuat balok dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm dan pada pengetesan kuat tekan akan dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 cm.



Gambar 3. 1 Bata Beton

b. Semen

Semen pada pengujian menggunakan semen tipe I yaitu menggunakan semen gresik sebagai bahan pengikat utama pada bata beton.



Gambar 3. 2 Semen

c. Air

Air pada pembuatan benda uji penelitian ini menggunakan air PDAM.



Gambar 3. 3 Air

d. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yaitu pasir merapi di daerah Muntilan atau sering disebut dengan pasir muntilan.



Gambar 3. 4 Agregat

e. Plastik PET

Plastik yang digunakan pada penelitian yaitu menggunakan sampah plastik *polyethylene terephthalate* atau sering disebut plastik PET. Adapun cara mengolahnya seperti berikut :

- Siapkan bahan atau sampah plastik PET,
- Masak bahan diatas kuahi atau wajan dan tunggu hingga bahan meleleh dengan rata,

- Setelah sampah plastik meleleh dengan baik, keluarkan bahan dan tuangkan pada seng agar mudah di lepas.
- Setelah kering dan tidak panas mulailah ditumbuk guna menghancurkan plastik hingga berbentuk seperti agregat halus.



Gambar 3. 5 Plastik PET

f. Kulit Kerang

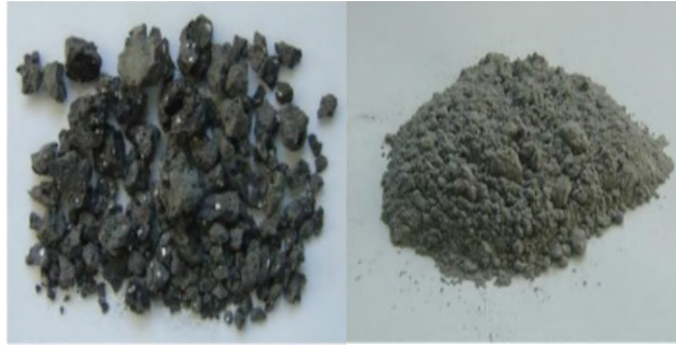
Penggunaan kulit kerang harus ditumbuk hingga berbentuk seperti agregat halus.



Gambar 3. 6 Kerang

g. Fly Ash dan Bottom Ash

Pengambilan *fly ash* dan *bottom ash* diambil dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Jati B di daerah Jepara.



a.

b.

Gambar 3. 7 b. *Fly Ash* dan a. *Bottom Ash*

3.5 Langkah Penelitian

1. CV. Presvalia dalam proses pembuatannya dengan menggunakan mesin vibrator hidrolis press,
2. Laboratorium perkerasan jalan Fakultas Teknik Unissula dalam melakukan uji coba sebelum pembuatan benda uji
3. Laboratorium teknologi bahan konstruksi Fakultas Teknik Unissula dalam penggetesan kuat tekan oleh mesin *compression testing machine*.

Pada langkah penelitian menggunakan metode kuat tekan yang dimana hasil dari tersebut dihasilkan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung.

3.5.1 Kuat tekan dan penyerapan

Kuat tekan bata beton (*paving block*) adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur karena gaya tekan tertentu. Di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, uji tekan kuat dilakukan. Metode perhitungan kekuatan tekan bata beton (*paving block*) yaitu SNI 03-0691-1996 dengan rumus :

$$Kuat\ tekan = \frac{P}{L} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

P = Beban tekan (kN)

L = Luas Bidang tekan (mm²)

Pengujian penyerapan paving block Sifat-sifat fisik paving block memerlukan hasil penyerapan rata-rata minimal 3% dan maksimal 10%. Rumus untuk menghitung besarnya penyerapan adalah persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

A = Berat paving block keadaan basah (gram)

B = Berat paving block kering oven (gram)

3.5.2 Pengujian Bata Beton (*Paving Block*)

Kuat tekan bata beton (*paving block*) diuji pada umur 28 hari dengan masing – masing 4 buah bata beton yang berbeda pada setiap volume campurannya, mulai dari :

Tabel 3. 1 Jumlah Pengujian Bata Beton

No.	JENIS	CAMPURAN			
		0%	5%	10%	15%
1	Tanpa Campuran	5	-	-	-
2	Sampah Plastik	-	5	5	5
3	Kulit Kerang	-	5	5	5
4	<i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	-	5	5	5
5	Campuran Ke-Empat Bahan	-	5	5	5
Total					65

Total bahan uji yang akan digunakan dalam pengetesan kuat tekan sebanyak 65 buah.

3.5.3 Pengujian Bahan Dasar dan Bahan Tambahan

Berikut merupakan pengujian bahan – bahan dasar, diantaranya :

a. Air

Air diperiksa secara visual, bersih dan tidak tercampur bahan lain seperti lumpur, minyak, dan garam yang sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Air yang digunakan pada penelitian yaitu air PDAM.

b. Agregat

Pengujian agregat dilakukan dengan pengayakan agregat halus dengan lolos saringan 4, pemeriksaan kadar air, dan pemeriksaan berat jenis.

c. Semen

Semen diperiksa dengan cara melihat secara visual dan setelah dibuka tidak ada gumpalan. Semen yang digunakan dalam penelitian adalah semen tipe I (Semen Gresik).

d. Kerang

Pemeriksaan kimia dan uji fisik kerang tidak dilakukan dikarenakan merujuk pada data yang dikeluarkan oleh Balitbang Industri Departemen Perindustrian yang telah mengkaji kandungan dari kerang.

e. Sampah PET

Plastik PET (*Poly Ethylene Terephalate*) memiliki keuletan pada titik 250°C – 260°C serta mampu terdekomposisi pada suhu 480°C . Penelitian pirolisis dilakukan tidak menciptakan gas yang terkondensasi, dikarenakan PET memiliki dasar sifat yang mudah menguap (Budiyantoro, 2010).

f. Fly Ash dan Bottom Ash

Untuk mengurangi efeknya pada lingkungan, aturan dan izin pengelolaan diperlukan untuk fly ash (B409) dan bottom ash (B410) FABA karena dianggap sebagai limbah yang mengandung bahan berbahaya. Sementara Indonesia saat ini mempercepat pembangunan infrastrukturnya. Untuk pembangunan jalan dan perumahan, FABA dapat digunakan sebagai pengganti material. Namun, penelitian BPPT di PLN menunjukkan bahwa industri semen belum memanfaatkan fly ash yang dihasilkan dari pembangkit listrik tersebut secara optimal. Akibatnya, limbahnya menumpuk dan dapat berdampak negatif pada lingkungan sekitar. Hal ini berbeda dengan situasi di beberapa negara lain yang memiliki undang-undang yang berbeda untuk mengelola FABA. Akibatnya, 97% orang di negara itu dapat menggunakan FABA.

3.5.4 Komposisi Campuran Bata Beton (*Paving Block*)

Komposisi campuran bata beton (*paving block*) memiliki ukuran 35% semen + 65% agregat halus, yang pada penelitian ini agregat halus merupakan bahan yang akan dikurangi sesuai persenan bahan campuran, sebagai contoh:

- a. 35% Semen + 60% Agregat Halus + 5% Bahan Campuran,
- b. 35% Semen + 55% Agregat Halus + 10% Bahan Campuran,
- c. 35% Semen + 50% Agregat Halus + 15% Bahan Campuran,

Dalam pencampuran ke-tiga bahan memiliki volume yang berbeda pada pencampurannya, berikut presentase campurannya :

- a. 35% Semen + 60% agregat halus + 1,6 % sampah plastik + 1,6% kulit kerang + 1,6% *fly ash* dan *bottom ash*.
- b. 35% Semen + 55% agregat halus + 3,3% sampah plastik + 3,3% kulit kerang + 3,3% *fly ash* dan *bottom ash*.
- c. 35% Semen + 50% agregat halus + 5% sampah plastik + 5% kulit kerang + 5% *fly ash* dan *bottom ash*.

Variasi campuran yang digunakan pada pembuatan bata beton sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Volume Komposisi Kerang

KELOMPOK	BERAT	TAKARAN		
		SEMEN	AGREGAT	KULIT KERANG
	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	98
10%			1755	195
15%			1658	293

Tabel 3. 3 Volume Komposisi Sampah Plastik

KELOMPOK	BERAT	TAKARAN		
		SEMEN	AGREGAT	SAMPAH PLASTIK
	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	98
10%			1755	195
15%			1658	293

Tabel 3. 4 Volume Komposisi *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

KELOMPOK	BERAT	TAKARAN		
		SEMEN	AGREGAT	FABA
	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	98
10%			1755	195
15%			1658	293

Tabel 3. 5 Volume Komposisi Campuran Bahan

KELOMPOK	BERAT	TAKARAN KERANG + PLASTIK + FABA		
		SEMEN	AGREGAT	CAMPURAN
	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	98
10%			1755	195
15%			1658	293

Tabel 3. 6 Volume Komposisi Bata Beton Tanpa Campuran

KELOMPOK	BERAT	TANPA CAMPURAN		
		SEMEN	AGREGAT	CAMPURAN
	gram	gram	gram	gram
0%	3000	1050	1950	-

3.6 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengurangi sampah yang bertebaran sebagai polusi yang buruk bagi makhluk hidup dengan memanfaatkan sampah plastik dan kerang sebagai bahan tambahan bata beton (*paving block*). Penggunaan penelitian terdahulu dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data – data sebagai data sekunder dan teori – teori yang berkaitan menghasilkan hasil berupa kuat tekan bata beton dari bahan yang berbeda – beda, secara umum perhitungan ini meliputi :

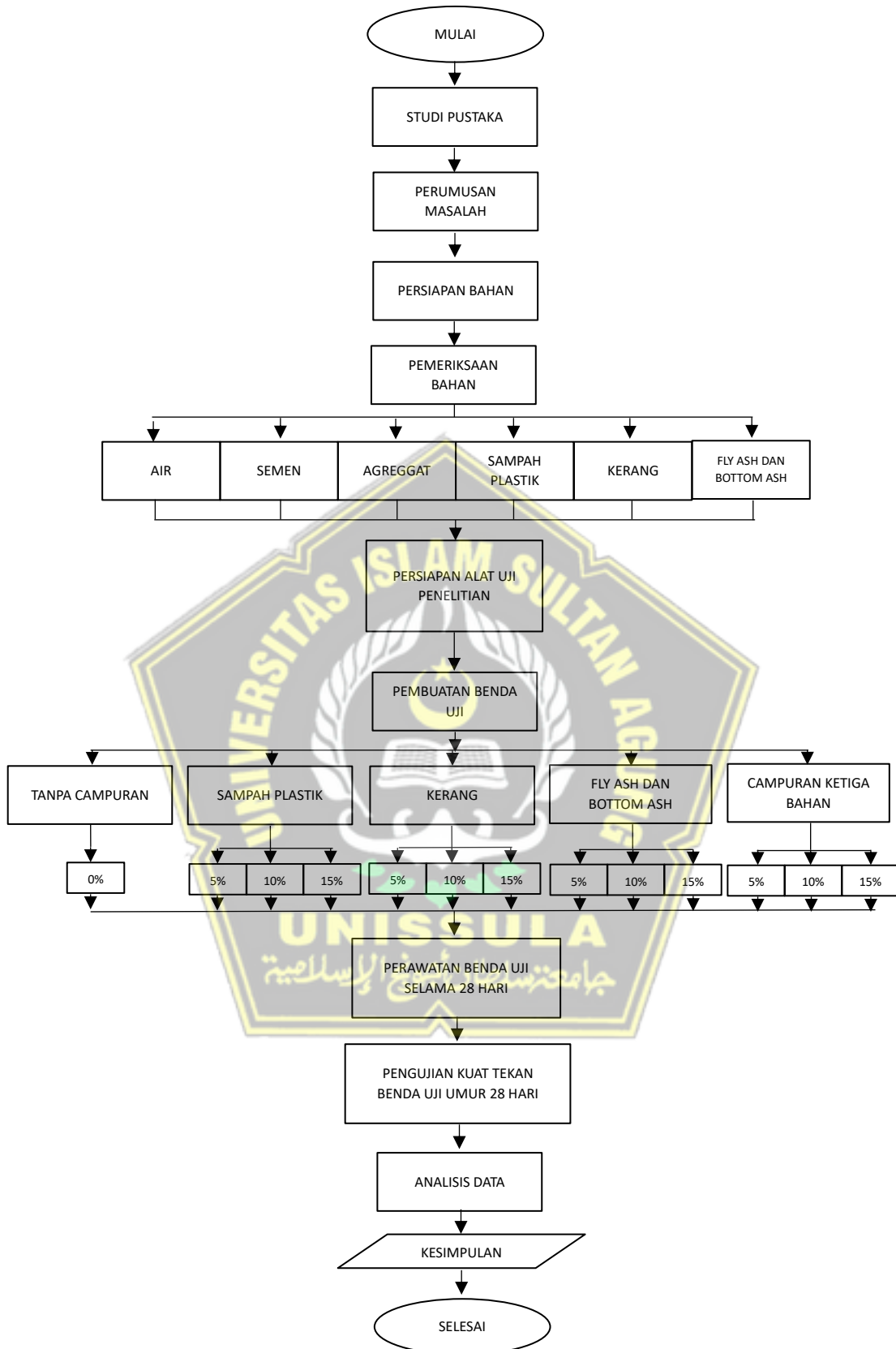
- a. Menghitung kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan sampah plastik,
- b. Menghitung kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan kerang,
- c. Menghitung kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan *fly ash* dan *bottom ash*,

- d. Menghitung kuat tekan bata beton (*Paving Block*) apabila ditambahkan sampah plastik, kerang, *fly ash* dan *bottom ash*

3.7 Bagan Alur Penelitian

Dari Uraian di atas dapat bi buat menggunakan bagan alir(*Flow Chart*), berikut ini bagan dari *Flow Chart* dari pelaksanaan penelitian pembuatan paving block dengan tambahan sampah plasik dan sampah kerang yang di mulai dari bahan, pengujian sampai kesimpulan dari penelitian.





Gambar 3. 8 Bagan Alur Penelitian

3.8 Jadwal Pelaksanaan

Perencanaan pelaksanaan dari pengajuan judul hingga ujian akhir atau seminar hasil.

Tabel 3. 7 Jadwal Pelaksanaan

No	KETERANGAN	WAKTU														
		OKTOBER			NOVEMBER				DESEMBER				JANUARI			
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
1	Pengajuan Judul															
2	Pengajuan Proposal															
3	Penyusunan BAB I															
4	Penyusunan BAB II															
5	Penyusunan BAB III															
6	Seminar Proposal															
7	Penyusunan BAB IV															
8	Penyusunan BAB V															
9	Ujian Sidang															

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Uraian Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Pada penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan dan penyerapan pada paving block dengan variasi dan bahan tambahin plastik, kerang, flay ash dan bottom ash yang perbedaan . Berdasarkan dari batasan masalah tersebut diambil untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan pada paving block umur 28 hari.

4.1.1 Ruang Lingkup

Standar untuk bata beton mencakup acuan, definisi, klasifikasi, standar mutu, prosedur pengambilan contoh, prosedur uji, syarat lulus uji, dan persyaratan penandaan yang tertera pada SNI 03 – 06 – 1996 bata beton.

4.1.2 Acuan

SNI 03 – 06 – 1996, Pada bata beton.

4.1.3 Definisi

Bata beton, juga dikenal sebagai paving block, adalah campuran semen portland atau jenis bahan perekat hidrolis lainnya, air, dan agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak menurunkan kualitas bata beton.

4.1.4 Ukuran Benda uji

Ukuran benda uji yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran 20 x 10 x 6 cm dengan volume sebesar 1200 cm³.

4.1.5 Komposisi Bahan

Terdapat beberapa komposisi bahan yang digunakan dalam penelitian, diantaranya terdapat perbedaan komposisi campuran pada tiap – tiap campurannya. Mulai dari 0%, 5%, 10%, dan 15% bahan tambahan (Plastik, Kerang, Faba, Tanpa Campuran, dan Plastik + Kerang + Faba).

4.2 Uji Material

Hasil pengujian bahan-bahan di Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang adalah sebagai berikut:

4.2.1 Pengujian Agregat Halus Pasir

Sebelum pembuatan benda uji, penelitian ini melakukan pengujian agregat halus:

4.2.1.1 Pengecekan Pada Kadar Air Agregat Pasir Halus

Uji kadar air pasir dilakukan dengan mengoven pasir selama 24 jam untuk mengetahui berapa banyak air di dalamnya. Hasilnya dapat dilihat pada table 4.1 dibawah ini :

Perhitungan Kadar Air

$$\% \text{ Kadar Air } (\omega) = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\%$$

Dimana :

ω = Kadar air
 $W1$ = Berat basah pasir
 $W2$ = Berat kering pasir
Cawan = Cawan

Tabel 4. 1 Tabel Kadar Air

Berat Basah	Berat Kering	Cawan	Kadar Air
W1	W2		%
K1	K2	K3	K4
500.00	602.20	112.00	2.00

Kolom 1 = Berat pasir setelah cuci

Kolom 2 = Berat pasir kering + cawan

Kolom 3 = Cawan kering

Kolom 4 = $(K1 - (K2 - K3)) / (K2 - K3) \times 100$

Berdasarkan perhitungan yang mengacu pada SNI – 1971 – 2011 di dapatkan hasil dari pengujian kadar air agregat halus pasir dengan nilai 2%.

4.2.1.2 Pengujian Berat Jenis Pasir

Dalam pengujian berat jenis pasir terdapat dua cara untuk menguji berat jenis pasir tersebut, diantaranya yaitu perhitungan berat jenis kering tungku dan SSD pasir kering tungku, berikut merupakan hasil perhitungan berat jenis pasir.

4.2.1.2.1 Berat Jenis Kering Tungku

$$\text{Berat Jenis Kering Tungku} = \frac{D}{((C + B) - A)}$$

A = Berat pasir + Tabung ukur + Air

B = Berat pasir SSD

C = Berat tabung ukur + Air

D = Berat pasir kering tungku

Tabel 4. 2 Berat Jenis Pasir Kering

Berat pasir + Tabung ukur + Air	Berat pasir SSD	Berat tabung ukur + Air	Berat pasir kering tungku	Hasil
A	B	C	D	
K1	K2	K3	K4	K5
964.20	500.00	670.60	540.40	2.62

Kolom 1 = Berat Pasir + Tabung Ukur + Air

Kolom 2 = Berat Pasir SSD

Kolom 3 = Berat tabung ukur + Air

Kolom 4 = Berat pasir kering tungku

Kolom 5 = $K4 / ((K3 + K2) - K1)$

Dari hasil pengujian berat jenis kering tungku mendapatkan nilai sebesar 2,62%, hasil tersebut telah memenuhi syarat.

4.2.1.2.2 SSD Pasir Kering Tungku

$$SSD \text{ Pasir Kering Tungku} = \frac{B}{((C + B) - A)}$$

A = Berat pasir + Tabung ukur + Air

B = Berat pasir SSD

C = Berat tabung ukur + Air

D = Berat pasir kering tungku

Tabel 4. 3 SSD Kering Tungku

Berat pasir + Tabung ukur + Air	Berat pasir SSD	Berat tabung ukur + Air	Berat pasir kering tungku	Hasil
A	B	C	D	
K1	K2	K3	K4	K5
964.20	500.00	670.60	540.40	2.42

Kolom 1 = Berat Pasir + Tabung Ukur + Air

Kolom 2 = Berat Pasir SSD

Kolom 3 = Berat tabung ukur + Air

Kolom 4 = Berat pasir kering tungku

Kolom 5 = $K2 / ((K3 + K2) - K1)$

Dari hasil pengujian berat jenis SSD Pasir kering tungku mendapatkan nilai sebesar 2,42% hasil tersebut telah memenuhi syarat.

4.3 Uji kuat tekan

Uji tekanan kuat dilakukan dengan memotong benda uji paving blok kubus berukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm berdasarkan SNI 03 – 0691 - 1996. Uji kuat tekan dilakukan dengan lima benda uji dari setiap variasi. Uji dilakukan dengan mesin uji kuat tekan, di mana benda uji ditekan sampai retak dan hancur. Hasil uji tekan ditampilkan pada layar monitor di samping alat uji. Dari pengujian kuat tekan *paving block* kemudian mendapatkan hasil kuat tekan yang bervariasi antara 3 bahan campuran dan 1 bahan tanpa campuran, dari pengujian benda uji mendapatkan nilai bervariasi yang telah berumur 28 hari.

4.3.1 Kuat Tekan Dengan Komposisi 5%

Komposisi yang terdapat pada 5% bahan campuran sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Komposisi Perencanaan 5% Untuk Satu Bahan Campuran

Kelompok	Berat	Takaran 5%		
		Semen	Agregat	Campuran
	gram	Gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	98

Dari tabel 4.4 menjelaskan bahwa pada kondisi tanpa campuran ketiga bahan, dan hanya digunakan pada satu campuran.

Tabel 4. 5 Komposisi Perencanaan 5% Pada Campuran Tiga Bahan

Kelompok	Berat	Takaran 5%				
		Semen	Agregat Halus	Sampah Plastik	Kulit Kerang	Faba
	gram	gram	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1853	33	33	33

Pada tabel 4.5 menjelaskan untuk digunakan pada campuran ketiga bahan.

Pengujian paving block dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa variasi, adapun variasi tersebut dapat dilihat pada empat bahan campuran yang berbeda, sebagai berikut :

4.3.1.1 Bata Beton Dengan 5% Campuran (35% Semen + 60% Pasir + 1,6 % sampah plastik + 1,6% kulit kerang + 1,6% fly ash dan bottom ash.)

Tabel 4. 6 Bata Beton Campuran 5%

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²	kN	MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
1	5C 1	28	483	6	6	6	36	104,658	29,672	296,448	33,709
2	5C 2	28	550	6	6	6	36	123,812	34,392	350,703	
3	5C 3	28	470	6	6	6	36	134,074	37,243	379,771	
4	5C 4	28	480	6	6	6	36	84,039	23,334	238,044	
5	5C 5	28	522	6	6	6	36	158,052	43,903	447,689	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

Kolom 8 = K5 x K6

Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = p x l
= 36 cm²

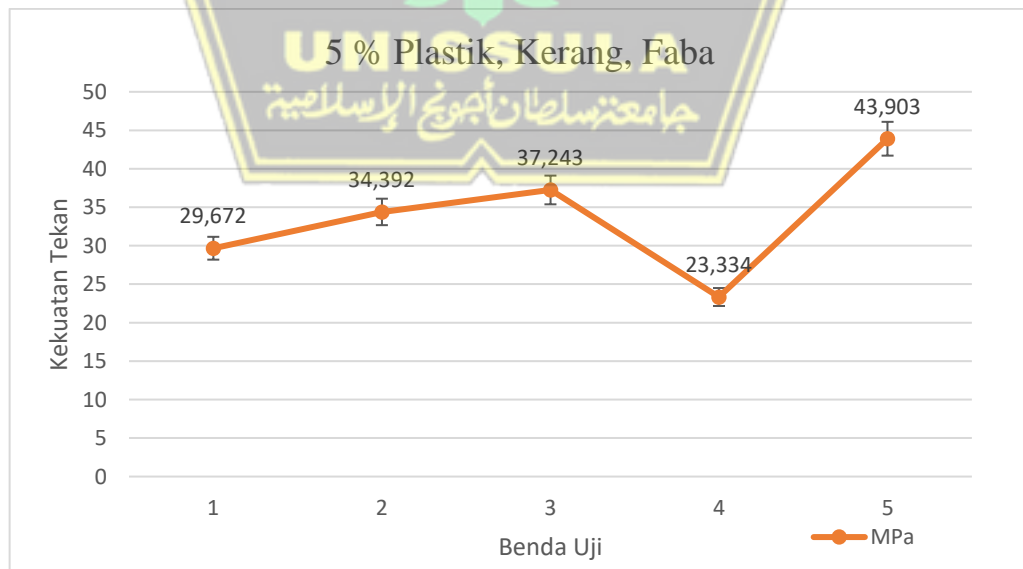
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

Beban maksimum = 104.658 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$
= $\frac{104.658}{3.6}$
= 29.672 MPa

Konversi Beban = $\frac{104.658 \times 101.9716}{36}$
= 296.45 kg/cm²

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 1 Grafik 5% Campuran

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 43.903 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 23.334 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{29.672+34.392+37.243+23.334+43.903}{5} \\ &= 33.709 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 33.709 Mpa.

4.3.1.2 Bata Beton Dengan 5% Campuran Plastik (35% Semen + 60% Pasir + 5% Plastik)

Tabel 4. 7 Plastik 5%

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²		kN	MPa	kg/cm ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
6	5P 1	28	505	6	6	6	36	113,786	31,607	322,304	34,056
7	5P 2	28	535	6	6	6	36	160,605	44,613	454,921	
8	5P 3	28	471	6	6	6	36	104,706	29,085	296,584	
9	5P 4	28	520	6	6	6	36	105,320	29,256	298,324	
10	5P 5	28	498	6	6	6	36	128,588	35,719	364,231	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

Kolom 8 = K5 x K6

Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = $p \times l$

$$= 36 \text{ cm}^2$$

Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

Beban maksimum = 160,605 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$

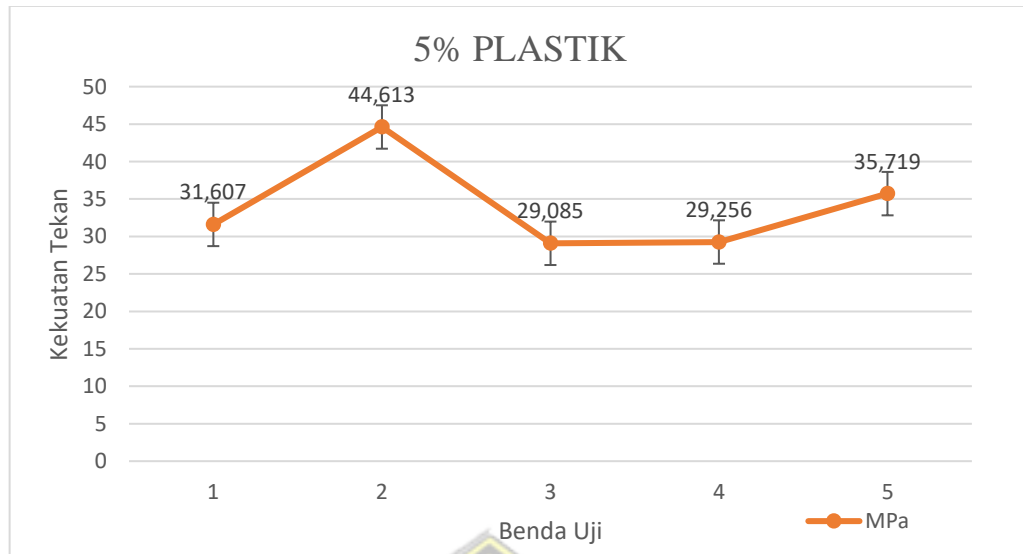
$$= \frac{160,605}{3.6}$$

$$= 44,631 \text{ MPa}$$

Konversi Beban = $\frac{160,605 \times 101.9716}{36}$

$$= 454,921 \text{ kg/cm}^2$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 2 Grafik 5% Plastik

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 44,613 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 29,085 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – rata dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{31,607+44,613+29,085+29,056+35,719}{5} \\
 &= 34,056 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 34,056 MPa.

4.3.1.3 Bata Beton Dengan 5% Campuran Kerang (35% Semen + 60% Pasir + 5% Kerang)

Tabel 4. 8 Kerang 5%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
11	5K 1	28	507	6	6	6	36	171,010	47,503	484,393	35,546
12	5K 2	28	477	6	6	6	36	102,388	28,441	290,019	
13	5K 3	28	453	6	6	6	36	137,668	38,241	389,951	
14	5K 4	28	497	6	6	6	36	118,893	33,026	336,77	
15	5K 5	28	479	6	6	6	36	109,860	30,517	311,183	

- Kolom 1 = Penomoran
- Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan
- Kolom 3 = Usia benda uji
- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = $K5 \times K6$
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$
- Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan rata-rata dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

- Panjang = 6 cm
- Lebar = 6 cm
- Luas = $p \times l$
= 36 cm^2

Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 171,010 \text{ kN}$$

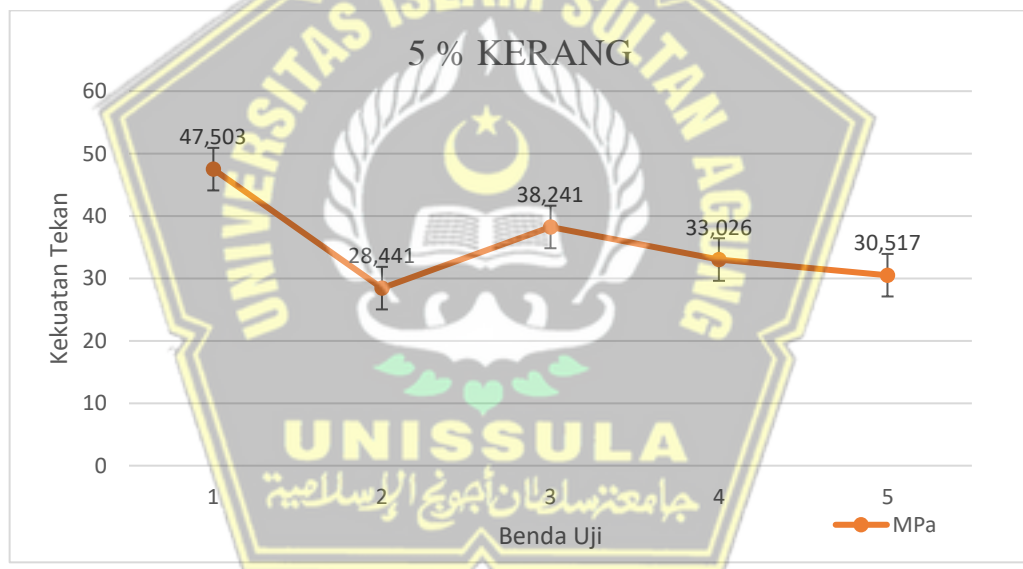
$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{171,010}{3.6} \end{aligned}$$

$$= 47,503 \text{ MPa}$$

$$\text{Konversi Beban} = \frac{171,010 \times 101.9716}{36}$$

$$= 483,393 \text{ kg/cm}^2$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 3 Grafik 5% Kerang

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 47,503 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 28,411 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{47,503+28,411+38,241+33,026+30,517}{5} \\ &= 35,546 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 35,546 MPa.

4.3.1.4 Bata Beton Dengan 5% Campuran Faba (35% Semen + 60% Pasir + 5% Faba)

Tabel 4. 9 Tabel 5% Faba

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²		kN	MPa	kg/cm ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
16	5F 1	28	453	6	6	6	36	104,753	29,098	296,718	35,829
17	5F 2	28	494	6	6	6	36	130,291	36,192	369,055	
18	5F 3	28	515	6	6	6	36	148,735	41,315	421,298	
19	5F 4	28	481	6	6	6	36	109,246	30,346	309,444	
20	5F 5	28	541	6	6	6	36	151,904	42,195	430,275	

- Kolom 1 = Penomoran
- Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan
- Kolom 3 = Usia benda uji
- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = K5 x K6
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = K9 x 101.19716 / K8
- Kolom 12 = K10 / 5

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

$$\text{Panjang} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= p \times l \\ &= 36 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

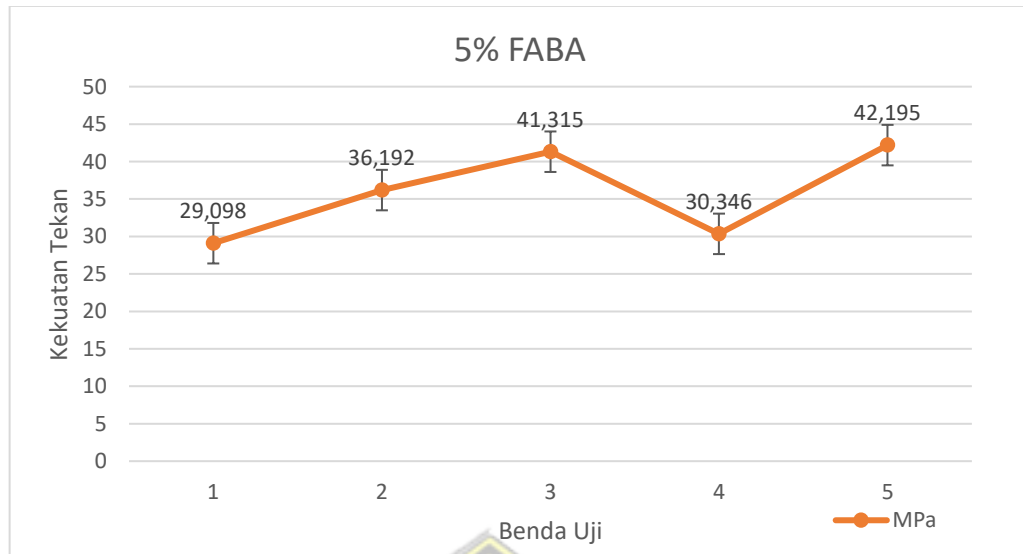
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 151,904 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{151,904}{3.6} \\ &= 42,195 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{151,904 \times 101.9716}{36} \\ &= 430,275 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 4 Grafik 5% Faba

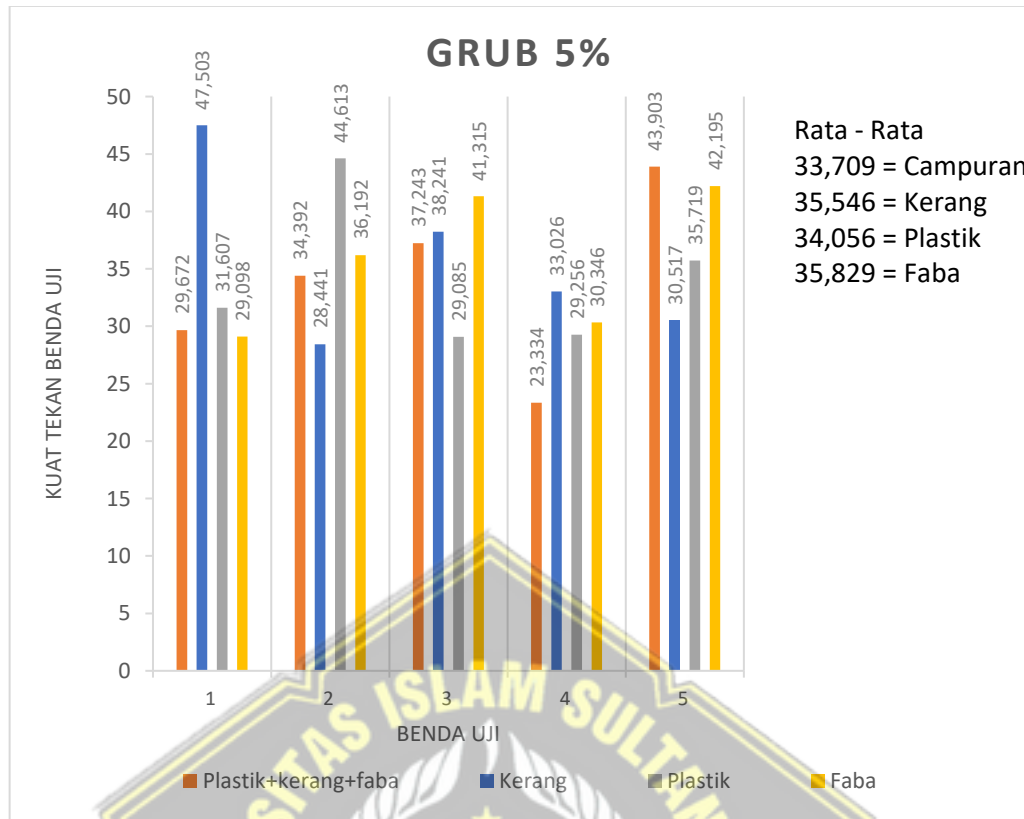
Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 42,195 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 29,098 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – rata dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{29,098 + 36,192 + 41,315 + 30,346 + 42,195}{5} \\
 &= 35,829 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 35,829 MPa.

4.3.1.5 Rangkuman Empat Bahan Pada Komposisi 5%

Berikut merupakan grafik dari keseluruhan benda yang diuji pada komposisi 5% diantaranya pada bahan plastik, kerang, faba, dan campuran ke-tiga bahan tersebut.



Gambar 4. 5 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 5%

Dalam komposisi 5% Plastik+Kerang+Faba terdapat 2 benda uji yang mencapai mutu A dan 3 mutu B, dalam komposisi 5% kerang terdapat 2 benda uji yang mencapai mutu A dan 3 mutu B, dalam komposisi 5% plastik terdapat 2 benda uji yang mencapai mutu A dan 3 mutu B, dalam komposisi 5% faba terdapat 3 benda uji yang mencapai mutu A dan 2 mutu B.

Dari pengujian pada komposisi 5% pada campuran faba memiliki kuat tekan yang lebih baik dengan 3 benda uji mutu A diantara campuran lainnya, yang pada pengujian campuran plastik, kerang, dan campuran ketiga bahan hanya memiliki 2 benda uji dengan mutu A. Perbedaan grafik antara satu dengan yang lainnya berbeda dikarenakan pada saat pengujian kuat tekan bata beton diharuskan untuk dipotong dengan bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 dan hal tersebut yang mempengaruhi perbedaan kuat tekan pada saat pengujian. Hal yang berpengaruh lainnya yaitu bahan campuran yang memiliki sifat mengikat seperti *fly ash* pada agregat dan mampu bercampur pada bahan pengikat merupakan kunci dari kuat tekan yang besar.

4.3.2 Kuat Tekan Dengan Komposisi 10%

Komposisi yang terdapat pada 10% bahan campuran sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Komposisi Perencanaan 10% Untuk Satu Bahan Campuran

Kelompok	Berat	Takaran 10%		
		Semen	Agregat	Campuran
	gram	Gram	gram	gram
10%	3000	1050	1755	195

Dari tabel 4.10 menjelaskan bahwa pada kondisi tanpa campuran ketiga bahan, dan hanya digunakan pada satu campuran.

Tabel 4. 11 Komposisi Perencanaan 10% Pada Campuran Tiga Bahan

Kelompok	Berat	Takaran 10%				
		Semen	Agregat Halus	Sampah Plastik	Kulit Kerang	Faba
	gram	gram	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1755	65	65	65

Pada tabel 4.11 menjelaskan untuk digunakan pada campuran ketiga bahan.

Pengujian paving block dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa variasi, adapun variasi tersebut dapat dilihat pada empat bahan campuran yang berbeda, sebagai berikut :

4.3.2.1 Bata Beton Dengan 10% Campuran Kerang (35% Semen + 55% Pasir + 10% Kerang)

Tabel 4. 12 Kerang 10%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
21	10K 1	28	439	6	6	6	36	98,179	27,272	278,096	29,282
22	10K 2	28	459	6	6	6	36	103,240	28,678	292,432	
23	10K 3	28	447	6	6	6	36	78,600	21,833	222,638	
24	10K 4	28	493	6	6	6	36	120,643	33,512	341,727	
26	10K 5	28	469	6	6	6	36	126,413	35,115	358,07	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = $K5 \times K6$
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$
- Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = $p \times l$
 $= 36 \text{ cm}^2$

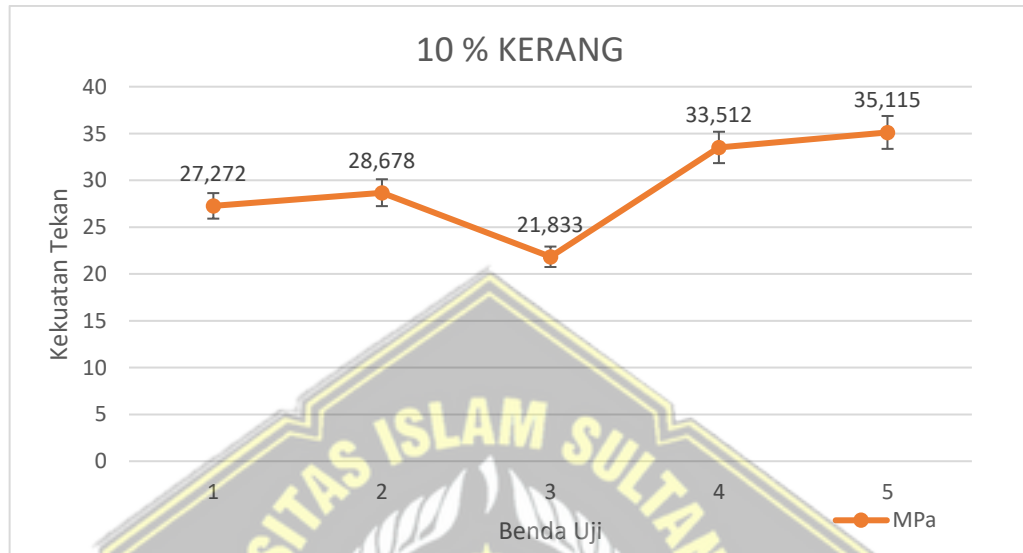
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

Beban maksimum = 126,413 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$
 $= \frac{126,413}{3.6}$
 $= 35,115 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{126,413 \times 101.9716}{36} \\ &= 358,07 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 6 Kerang 10%

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 33,512 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 21,833 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{27,272+28,678+21,833+33,512+35,115}{5} \\ &= 29,282 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 29,282 MPa.

4.3.2.2 Bata Beton Dengan 10% Campuran (35% Semen + 55% Agregat Halus + 3,3% Sampah Plastik + 3,3% Kulit Kerang + 3,3% Fly Ash dan Bottom Ash)

Tabel 4. 13 Campuran 10%

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²	kN	MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
25	10C 1	28	491	6	6	6	36	117,664	32,684	333,289	29,788
27	10C 2	28	476	6	6	6	36	84,795	23,554	240,186	
28	10C 3	28	494	6	6	6	36	111,185	30,885	314,936	
29	10C 4	28	514	6	6	6	36	111,279	30,911	315,203	
30	10C 5	28	477	6	6	6	36	92,079	25,577	260,818	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

Kolom 8 = K5 x K6

Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

$$\text{Panjang} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= p \times l \\ &= 36 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

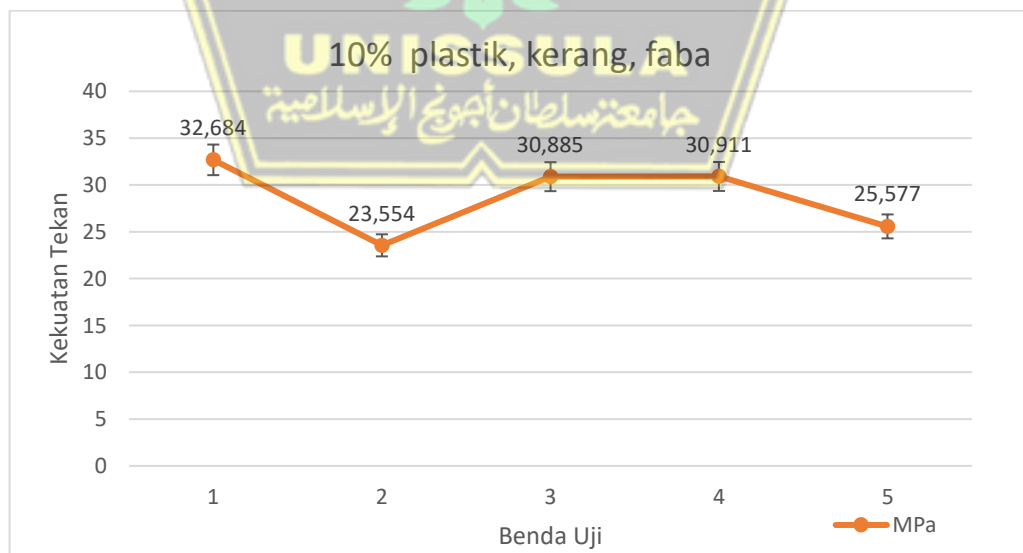
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 111,279 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{111,279}{3.6} \\ &= 30,911 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{111,279 \times 101.9716}{36} \\ &= 315,203 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 7 Grafik 10% Campuran

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 32,684 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 23,554 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{32,684+23,554+30,885+30,911+25,577}{5} \\ &= 29,788 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 29,788 MPa.

4.3.2.3 Bata Beton Dengan 10% Faba (35% Semen + 55% Pasir + 10% Faba)

Tabel 4. 14 Faba 10%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
31	10F 1	28	546	6	6	6	36	118,279	32,855	335,031	33,147
32	10F 2	28	519	6	6	6	36	87,066	24,185	246,618	
33	10F 3	28	459	6	6	6	36	133,270	37,020	377,493	
34	10F 4	28	469	6	6	6	36	81,154	22,543	229,872	
35	10F 5	28	525	6	6	6	36	174,874	49,132	495,338	

- Kolom 1 = Penomoran
- Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan
- Kolom 3 = Usia benda uji
- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = K5 x K6
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = $p \times l$
= 36 cm^2

Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

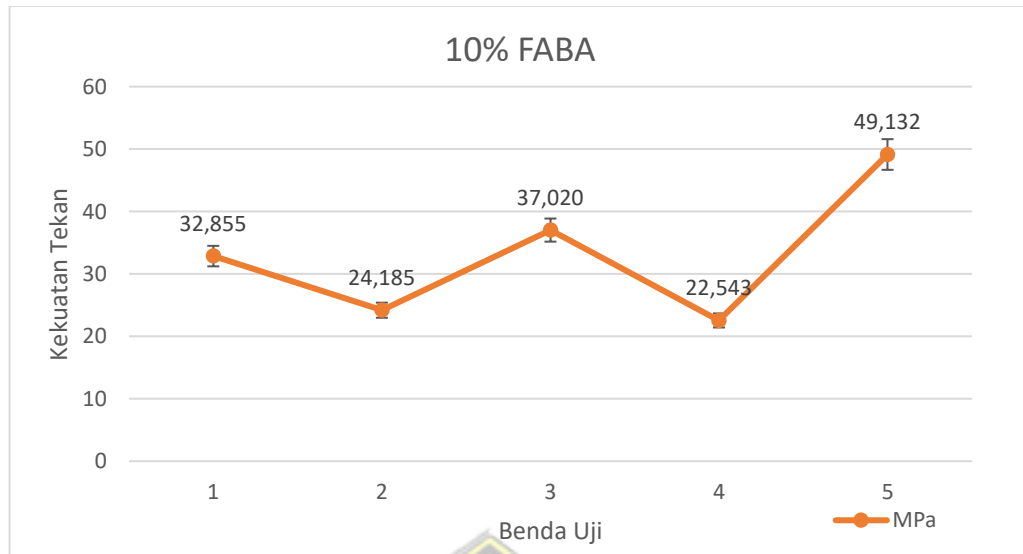
Beban maksimum = 174,874 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$
= $\frac{174,874}{3.6}$
= 49,132 MPa

Konversi Beban = $\frac{174,874 \times 101.9716}{36}$

= 495,338 kg/cm²

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 8 Grafik 10% Faba

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 49,132 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 22,543 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{32,855+24,185+37,020+22,543+49,132}{5} \\
 &= 33,147 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 33,147 MPa.

4.3.2.4 Bata Beton Dengan 10% Campuran Plastik (35% Semen + 55% Pasir + 10% Plastik)

Tabel 4. 15 Plastik 10%

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²	kN	MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
35	10F 5	28	525	6	6	6	36	174,874	49,132	495,338	33,147
36	10P 1	28	417	6	6	6	36	73,824	20,507	209,11	20,386
37	10P 2	28	423	6	6	6	36	40,388	11,219	114,401	
38	10P 3	28	422	6	6	6	36	60,014	16,617	169,992	
39	10P 4	28	436	6	6	6	36	104,611	29,059	296,315	
40	10P 5	28	425	6	6	6	36	88,295	24,526	250,1	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

Kolom 8 = K5 x K6

Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = p x l
= 36 cm²

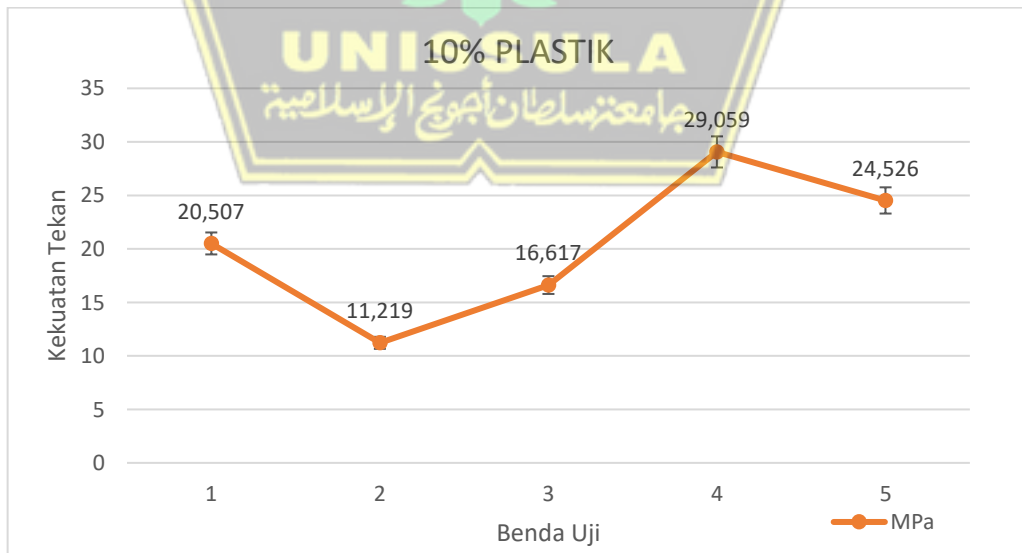
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

Beban maksimum = 104,611 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$
= $\frac{104,611}{3,6}$
= 29,059 MPa

Konversi Beban = $\frac{104,611 \times 101,9716}{36}$
= 296,315 kg/cm²

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 9 Grafik 10% Plastik

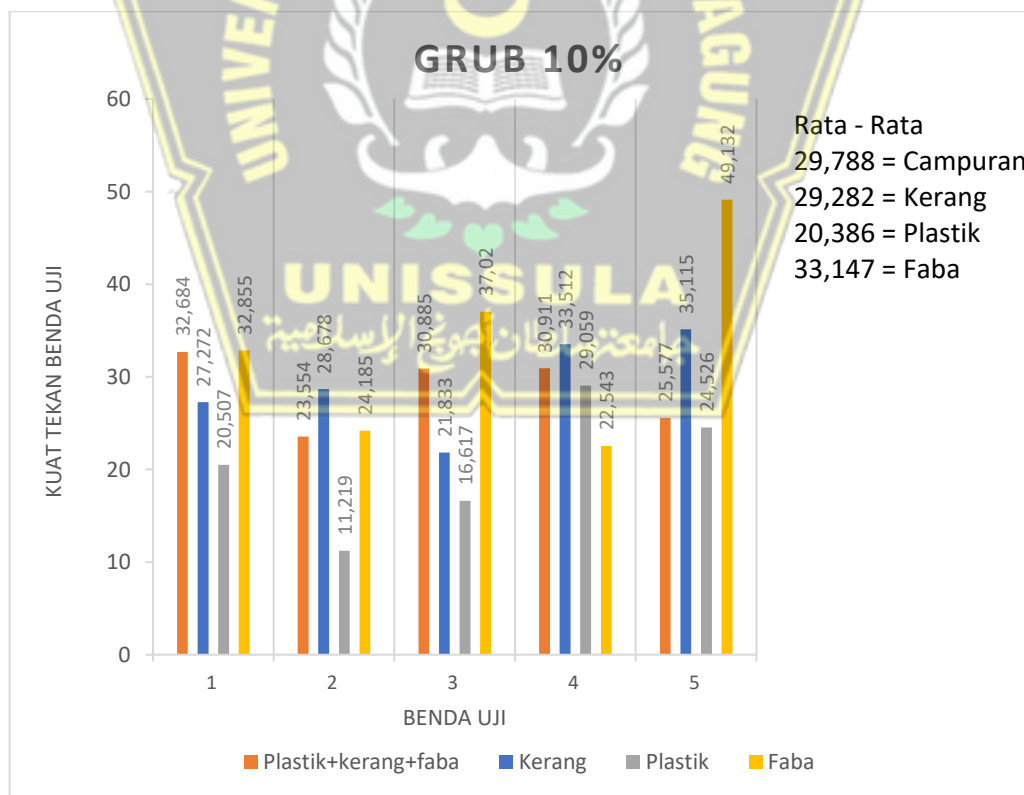
Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 29,059 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 11,219 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{20,507+11,219+16,617+29,059+24,526}{5} \\ &= 20,385 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 20,385 MPa.

4.3.2.5 Rangkuman Empat Bahan Pada Komposisi 10%

Berikut merupakan grafik dari keseluruhan benda yang diuji pada komposisi 10% diantaranya pada bahan plastik, kerang, faba, dan campuran ke-tiga bahan tersebut.



Gambar 4. 10 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 10%

Dalam komposisi 10% Plastik+Kerang+Faba terdapat 5 benda uji dengan mutu B, dalam komposisi 10% kerang terdapat 1 benda uji yang mencapai mutu A dan 4 mutu B, dalam komposisi 10% plastik terdapat 3 benda uji yang mencapai mutu B, 1 mutu C, dan 1 mutu D, dalam komposisi 10% faba terdapat 2 benda uji yang mencapai mutu A dan 3 mutu B.

Dari pengujian pada komposisi 10% pada campuran faba memiliki kuat tekan yang lebih baik dengan 2 benda uji mutu A diantara campuran lainnya, pada campuran 10% terlihat perbedaan yang cukup besar antara benda uji faba dan plastik, dikarenakan sifat plastik yang kurang baik dalam bahan pengikat semen Portland, namun masih mampu untuk mencapai kuat tekan rencana.

Perbedaan grafik antara satu dengan yang lainnya berbeda dikarenakan pada saat pengujian kuat tekan bata beton diharuskan untuk dipotong dengan bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 dan hal tersebut yang mempengaruhi perbedaan kuat tekan pada saat pengujian. Hal yang berpengaruh lainnya yaitu bahan campuran yang memiliki sifat mengikat seperti *fly ash* pada agregat dan mampu bercampur pada bahan pengikat merupakan kunci dari kuat tekan yang besar.

4.3.3 Kuat Tekan Dengan Komposisi 15%

Komposisi yang terdapat pada 15% bahan campuran sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Komposisi Perencanaan 15% Untuk Satu Bahan Campuran

KELOMPOK	BERAT	TAKARAN 10%		
		SEMEN	AGREGAT	CAMPURAN
	gram	Gram	gram	gram
15%	3000	1050	1658	293

Dari tabel 4.16 menjelaskan bahwa pada kondisi tanpa campuran ketiga bahan, dan hanya digunakan pada satu campuran.

Tabel 4. 17 Komposisi Perencanaan 15% Pada Campuran Tiga Bahan

Kelompok	Berat	Takaran 5%				
		Semen	Agregat Halus	Sampah Plastik	Kulit Kerang	Faba
	gram	gram	gram	gram	gram	gram
5%	3000	1050	1658	98	98	98

Pada tabel 4.17 menjelaskan untuk digunakan pada campuran ketiga bahan.

Pengujian paving block dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa variasi, adapun variasi tersebut dapat dilihat pada empat bahan campuran yang berbeda, sebagai berikut :

4.3.3.1 Bata Beton Dengan 15% Kerang (35% Semen + 50% Pasir + 15% Kerang)

Tabel 4. 18 Kerang 15%

No	No Benda Uji	Umur	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Luas Alas	Gaya	Hasil Kuat Tekan		
		hari	kg	cm	cm	cm	cm ²	kN	MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
41	15K 1	28	453	6	6	6	36	115,772	32,159	327,929	29,624
42	15K 2	28	495	6	6	6	36	88,721	24,645	251,306	
43	15K 3	28	507	6	6	6	36	112,036	31,121	317,347	
44	15K 4	28	519	6	6	6	36	94,443	26,234	267,514	
45	15K 5	28	504	6	6	6	36	122,251	33,959	346,281	

- Kolom 1 = Penomoratan
- Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan
- Kolom 3 = Usia benda uji
- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = K5 x K6
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$
- Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

$$\text{Panjang} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= p \times l \\ &= 36 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

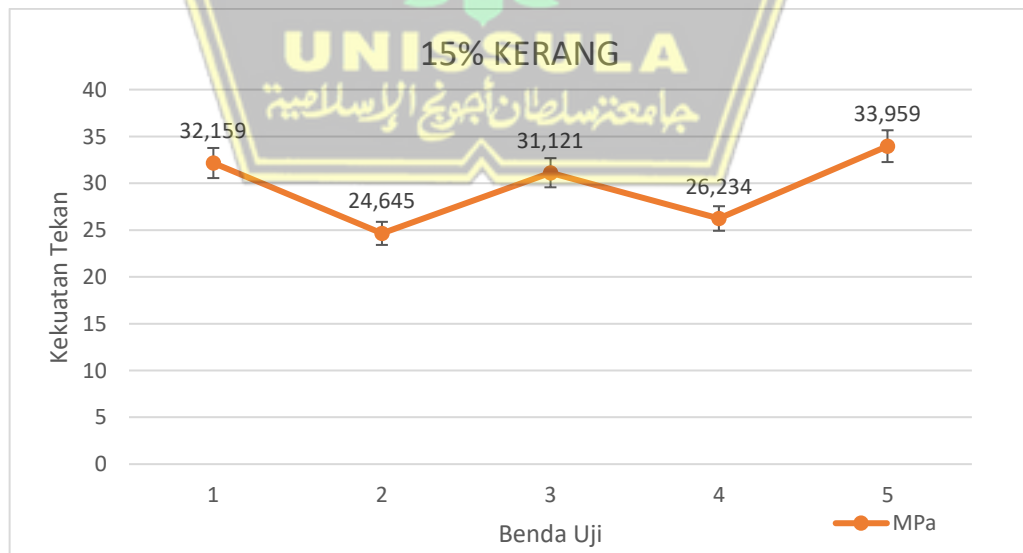
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 122,251 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{122,251}{3.6} \\ &= 33,959 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{122,251 \times 101.9716}{36} \\ &= 346,281 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 11 Grafik 15% Kerang

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 33,959 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 24,645 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{32,159+24,645+31,121+26,234+33,959}{5} \\ &= 29,624 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 29,624 MPa.

4.3.3.2 Bata Beton Dengan 15% Faba (35% Semen + 50% Pasir + 15% Faba)

Tabel 4. 19 Faba 15%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
46	15F 1	28	467	6	6	6	36	58,075	16,132	164,5	21,894
47	15F 2	28	476	6	6	6	36	88,768	24,658	251,439	
48	15F 3	28	448	6	6	6	36	59,730	16,592	169,188	
49	15F 4	28	507	6	6	6	36	108,725	30,202	307,968	
50	15F 5	28	416	6	6	6	36	78,789	21,886	223,173	

Kolom 1 = Penomoran

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

Kolom 8 = K5 x K6

Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)

Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)

Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$

Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = $p \times l$
= 36 cm²

Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

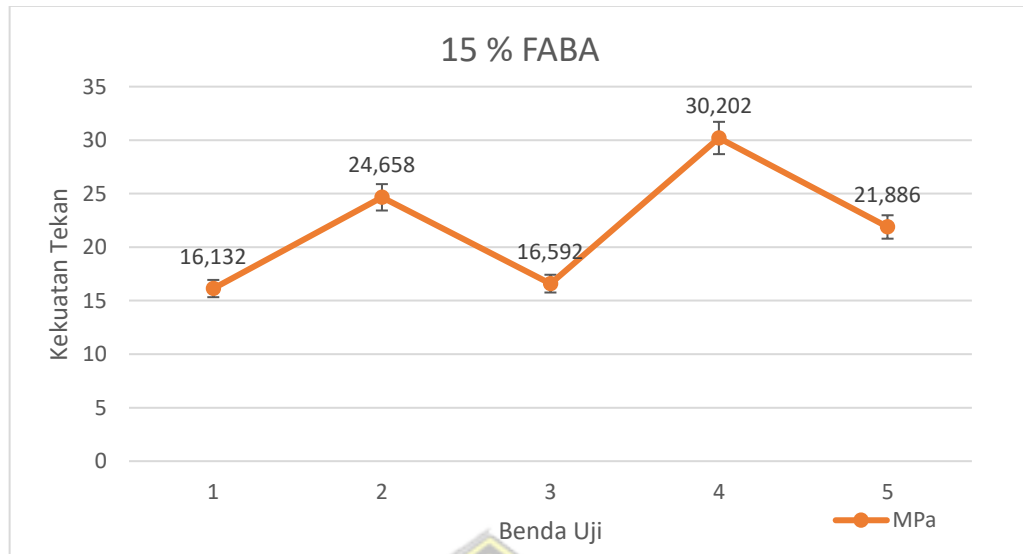
Beban maksimum = 108,725 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$
= $\frac{108,725}{3.6}$
= 30,202 MPa

Konversi Beban = $\frac{108,725 \times 101.9716}{36}$

= 307,968kg/cm²

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 12 Grafik 15% Faba

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 33,959 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 24,645 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – rata dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{16,132+24,658+16,592+30,202+21,886}{5} \\
 &= 21,894 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 21,894 MPa.

4.3.3.3 Bata Beton Dengan 15% Plastik (35% Semen + 50% Pasir + 15% Plastik)

Tabel 4. 20 Plastik 15%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
51	15P 1	28	438	6	6	6	36	35,895	9,971	101,674	17,669
52	15P 2	28	439	6	6	6	36	41,334	11,482	117,08	
53	15P 3	28	454	6	6	6	36	66,872	18,575	189,418	
54	15P 4	28	405	6	6	6	36	74,486	20,690	210,985	
55	15P 5	28	453	6	6	6	36	99,456	27,627	281,714	

Kolom 1	= Penomoran
Kolom 2	= Nomor benda uji pada saat diuji tekan
Kolom 3	= Usia benda uji
Kolom 4	= Berat benda uji (gram)
Kolom 5	= Pengukuran manual
Kolom 6	= Pengukuran manual
Kolom 7	= Pengukuran manual
Kolom 8	= K5 x K6
Kolom 9	= Hasil pengujian kuat tekan (kN)
Kolom 10	= Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
Kolom 11	= $K9 \times 101.19716 / K8$
Kolom 12	= $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang

$$= 6 \text{ cm}$$

Lebar

$$= 6 \text{ cm}$$

Luas

$$= p \times l$$

$$= 36 \text{ cm}^2$$

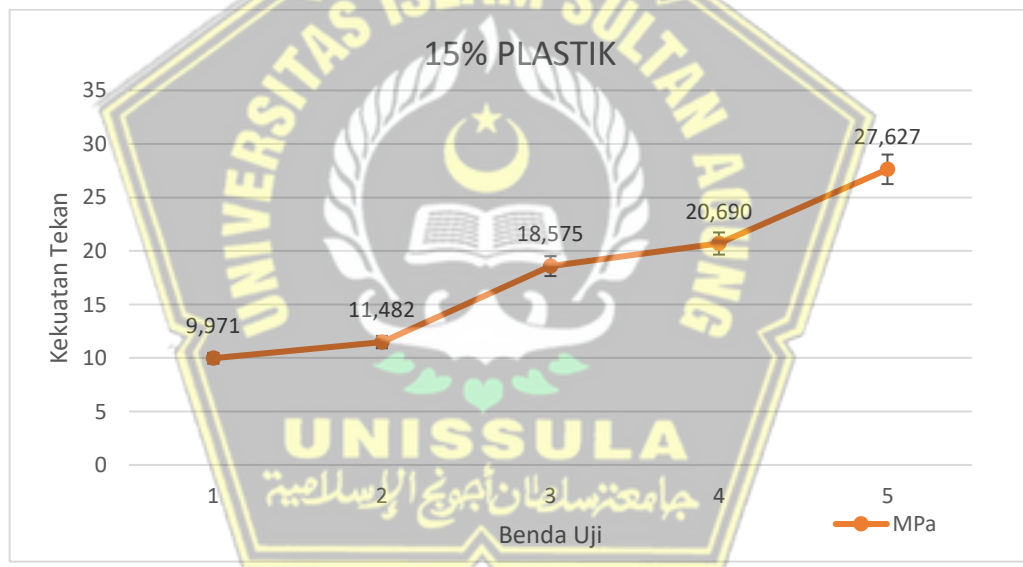
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 99,456 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{99,456}{3.6} \\ &= 27,627 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{99,456 \times 101.9716}{36} \\ &= 281,714 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 13 Grafik 15% Plastik

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 27,627 MPa pada pengujian ke 5 dan kuat tekan terendah mencapai 9,971 MPa pada pengujian yang pertama. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\ &= \frac{9,971+11,482+18,575+20,690+27,627}{5} \\ &= 17,669 \text{ MPa} \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 17,669 MPa.

4.3.3.4 Bata Beton Dengan 15% Campuran (35% Semen + 50% agregat halus + 5% sampah plastik + 5% kulit kerang + 5% fly ash dan bottom ash)

Tabel 4. 21 Campuran 15%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya kN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
56	15C 1	28	437	6	6	6	36	74,344	20,651	210,583	20,932
57	15C 2	28	458	6	6	6	36	93,308	25,919	264,299	
58	15C 3	28	394	6	6	6	36	35,848	9,958	101,541	
59	15C 4	28	428	6	6	6	36	68,338	18,983	193,57	
60	15C 5	28	414	6	6	6	36	104,942	29,151	297,253	

- Kolom 1 = Penomoran
- Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan
- Kolom 3 = Usia benda uji
- Kolom 4 = Berat benda uji (gram)
- Kolom 5 = Pengukuran manual
- Kolom 6 = Pengukuran manual
- Kolom 7 = Pengukuran manual
- Kolom 8 = K5 x K6
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = K9 x 101.19716 / K8
- Kolom 12 = K10 / 5

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

$$\text{Panjang} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= p \times l \\ &= 36 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

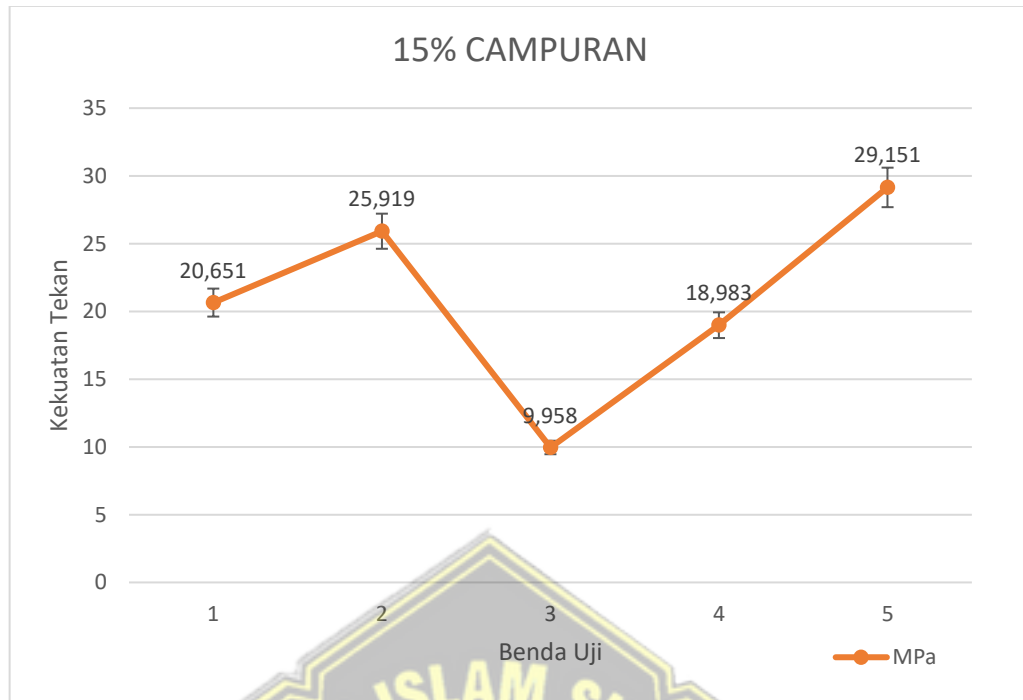
Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

$$\text{Beban maksimum} = 104,942 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{104,942}{3,6} \\ &= 29,151 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi Beban} &= \frac{104,942 \times 101,9716}{36} \\ &= 297,253 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 14 Grafik 15% Campuran

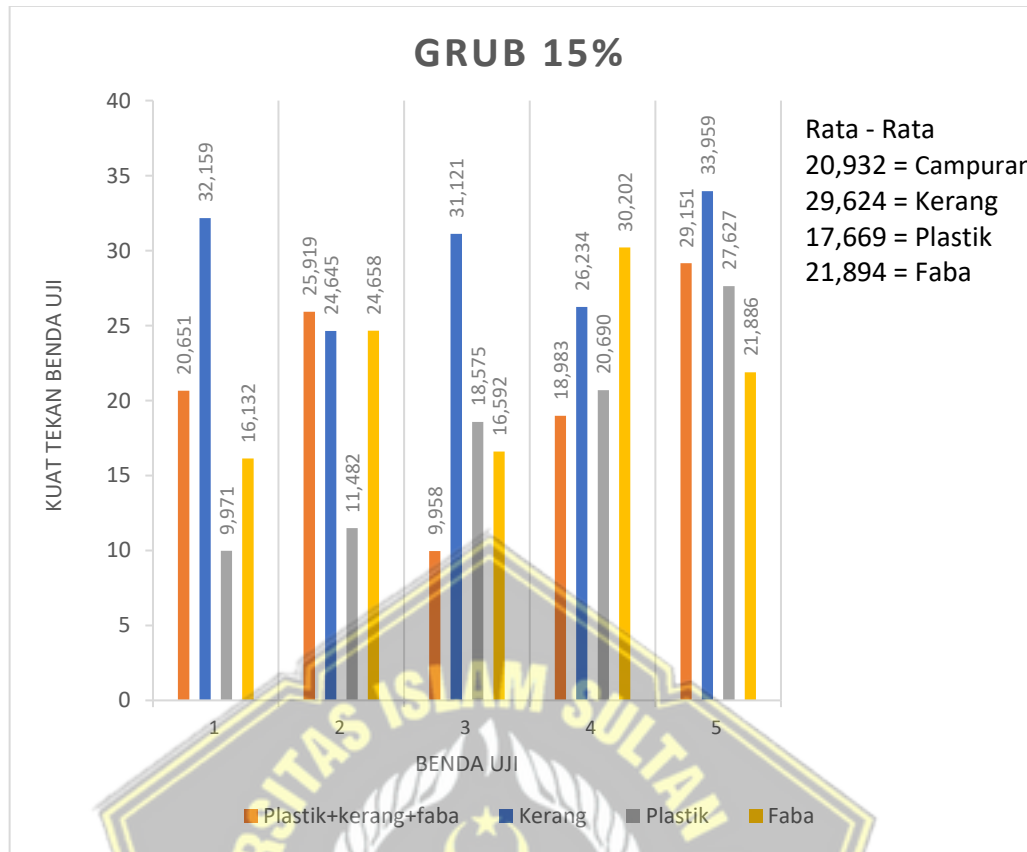
Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 27,627MPa dan kuat tekan terendah mencapai 9,971 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – ratakan dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{20,651+25,919+9,958+18,983+29,151}{5} \\
 &= 20,932 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 20,932 MPa.

4.3.3.5 Rangkuman Empat Bahan Pada Komposisi 15%

Berikut merupakan grafik dari keseluruhan benda yang diuji pada komposisi 15% diantaranya pada bahan plastik, kerang, faba, dan campuran ke-tiga bahan tersebut



Gambar 4. 15 Gambar Grafik Perbandingan empat Bahan Pada Komposisi 15% Dalam komposisi 15% Plastik+Kerang+Faba terdapat 4 benda uji yang mencapai mutu B dan 1 mutu C, dalam komposisi 15% kerang terdapat 5 benda uji yang mencapai mutu B, dalam komposisi 15% plastik terdapat 3 benda uji yang mencapai mutu B dan 2 mutu D, dalam komposisi 15% faba terdapat 3 benda uji yang mencapai mutu B dan 2 mutu C.

Dari pengujian pada komposisi 15% pada campuran kerang merupakan campuran yang terbaik dari bahan campuran lainnya. Pada campuran faba terjadi penurunan mutu dikarenakan bahan pengikat yang berlebih antara semen, fly ash, dan bottom ash. Pada campuran ke-tiga bahan memiliki rata – rata kuat tekan yang baik. Pada campuran plastik menjadi campuran yang kurang kuat dibanding campuran lainnya dengan hasil kuat tekan terdapat 2 benda uji dengan mutu D.

Perbedaan grafik antara satu dengan yang lainnya berbeda dikarenakan pada saat pengujian kuat tekan bata beton diharuskan untuk dipotong dengan bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 dan hal tersebut yang mempengaruhi perbedaan kuat tekan

pada saat pengujian. Hal yang berpengaruh lainnya yaitu bahan campuran yang memiliki sifat mengikat seperti fly ash yang terlalu banyak pada bata beton dapat mengurangi mutu yang akan direncanakan.

4.3.4 Kuat Tekan Dengan Komposisi 0%

Komposisi yang terdapat pada 10% bahan campuran sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Komposisi Perencanaan 0%

KELOMPOK	BERAT	0%		
		SEMEN	AGREGAT	CAMPURAN
	gram	Gram	gram	gram
0%	3000	1050	1950	-

Pada tabel 4.22 memiliki komposisi tanpa campuran atau bahan tambahan.

Pengujian paving block dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa variasi, adapun variasi 0% tersebut tanpa menggunakan bahan campuran dapat dilihat pada, sebagai berikut :

4.3.4.1 Bata Beton Dengan 0 % Campuran (35% Semen + 65% Pasir)

Tabel 4. 23 Campuran 0%

No	No Benda Uji	Umur hari	Berat kg	Panjang cm	Lebar cm	Tinggi cm	Luas Alas cm ²	Gaya KN	Hasil Kuat Tekan		
									MPa	kg/cm ²	Rata ²
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
61	0% A	28	498	6	6	6	36	77,465	21,518	219,423	24,114
62	0% B	28	475	6	6	6	36	64,933	18,037	183,926	
63	0% C	28	479	6	6	6	36	82,147	22,819	232,685	
64	0% D	28	500	6	6	6	36	80,397	22,333	227,728	
65	0% E	28	491	6	6	6	36	129,109	35,863	365,707	

Kolom 1 = Penomorasi

Kolom 2 = Nomor benda uji pada saat diuji tekan

Kolom 3 = Usia benda uji

Kolom 4 = Berat benda uji (gram)

Kolom 5 = Pengukuran manual

Kolom 6 = Pengukuran manual

Kolom 7 = Pengukuran manual

- Kolom 8 = $K5 \times K6$
- Kolom 9 = Hasil pengujian kuat tekan (kN)
- Kolom 10 = Hasil pengujian kuat tekan (MPa)
- Kolom 11 = $K9 \times 101.19716 / K8$
- Kolom 12 = $K10 / 5$

Berdasarkan Pengujian kuat tekan setelah mencapai umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan yang berbeda setiap variasinya. Pada pembahasan ini ditarik hasil kuat tekan rata-rata dari setiap variasi penambahannya, berikut merupakan perhitungan manual.

Perhitungan luasan alas benda yang di uji

Panjang = 6 cm

Lebar = 6 cm

Luas = $p \times l$
 = 36 cm²

Data yang didapatkan dari hasil uji tekan

Beban maksimum = 129,109 kN

Kuat Tekan = $\frac{P}{A}$

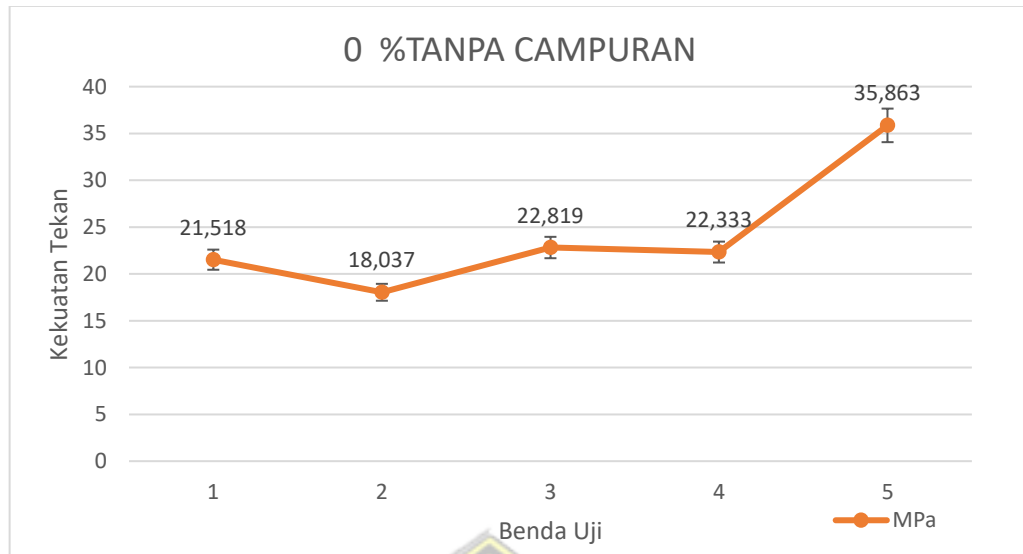
$$= \frac{129,109}{3.6}$$

$$= 35,836 \text{ MPa}$$

Konversi Beban = $\frac{129,109 \times 101.9716}{36}$

$$= 365,707 \text{ kg/cm}^2$$

Berikut merupakan grafik dari 5 benda yang telah diuji :



Gambar 4. 16 Grafik 0%

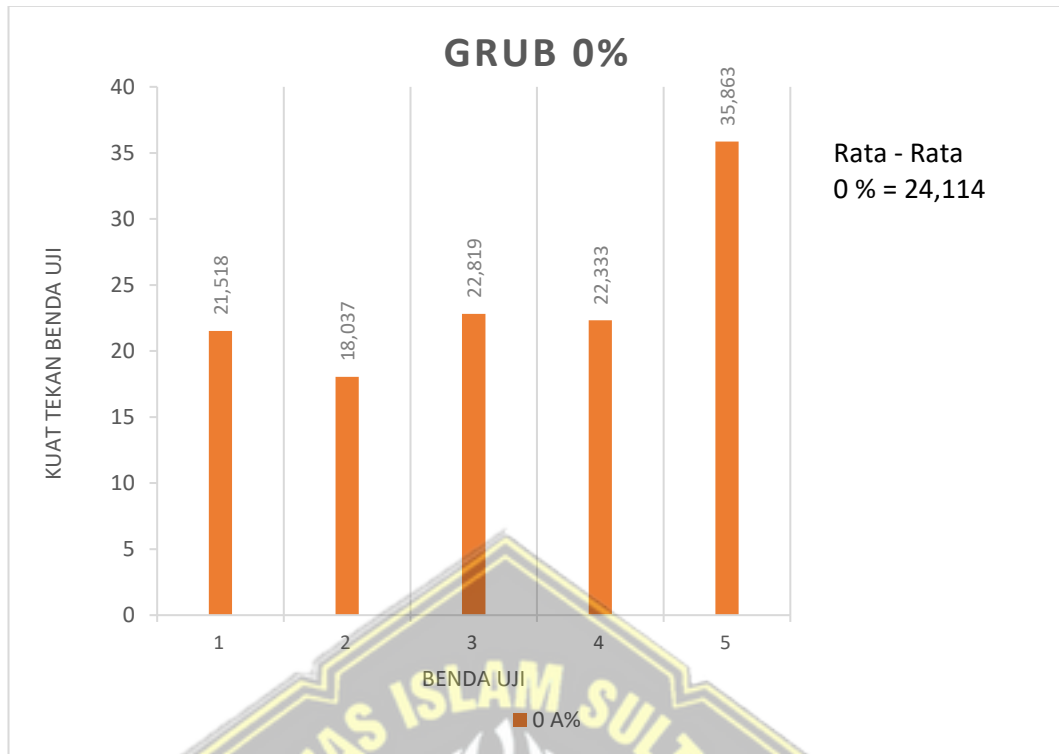
Dari hasil perhitungan yang telah dibuat menjadi grafik dari lima buah benda yang telah diuji dapat terlihat bahwasannya kuat tekan yang paling tinggi mampu mencapai 35,863 MPa dan kuat tekan terendah mencapai 18,037 MPa. Dari hasil lima pengujian dapat dirata – rata dengan rumus, sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata – rata} &= \frac{\sum \text{Keseluruhan benda uji}}{5} \\
 &= \frac{21,518+18,037+22,819+22,333+35,863}{5} \\
 &= 24,114 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

hasil rata – rata dari ke-lima benda uji yang telah ditekan memiliki rata – rata 24,114 MPa.

4.3.4.2 Rangkuman Empat Bahan Pada Komposisi 0%

Berikut merupakan grafik dari keseluruhan benda yang diuji pada komposisi 0% tanpa campuran untuk kuat tekan dengan rata rata 24,144 MPa.



Gambar 4. 17 Gambar Grafik Perbandingan Empat Bahan Pada Komposisi 0% Dalam komposisi 0% memiliki kuat tekan rata rata 24,144 MPa, dimana pada kuat tekan tertinggi 35,865 MPa dan kuat tekan terendah pada 18,037 MPa

Perbedaan grafik antara satu dengan yang lainnya berbeda dikarenakan pada saat pengujian kuat tekan bata beton diharuskan untuk dipotong dengan bentuk kubus dengan ukuran 6 x 6 x 6 dan hal tersebut yang mempengaruhi perbedaan kuat tekan pada saat pengujian sera berat pada setiap paving yang berbeda.

4.4 Pengujian Daya Serap Air Bata Beton(Paving Block)

Dari hasil pengujian setiap daya serap air pada paving block yang setiap variasi terdiri dari 1 sampel didapatkan daya serap air masing-masing benda uji. Dari pengujian satu sampel tersebut diambil nilai daya serap air variasi penambahan plastik, kerang, fly ash dan bottom ash. Sebagai contoh perhitungan diambil perhitungan daya serap air variasi penambahan plastik, kerang, fly ash dan bottom ash.

4.4.1 Perhitungan Penyerapan Air Bata Beton

Berikut merupakan data yang diteliti guna mengetahui seberapa besar penyerapan bata beton :

Tabel 4. 24 Penyerapan Air Bata Beton

% / Jenis	Kering Oven				Penyerapan				Perhitungan Penyerapan air			
	15%	10%	5%	0%	15%	10%	5%	0%	15%	10%	5%	0%
K1	K2				K3				K4			
Plastik	2293	2346	2554	-	2329	2395	2600	-	1.57%	2.09%	1.80%	-
Kerang	2584	2632	2572	-	2638	2655	2598	-	2.09%	0.87%	1.01%	-
Faba	2510	2641	2664	-	2534	2658	2683	-	0.96%	0.64%	0.71%	-
Campuran	2466	2534	2743	-	2494	2658	2774	-	1.14%	4.89%	1.13%	-
Tanpa	-	-	-	2416	-	-	-	2442	-	-	-	1.08%
Campuran	-	-	-	2784	-	-	-	2816	-	-	-	1.15%

Kolom 1 = Jenis penujian

Kolom 2 = Bata beton setelah di Oven

Kolom 3 = Bata beton setelah di rendam air

Kolom 4 = $(K3 - K2) / K2$

4.4.1.1 Berikut Merupakan Perhitungan Manual Plastik 15%

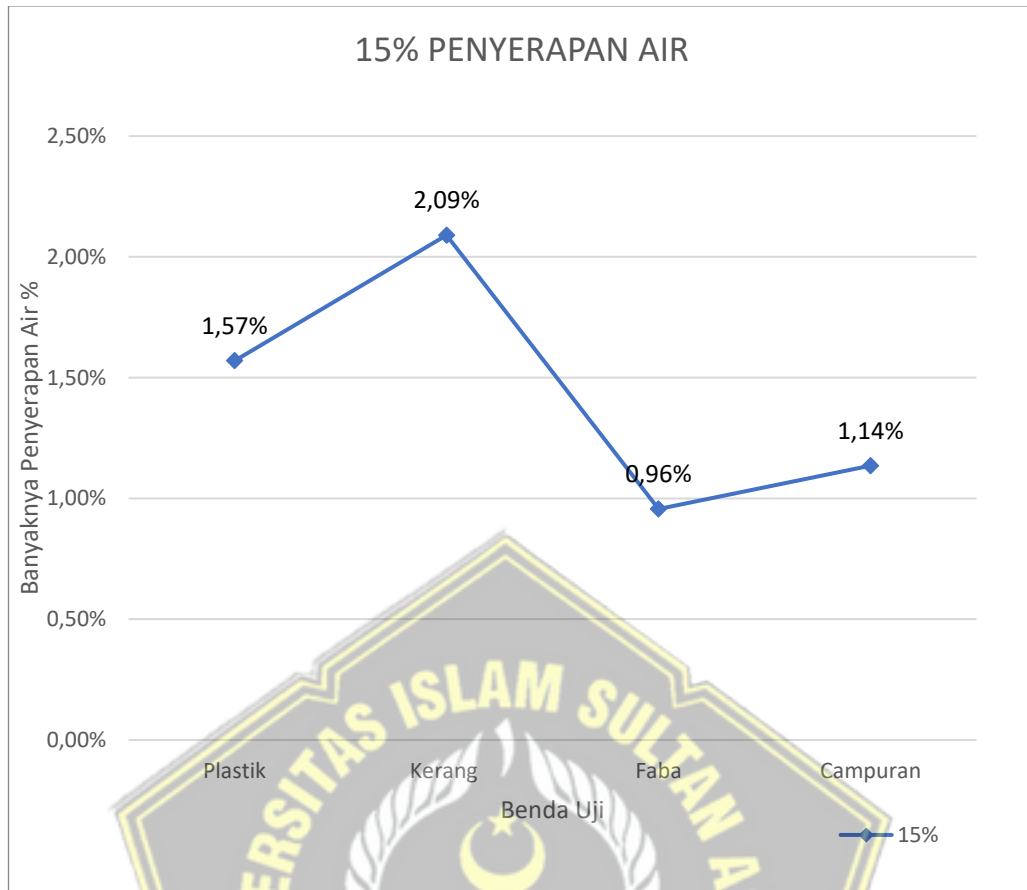
Berat basah (Wb) = 2329 g

Berat Kering (Wk) = 2293 g

Daya Serap = $\frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$

$$= \frac{2329}{2293} \times 100\%$$

$$= 1,57\%$$



Gambar 4. 18 Grafik Penyerapan Air 15%

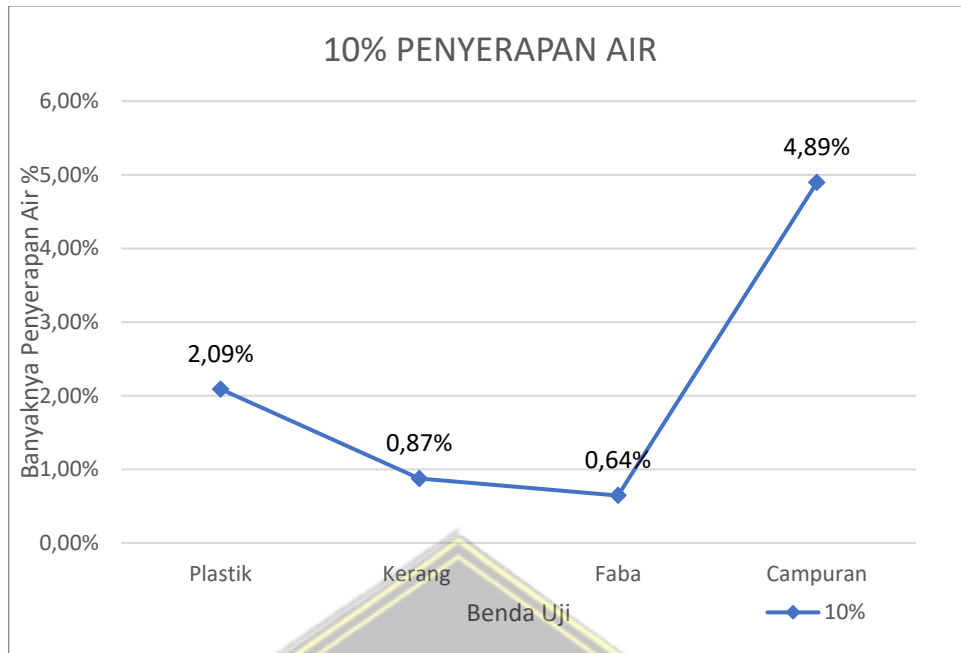
Penyerapan puncak terjadi pada campuran kerang 2.09% dan campuran yang paling rendah dalam penyerapan air merupakan campuran *faba* 0.96%. Dalam banyaknya penyerapan yang mampu diserap oleh bata beton dengan berbagai macam campuran mampu memenuhi syarat SNI 03-0619-1996.

4.4.1.2 Berikut Merupakan Perhitungan Manual Kerang 10%

$$\text{Berat basah (Wb)} = 2655 \text{ g}$$

$$\text{Berat Kering (Wk)} = 2632 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap} &= \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\% \\ &= \frac{2655 - 2632}{2632} \times 100\% \\ &= 0,87\% \end{aligned}$$



Gambar 4. 19 Grafik Penyerapan 10%

Penyerapan puncak terjadi pada campuran 4,89% dan campuran yang paling rendah dalam penyerapan air merupakan campuran *faba* 0.64%. Dalam banyaknya penyerapan yang mampu diserap oleh bata beton dengan berbagai macam campuran mampu memenuhi syarat SNI 03-06-1996.

4.4.1.3 Berikut Merupakan Perhitungan Manual Faba 5%

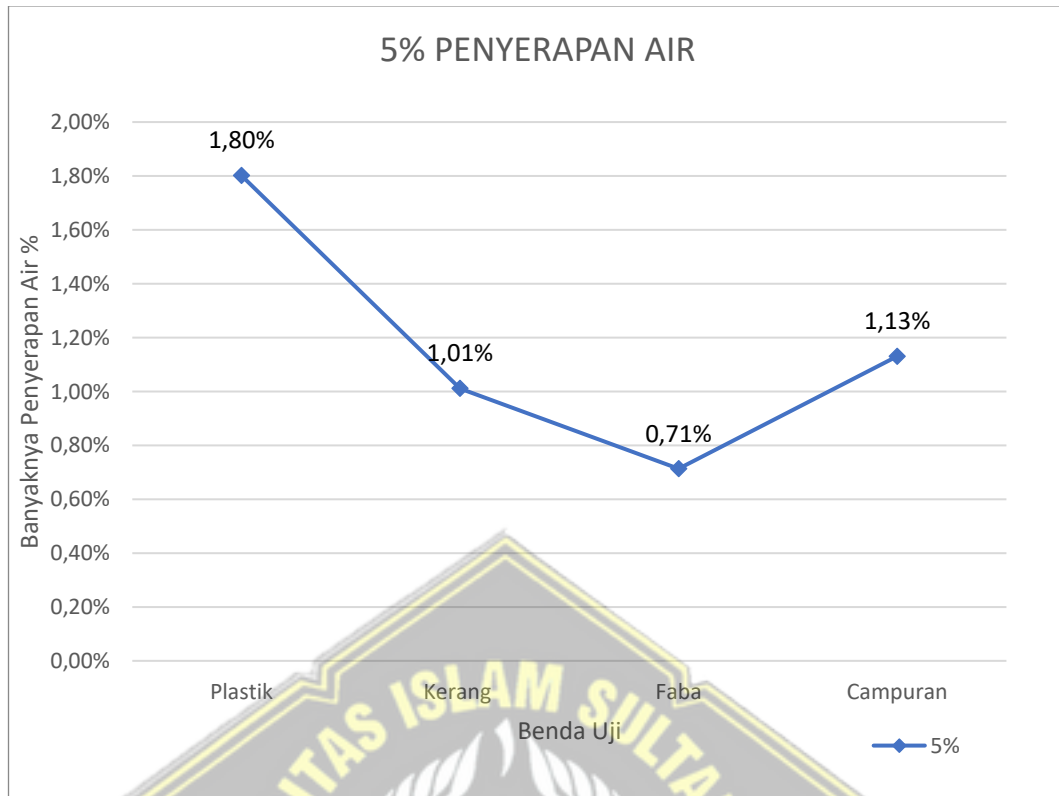
Berat basah (Wb) = 2683 g

Berat Kering (Wk) = 2664g

Daya Serap = $\frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$

$$= \frac{2683 - 2664}{2664} \times 100\%$$

$$= 0,71\%$$



Gambar 4. 20 Grafik Penyerapan 5%

Penyerapan puncak terjadi pada campuran plastik 1,80% dan campuran yang paling rendah dalam penyerapan air merupakan campuran *faba* 0,71%. Dalam banyaknya penyerapan yang mampu diserap oleh bata beton dengan berbagai macam campuran mampu memenuhi syarat SNI 03-06-1996.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian Analisa Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik, Kerang, *Fly Ash* dan *Bottom Ash* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Bata beton yang di buat menggunakan sampah plastik, kerang, *fly ash* dan *bottom ash* dapat di campur akan tetapi nilai kuat tekan akan berbeda beda dalam hal pengujian maupun penyerapan antara dari campuran 0% sampai yang 15%. Komposisi dan penggunaan alat pembuatan bata beton berperan penting dalam merencanakan kuat tekan yang diinginkan.
- b. Bata beton yang dicampur dengan campuran plastik, lebih rendah dikarenakan dari plastik itu sendiri tidak dapat menahan kuat tekan yang maksimal dibandingkan dengan campuran yang lain seperti faba, maupun kerang, dari kuat tekan paling terendah campuran plastik itu sendiri berada di 11,219 MPa dimana pada kuat tekan tersebut bisa dikatakan dengan mutu C, sedangkan mutu tertinggi berada di campuran 5% yang dimana kuat tekan mencapai 44,613MPa dimana kuat tekan tersebut mendapatkan mutu A dimana bisa digunakan untuk jalan raya.
- c. Bata beton yang dicampur dengan campuran kerang, lebih besar nilai Mpa dari ketiga bahan campuran lainnya dikarenakan sifat dari karakteristik kerang tersebut sangat keras, dimana untuk kuat terendah pada kerang berada pada 21,883 MPa, dimana pada kuat tekan tersebut bisa mendapatkan mutu B, sedangkan mutu tertinggi 47,508 MPa, dimana kuat tekan tersebut mendapatkan nilai mutu A dan bisa di gunakan pada jalan raya.
- d. Hasil bata beton yang dicampur dengan *fly ash* dan *bottom ash* lebih besar dari ke dua bahan campuran yang lain, dikarenakan sifat dari faba seperti semen dan sangat keras bila terkena air, untuk kuat tekan faba yang paling tinggi berada pada campuran 10%, dimana pada campuran tersebut mendapatkan nilai 49,132 MPa, nilai tersebut nilai dengan mutu A untuk jalan raya dan untuk mutu

terendah berada pada 22,543 MPa, nilai tersebut mampu atau kuat berada pada mutu B, pada peralatan parkir

- e. Pada kuat tekan campuran plastik, kerang, faba,, pada campuran 5% mengalami kuat tekan yang paling tinggi rata rata 33,709 MPa, serta untuk kuat tekan paling rendah pada campuran 15% yaitu 20,932 MPa.

5.2 Saran

Penelitian Analisa Kuat Tekan Bata Beton Terhadap Penambahan Sampah Plastik, Kerang, *Fly Ash* dan *Bottom ash* dapat diberimasukan saran sebagai berikut:

- a. Bata beton (*paving block*) yang menggunakan bahan tambahan plastik 15% sebaiknya baik digunakan untuk peralatan parkir, dikarenakan kuat tekan dalam penelitian ini memiliki mutu B dan bahkan bisa kurang dari mutu C, sebagaimana dalam SNI 03-0691-1996 menyatakan bahwasannya bata beton dengan mutu B atau dibawahnya tidak layak untuk digunakan pada jalan umum.
- b. Bata beton (*paving block*) pada campuran kerang dalam penelitian ini memiliki kuat tekan yang relatif stabil antara mutu A dan mutu B dari setiap persen campurannya, hal tersebut dinyatakan pada SNI 03-0691-1996 bahwasannya bata beton dengan campuran kerang dapat digunakan untuk jalan umum.
- c. Bata beton (*paving block*) pada campuran faba memiliki kuat tekan yang relatif tinggi pada campuran bahan 5% dan 10% dengan mutu A dan B yang dinyatakan pada SNI 03-0691-1996 bahwasannya mampu digunakan pada jalan umum, namun terdapat penurunan kuat tekan pada campuran 15% yang hanya memungkinkan untuk digunakan sebagai peralatan parkir atau pejalan kaki.
- d. Bata beton dengan ke-tiga bahan campuran (plastik + kerang + *fly ash* dan *bottom ash*) dalam penelitian ini memiliki kuat tekan yang relatif stabil antara mutu A dan mutu B dari setiap persen campurannya, hal tersebut dinyatakan pada SNI 03-0691-1996 bahwasannya bata beton dengan campuran kerang dapat digunakan untuk jalan umum ataupun digunakan untuk peralatan parkir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. (2014). Pengaruh penambahan berbagai jenis serat pada kuat tekan paving block. *Jurnal rekayasa sipil*, 10(1), 1-11.
- Budiyantoro, C. (2010). Thermoplastik dalam Industri. *Teknika Media, Surakarta*.
- Burhanuddin, B., Basuki, B., & Darmanijati, M. R. S. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(1).
- Gita, P. (2018). Bahan konstruksi ramah lingkungan dengan pemanfaatan limbah botol plastik kemasan air mineral dan limbah kulit kerang hijau sebagai campuran paving block. *Jurnal Konstruksia*, 9(2), 25-30.
- Gusniar, I. N. (2018). Metode pembuatan paving block segi enam berbahan sampah plastik dengan mesin injection molding. *Barometer*, 3(2), 130-133.
- Hidayati, R. (2016). Peningkatan Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pematat Modifikasi.
- Kusuma, E. W. (2012). Pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran pembuatan paving block. *Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim*.
- Limantara, A. D., Winarto, S. W., & Mudjanarko, S. W. (2017). Sistem pakar pemilihan model perbaikan perkerasan lenturberdasarkan indeks kondisi perkerasan (PCI). *Prosiding Semnastek*.
- MAULANAADHA, K. A. N. T. A. (2018). *Analisis Pengaruh Bentuk Paving Block Terhadap Kelendutan Perkerasan Jalan* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Mudiyono, R., & Tsani, N. S. (2019). Analisis pengaruh bentuk paving block terhadap kelendutan perkerasan jalan. *Reviews in Civil Engineering*, 3(1).
- Mudjanarko, S. W., Limantara, A. D., Mayestino, M., Sutrisno, A. E. A., Ibrahim, M. H. W., & Wiwoho, F. P. (2020, July). The Utilization of Bamboo

Innovation as Aggregate Substitute for Paving Block. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1573, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

Pangerapan, M. L., Sendow, T. K., & Lintong, E. (2018). Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd t-05-2005-b dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Manado-Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 6(10).

Sultan, M. A., Tata, A., & Wanda, A. (2020). Penggunaan Limbah Plastik PP Sebagai Bahan Pengikat pada Campuran Paving Block. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 95-102.

Suroso, T. W. (2008). Faktor-faktor penyebab kerusakan dini pada perkerasan jalan. *Jurnal Jalan dan Jembatan*, 25(3).

Swardana, R., Sari, Y. A., & Pamadi, M. (2022). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik. *PILAR*, 17(2), 67-73.

Widodo, S., Marleni, N. N. N., & Firdaus, N. A. (2018). Pelatihan pembuatan paving block dan eco-bricks dari limbah sampah plastik di kampung Tulung Kota Magelang. *Community Empowerment*, 3(2), 63-66.

Wardani, S. P. R. (2008). Pemanfaatan limbah batubara (Fly Ash) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan.

Yanto, M. A. D., Rajasya, M., & Hatta, I. (2022). *ANALISIS PENURUNAN PERKERASAN PAVING BLOCK AKIBAT KADAR AIR PADA LAPISAN SUBGRADE (Area Kampus Unissula SEMARANG)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).