

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SUBSTITUSI PARSIAL PASIR BESI DENGAN BAHAN
TAMBAH POLYMER TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR
BETON**



Di susun oleh :

I WAYAN PANCA MAHARYASA

(4518041097)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2023



UNIVERSITAS
BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km.4
Telp.(0411) 452901 – 452789 Fax. 452949
MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **“Analisis Substitusi Parsial Pasir Besi Dengan Bahan Tambah
Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Lentur Beton” “**

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **I WAYAN PANCA MAHARYASA**

No.Stambuk : **45 18 041 097**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil /
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT**


Pembimbing II : **Dr. Ir. A . Rumpang Yusuf, MT**

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. H. Nasrullah ST. MT.
NIDN.09-0807-7301

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. A . Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 0001056502



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa No. A.873/FT/UNIBOS/VIII/2023 Tertanggal 16 Agustus 2023, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 23 Agustus 2023
Nama : I WAYAN PANCA MAHARYASA
Nim : 4518 041 097
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipi
Judul : “ANALISIS SUBTITUSI PARSIAL PASIR BESI DENGAN BAHAN TAMBAH POLYMER TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN KUAT LENTUR BETON”

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua / Ex. Officio : Dr.Ir.H.Syahrul Sariman, MT
Sekretaris / Ex. Officio : Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
Anggota : Ir. Nur Hadijah Yunianti, ST, MT
: Ir. Tamrin Mallawangeng, MT

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. Nasrullah, ST., MT.

NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.

NIDN : 00 010565 02

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **I WAYAN PANCA MAHARYASA**

Stambuk : **45 18 041 097**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul : **ANALISIS SUBSTITUSI PARSIAL PASIR BESI DENGAN BAHAN TAMBAH POLYMER TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN KUAT LENTUR BETON**

Mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan, dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan Pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 2023

Yang membuat pernyataan



(I WAYAN PANCA MAHARYASA)

45 18 041 097

ABSTRAK

“ANALISIS SUBSTITUSI PARSIAL PASIR BESI DENGAN BAHAN TAMBAH POLYMER TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN KUAT LENTUR BETON”

I Wayan Panca Maharyasa¹, Syahrul Sariman², Andi Rumpang³

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh penggunaan Pasir Besi sebagai substitusi parsial pasir dan penambahan Polymer terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton. Variasi Pasir Besi (10%, 20%, dan 30%) digunakan dengan penambahan Polymer (Polcon) dengan perbandingan 1:200 terhadap jumlah air. Benda uji dibuat sebanyak 49 sampel, 20 sampel beton normal dan 29 sampel beton variasi. Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam beton selama 28 hari. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton dilakukan ketika umur benda uji mencapai 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase Pasir besi yang digunakan, semakin rendah kekuatan tekan beton yang dihasilkan. Variasi pasir besi 10% menunjukkan kekuatan tekan rata-rata yang lebih baik daripada variasi 20% dan 30%. Penambahan Polymer (POLCON) meningkatkan kekuatan tekan beton secara signifikan. Kombinasi optimal adalah 10% pasir besi dan 24 ml Polymer (POLCON), yang menghasilkan kekuatan tekan rata-rata 35,10 Mpa

Kata kunci: Pasir besi, Polymer, Kuat Tekan, Kuat Lentur

ABSTRACT

“ANALYSIS OF PARTIAL SUBSTITUTION OF IRON SAND WITH POLYMER ADDITIVE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE AND FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE”

I Wayan Panca Maharyasa¹, Syahrul Sariman², Andi Rumpang³

This study evaluates the effect of using Iron Sand as a partial substitution of sand and the addition of Polymer on the compressive strength of concrete and flexural strength of concrete. This study evaluates the effect of using Iron Sand (10%, 20%, and 30%) with the addition of Polymer (Polcon) in a ratio of 1:200 to the amount of water. 49 samples were made, 20 samples of normal concrete and 29 samples of variation concrete. The results showed that the higher the percentage of iron sand used, the lower the compressive strength of the resulting concrete. The 10% iron sand variation shows a better average compressive strength than the 20% and 30% variations. The addition of Polymer (POLCON) increased the compressive strength of concrete significantly. The optimal combination was 10% iron sand and 24 ml Polymer (POLCON), which resulted in an average compressive strength of 35.10 Mpa

Keywords: Iron sand, Polymer, Compressive Strength, Flexural Strength

KATA PENGANTAR

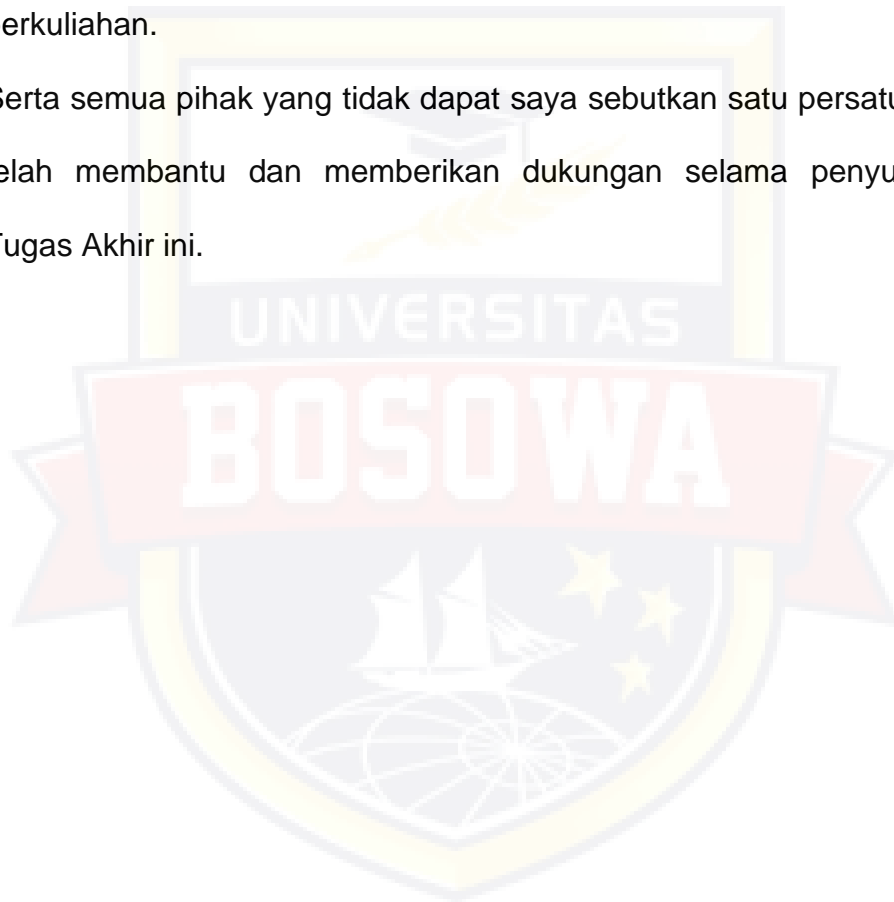
Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan susunan tugas akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademis untuk mencapai derajat Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Tugas akhir ini berjudul **“ANALISIS SUBSTITUSI PARSIAL PASIR BESI DENGAN BAHAN TAMBAH POLYMER TERHADAP KUAT TEKAN BETON DAN KUAT LENTUR BETON”**

Walaupun jauh dari kata sempurna penulis sepenuhnya sadar akan keterbatasan penulisan ini, banyaknya hambatan dan kendala yang penulis hadapi, namun berkat tekad dan kerja keras serta dorongan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan walaupun dalam bentuk yang sederhana. Untuk itu, segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah menyertai penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua, dan kakak,saya yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung nilai dan jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti ini.

3. Bapak Dr. Ir. H. Shahrul Sariman MT. selaku pembimbing I, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
4. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf., M.T. selaku pembimbing II, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
5. Ibu Ir.Nurhadijah Yunianti,ST.MT.selaku penguji akhir, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan waktunya untuk mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
6. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng,MT.selaku penguji akhir, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena sudah meluangkan waktunya untuk mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai
7. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
8. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf., M.T sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
9. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa.

10. Untuk ka indra bayu paliling,ST sekaligus teman diskusi, “ terimakasih telah membantu meskipun saya selalu merepotkan.selalu bertanya sama kaka mengenai pembuatan tugas akhir ini.
- 11.Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Bosowa terimakasih telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.
- 12.Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini.



Sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan dan kehilafan, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis jika tugas akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Amin.

Makassar,

2023

I Wayan Panca Maharyasa



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGAJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-4
1.3.1 Tujuan Penelitian	I-4
1.3.2 Manfaat Penelitian	I-5
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-6
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-6
1.4.2 Batasan Masalah	I-6
1.5 Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Beton	II-1
2.1.1 Pengertian Beton	II-2
2.1.2 Jenis- Jenis Beton	II-4
2.2 Kelebihan dan kekurangan beton.....	II-7

2.2.1	Kelebihan beton	II-6
2.2.2	Kekurangan Beton	II-8
2.3	Bahan Tambah Penyusun Beton	II-8
2.3.1	Sement Portland	II-9
2.3.2	Air	II-14
2.3.3	Agregat	II-15
2.4	Bahan Tambah	II-17
2.4.1	Pasir Besi.....	II-18
2.4.2	Polymer.....	II-21
2.5	Pengujian Karakteristik Agregat	II-21
2.5.1	Kadar air.....	II-21
2.5.2	Kadar Lumpur.....	II-22
2.5.3	Berat isi	II-22
2.5.4	Berat Jenis Penyerapan untuk agregat kasar.....	II-23
2.5.5	Analisa Saringan.....	II-25
2.5.6	Uji slump.....	II-27
2.5.7	Uji Kuat Tekan Beton.....	II-28
2.5.8	Deviasi Standar	II-31
2.5.9	Uji Kuat Lentur Beton.....	II-32
2.6	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Beton.....	II-34
2.7	Penelitian Terdahulu.....	II-35
BAB III ANALISIS DATA		III-1
3.1	Jenis Penelitian	III-1

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3.3 Data dan Sumber Data.....	III-1
3.4 Variabel Penelitian.....	III-1
3.5 Tahapan Penelitian.....	III-2
3.6 Bagan Alur Penelitian.....	III-3
3.7 Notasi dan jumlah sampel	III-6
3.8 Metode Analisis	III-6
3.8.1 Analisis Spesifikasi Karakteristik Agregat	III-6
3.8.2 Pengaruh Pasir besi sebagai substitusi pasir dengan bahantambah polymer terhadap kuat tekan dan kuat lentur Beton.....	III-7
3.8.3 Hubungan Kuat tekan dengan Kuat lentur Beton.....	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian.....	IV-1
4.1.1 Hasil Karakteristik	IV-1
4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat.....	IV-2
4.1.3 Mix Design	IV-3
4.1.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal.....	IV-5
4.1.5 Hasil Uji Kuat Lentur Beton Normal.....	IV-7
4.1.6 Campuran Beton Variasi	IV-8
4.1.7 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi	IV-8

4.2 Pembahasan

- 4.2.1 Pengaruh Substitusi Pasir Besi Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur BetonIV-8
- 4.2.2 Pengaruh Substitusi Parsial Pasir Besi Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Yang Mengandung pasir besi..... IV-12
- 4.2.3 Perbandingan nilai Kuat Tekan Beton Normal dan Kuat Lentur Beton Variasi Pasir Besi Dan PolymerIV-15
- 4.2.4 Hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton variasiIV-19

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

- 5.1 Kesimpulan V-1
- 5.2 Saran V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton	II-4
Tabel 2.2 Susunan Unsur Semen Portland.....	II-11
Tabel 2.3 Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC).....	II-13
Tabel 2.4 Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus.....	II-16
Tabel 2.5 Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar	II-17
Tabel 2.6 Faktor Modifikasi Untuk Deviasi Standar	II-30
Tabel 2.7 Kekuatan Rata-rata.....	II-32
Tabel 3.1 variasi benda uji kuat tekan dan kuat lentur beton.	III-6
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-1
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	IV-2
Tabel 4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal	IV-3
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV-4
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal	IV-6
Tabel 4.6 Komposisi Campuran Beton Normal dan Variasi	IV-7
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi	IV-8
Tabel 4.8 Hasil Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi	IV-10
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi menggunakan polymer ...	IV-14
Tabel 4.10 Persentase Kuat Tekan Beton Variasi Dengan Beton Normal	IV-17

Tabel 4.11 Persentase Kuat Lentur Beton Variasi Dengan Beton Normal IV-17

Tabel 4.12 Korelasi kuat Tekan dan Kuat lentur Beton Variasi IV-23

Tabel 4.13 Korelasi kuat Tekan dan Kuat lentur Beton Variasi IV-26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasir Besi	II-18
Gambar 2.2 Polymer polcon.....	II-21
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agregat kasar	II-26
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Agregat halus.....	II-27
Gambar 2.5 benda uji, Perletakan dan Pembebanan.....	II-33
Gambar 2.6 patahan pada 1/3 bentang tengah	II-34
Gambar 2.7 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah.....	II-35
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Penggabungan Agregat	IV-4
Gambar 4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Beton Variasi Pasir Besi.....	IV-9
Gambar 4.3 Grafik hasil Perbandingan Nilai Kuat Lentur Beton Dengan Beton Variasi Pasir Besi.....	IV-11
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai kuat Tekan Beton Variasi Pasir Besi Dan Polymer	IV-14
Gambar 4.5 Grafik hasil Perbandingan Nilai Kuat Lentur Beton Dengan Beton Variasi Pasir Besi Dan Polymer	IV-14
Gambar 4.6 Perbandingan Kuat Tekan Beton Variasi	IV-16
Gambar 4.7 Perbandingan Grafik kuat Lentur Variasi	IV-18
Gambar 4.8 Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Variasi	IV-24

DAFTAR NOTASI

f'_c	Kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa)
f_c	Kekuatan tarik dari hasil uji benda uji silinder beton (MPa)
f'_{cr}	Kuat Tekan karakteristik beton (MPa)
Sr	Standar deviasi
P	Beban maksimum (kg)
A	Luas penampang benda uji (cm ²)
F'_r	Kuat lentur beton (Mpa)
L	Jarak antara dua garis perletakan (mm)
B	Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
H	Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
a	Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)
W	kadar air
W1	Berat agregat sebelum dioven
W2	Berat agregat setelah dioven
VL	volume lumpur
VT	volume total (lumpur + pasir)
C	berat benda uji

D	volume mol
Bk	berat benda kering oven
B	berat piknometer diisi air
Bt	Berat piknometer berisi benda uji dan air
500:	Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh
MPa	Mega Pascal
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSD	Saturated Surface Dry
cm	Centimeter
mm	Milimeter
ml	mililiter
kg	Kilogram
gr	Gram
kN	Kilo Newton
N	Newton
m ³	Meter Kubik
cm ²	Centimeter Persegi
mm ²	Milimeter Persegi
BN	Beton Normal

BNL	Beton Normal Kuat lentur
BV	Beton variasi kuat tekan dengan penambahan polymer 24 ml
BP 10%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi pasir besi 90%
BP 20%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi pasir besi 80%
BP 30%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi pasir besi 70%
BVP 10%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi Pasir besi 90% dan penambahan polymer 24 ml
BVP 20%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi Pasir besi 80% dan penambahan polymer 24 ml
BVP 30%	Beton variasi kuat tekan dengan substitusi Pasir besi 70% dan penambahan polymer 24 ml
PL	Beton variasi untuk kuat lentur dengan penambahan polymer 24 ml
PBL 1	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 90%
PBL 2	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 80%
PBL 3	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 70%
PBPL 1	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 90% dan penambahan polymer 24ml
PBPL 2	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 80% dan penambahan polymer 24ml
PBPL 3	Beton variasi untuk kuat lentur dengan substitusi pasir besi 70% dan penambahan polymer 24 ml.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah didapat, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap faktor kondisi lingkungan.

Pada era teknologi sekarang ini, beton adalah sebagai salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan di Indonesia, maka dari itu kualitas beton yang baik akan sangat mendukung keamanan dari segi struktur. Semakin meningkatnya perkembangan pembangunan-pembangunan infrastruktur seperti gedung-gedung tinggi, maupun perumahan yang ada di Indonesia, guna menunjang kehidupan manusia.

Kemajuan infrastruktur perlu didukung dengan perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi. Inovasi dalam mengembangkan teknologi bahan konstruksi diperlukan agar tidak

terjadi eksploitasi sumber daya alam secara spesifik demi mengembangkan pilar infrastruktur saja. Teknologi beton merupakan salah satu studi konstruksi yang perlu dikembangkan melalui penelitian demi mengembangkan pilar infrastruktur.

Penelitian yang dilakukan membahas tentang mengetahui mutu beton terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton melalui kombinasi campuran dengan material yang memiliki karakteristik untuk mendukung dan memperkuat mutu beton. Dalam penelitian ini material yang diteliti adalah pasir besi dan bahan lainnya adalah bahan polymer untuk menganalisis nilai kuat tekan beton dan lentur beton .

pasir besi adalah Pasir besi adalah sejenis pasir berwarna abu-abu gelap atau kehitaman. Komposisi dari pasir besi, yakni oksida besi (Fe_2O_3), silika dioksida (SiO_2), dan magnesium (MgO) dan ukuran butiran 80-100 mesh yang berpotensi untuk digunakan sebagai cementitious dalam produksi beton bermutu tinggi Pasir besi dapat memperbaiki interface antara mortar dan agregat kasar karena kandungan unsur magnesium yang cukup kecil dapat mengurangi timbulnya pemekaran (efflorence) dalam struktur beton terutama jika senyawa tersebut diikat oleh air. Sedangkan polymer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul-molekul yang besar dengan karbon dan hidrogen sebagai molekul utamanya. Bahan polimer berasal dari

limbah plastik yang didaur ulang, kemudian dicampur dengan bahan kimia. Penggunaan polimer sebagai bahan tambah beton selain bertujuan memanfaatkan limbah plastik, juga untuk mencari bahan tambah alternatif yang apabila ditambahkan dalam adukan beton menghasilkan beton yang mempunyai nilai lebih baik dari beton biasa.

Polymer pada umumnya mempunyai banyak pemanfaatan mulai dari bahan untuk membuat kemasan air mineral, PVC hingga digunakan sebagai jok mobil. Hal ini dikarenakan polymer mempunyai kekuatan tarik dan kepadatan yang relatif tinggi ditambah lagi sifat material *polymer* yang tahan lama dan ringan. Polimerisasi dicapai pada temperatur dan tekanan yang relatif rendah dan produk yang dihasilkan bersifat tembus cahaya (jernih) tetapi bisajuga diberi warna. Polymer memiliki sifat mekanik serta perilaku yang berbeda satu dengan yang lainnya karena tergantung jenis yang digunakan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian dengan uji laboratorium yang berjudul

**“Analisis Substitusi Parsial Pasir Besi Dengan Bahan Tambah
Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Lentur
Beton”.**

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian yang telah di atas timbul pemikiran untuk menggunakan pasir besi sebagai bahan tambah pasir. dari penelitian ini beberapa masalah akan dikaji adalah:

- 1 Bagaimana memperoleh beton normal dengan kuat tekan $F'c$ 25 Mpa?
- 2 Bagaimana pengaruh penggunaan pasir besi sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton?
- 3 Bagaimana pengaruh bahan tambah polymer Terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton?
- 4 Bagaimana pengaruh Polymer terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton yang mengandung pasir besi?
- 5 Bagaimana hubungan kuat tekan dengan,serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur Beton.?

1.3 Tujuan dan manfaat penelitian

1.3.1 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian yang ingin di capai adalah;

- 1 Untuk memperoleh koposisi campuran beton $F'c$ =25 Mpa
- 2 Untuk meperoleh pengaruh penggunaan pasir besi sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton

- 3 Untuk mendapatkan pengaruh Polymer pada kuat tekan dan kuat lentur beton.
- 4 Untuk mendapatkan pengaruh Polymer terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton yang mengandung pasir besi
- 5 Memperoleh hubungan kuat tekan beton dengan kuat lentur beton

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1 Sebagai salah satu ilmu pengetahuan dan penambah wawasan terhadap pada bahan campuran beton terutama penambahan pasir besi dan polymer pada kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton untuk meningkatkan mutu beto sesuai yang di harapkan dan memperbaiki sifat-sifat kurang baik pada beton
- 2 Di harapkan dari penelitian ini bahan campuran dapat dijadikan bahan campuran komponens yang mempunyai kekuatan tinggi dan berkualitas baik.
- 3 Menentukan persen komposisi pasir besi sebagai agregat halus yang paling optimum pada campuran beton dengan bahan tambah polymer dalam pengujian kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam Penelitian ini meliputi :

- 1 Melakukan pengujian kuat tekan beton, dan kuat lentur beton
- 2 Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton, kuat tarik beton dan kuat lentur beton dengan penggunaan pasir besi sebagai substitusi agregat halus (pasir) dengan bahan tambah polymer. Dengan pasir besi 10% .20 % 30% dan penggunaan polymer.
- 3 Melakukan pengujian karakteristik agregat bahan penyusun beton.
- 4 Menganalisa hasil pengujian

1.4.2 Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini :

- 1 Pasir dan batu pecah yang digunakan berasal dari Enrekang.
- 2 Kuat tekan beton yang di rencanakan sebesar $F'c = 25$ Mpa.
- 3 Tidak melakukan pengujian karakteristik pasir besi.
- 4 Jumlah sampel yang di gunakan tiap pengujian sebanyak 3 buah untuk tiap variasi pada kuat tekan, dan 1 buah untuk variasi pada kuat lentur.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB IV DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan diuraikan hasil pengujian material serta pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur beton yang telah dilakukan di laboratorium, yang di sajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian pengaruh Pasir besi sebagai

pengganti parsial pasir dan bahan tambah polymer (PALCON).terhadap kuat tekan,dan kuat lentur beton.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Beton

2.1.1 Pengertian Beton

Beton atau *concrete* berasal dari bahasa latin "*concretus*" yang berarti tumbuh bersama" suatu pengertian yang menggambarkan "penyatuan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh". Pengertian beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Menurut SNI 2847:2013, beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolis (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan. Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Hal yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang

tinggi

dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, di salurkan, di cor, di padatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan – bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat. Pengaplikasian material beton untuk konstruksi jalan raya khususnya perkerasan kaku (*rigid pavement*) telah banyak dilakukan. Beton dari yang dihasilkan tersebut harus memenuhi kekuatan sesuai yang ditentukan dalam perencanaan. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat, yang harus memenuhi kriteria konstruksi, kekuatan tekan dan keawetan. atau durabilitas. Beton yang baik yaitu setiap butir agregat

seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas dari mortar pada adukan beton tersebut akan mempengaruhi mutu dari beton tersebut. Semen merupakan unsur penting dalam adukan beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari suatu campuran adukan beton. Beton dengan campuran semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (lean concrete), sedangkan beton dengan campuran semen yang banyak disebut beton gemuk (rich concrete).

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat tarik tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air tahan aus, tahan cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasanya kecil, elastisitasnya (modulus elastisitas) tinggi. (Eni, 1967)

Menurut PBI tahun 1971, beton dapat diklasifikasikan menjadi tiga, antara lain:

- a. Beton Kelas I merupakan beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Beton kelas I dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-100, K-125, K-150, K-175 dan K-200.
- b. Beton Kelas II merupakan beton untuk pekerjaan-pekerjaan structural secara umum. digunakan untuk pekerjaan struktur seperti lantai, jalan, pondasi, sloof, kolom, dll. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-225, K-250, dan K-275.

c. Beton Kelas III merupakan beton untuk pekerjaan struktural misalnya untuk balok dan lantai jembatan, landasan pesawat dan lainnya. Dimana dipakai mutu beton dengan kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar antara lain K-325, K350, K-375, K450, dan K-500.

2.1.2 Jenis- jenis Beton

Berdasarkan jenisnya beton secara umum di bedakan 2 kelompok, yaitu:

a. Beton berdasarkan Kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3, dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini;

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Jenis Beton	f_c' (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	$f_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, diafragma pratekan, dan sejenisnya.
Mutu sedang	$20 \leq f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma non pratekan, kereb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
Mutu rendah	$15 \leq f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar
	$f_c' < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Sumber : (B Anggara, 2017)

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu:

1. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residuslag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440-1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa.

2. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan caramemberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

6. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat.serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton normal.

2.2 Kelebihan dan kekurangan beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. (li, 2014) Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api seperti yang telah disebutkan diatas, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara

umum kelebihan dan kekurangan beton adalah :

2.2.1 Kelebihan beton

- a. Mampu memikul beban yang berat.
- b. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- d. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- e. Beton harganya relatif murah. Hal ini dikarenakan bahan penyusun beton menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil memungkinkan harga beton jadi agak lebih mahal.

2.2.2 Kekurangan Beton

- a. Berat
- b. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- c. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa garam dapat merusak beton.
- d. Daya pantul suara yang besar

Sehingga besar bahan pembuat beton adalah bahan local (kecuali semen Portland atau bahan tambah kimia), sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencana tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun

beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur yang akan dibuat.
(Wicaksana & Rachman, 2018)

2.3 Bahan penyusun beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan bahan tambah (admixture) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Komposisi beton yang akan dibuat pada penelitian ini terdiri dua jenis perlakuan dimana pertama dibuat perancangan beton normal, yang kedua perancangan beton variasi dengan substitusi tras dan semen sika grout ke dalam campuran semen. (Prasetya, 2007)

Komposisi beton normal sendiri terdiri dari semen portland, batu pecah (*split*), pasir dan air, sedangkan komposisi penggantinya terdiri dari semen portland, tras, batu pecah, semen sika grout, pasir dan air sebagai campuran yang akan direncanakan pada perancangan pembuatan beton.

2.3.1 Sement Portland

Semen adalah material yang mengeras apabila dicampur dengan air dan setelah mengeras tidak mengalami perubahan kimia jika dikenai air. Semen yang dikenal sekarang ini yang juga disebut sebagai semen Portland, terbuat dari campuran kalsium, silika, alumina, dan oksida besi. Kalsium bisa didapat dari bahan berbasis kapur, seperti batu kapur,

marmar, batu karang, dan cangkang keong. Sedangkan silika, alumina, dan zat besi dapat ditemukan pada lempung dan batuan serpih. Selain itu, silika juga dapat dijumpai pada pasir, alumina pada bauksit, sedangkan oksida besi diperoleh dari biji besi. Proporsi dari zat-zat pencampuran tersebut menentukan sifat-sifat dari semen yang dihasilkan. (Wicaksana & Rachman, 2018)

Jumlah panas (dalam joule) per gram semen yang belum terhidrasi yang dikeluarkan sampai hidrasi yang komplet pada temperatur tertentu, didefinisikan sebagai panas hidrasi. Tidak ada hubungan antara panas hidrasi dan sifat pengikatan dari senyawa-senyawa individual semen. Kekuatan semen yang telah terhidrasi tidak dapat diramalkan atas dasar kekuatan masing-masing senyawanya.

Hidrasi dimulai pada permukaan partikel semen, maka luas permukaan total memberikan material yang tersedia untuk hidrasi. Oleh karena itu laju hidrasi tergantung dari kehalusan partikel semen dan untuk memperoleh pertumbuhan kekuatan yang cepat diperlukan kehalusan yang tinggi.

Berbagai jenis semen berdasarkan perbedaan komposisinya, yaitu:

- a. Semen Tipe I (semen biasa/normal)

Kandungan C3S 45-55%. Kandungan C3A 8-12% Kehalusan \geq 350-400 m²/kg

b. Semen Tipe II (semen panas sedang)

Kandungan C3S 40-45%. Kandungan C3A 5-7% Kehalusan ≥ 300 m²/kg. Ketahanan terhadap sulfat cukup baik Panas hidrasi tidak tinggi

c. Semen Tipe III (semen cepat mengeras)

Kandungan C3S > 55% Kandungan C3A > 12% Kehalusan ≥ 500 m²/kg Laju pengerasan awal tinggi. Untuk rasio air semen yang sama, penggunaan semen tipe III akan menghasilkan kuat tekan 28 hari yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan semen tipe I. Tidak baik untuk semen mutu tinggi

d. Semen Tipe IV (semen panas rendah)

Kandungan C3S maksimum 35% Kandungan C3A maksimum 7% Kandungan C2S 40-50%. Kehalusan butirnya lebih kasar dari tipe I. Digunakan bila menginginkan panas hidrasi yang rendah

e. Semen Tipe V (semen tahan sulfat)

Kandungan c3s 45-55% kandungan C3A < 5% (tapi > 4% untuk proteksi tulangan) kehaluasan ≥ 300 m²/kg..

Ketahanan terhadap sulfat tinggi laju pengerasan rendah bahan-bahan dasar semen Portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung unsur kimia sebagaimana tercantum pada table 2.2 seperti di bawah ini

Tabel 2.2. Susunan Unsur Semen Portland

Unsur	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	60–65
Silika (SiO ₂)	17–25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3,0-8,0
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5-6,0
Magnesia (MgO)	0,5-4,0
Sulfur (SO ₃)	1,0-2,0
Soda/potash (Na ₂ O+K ₂ O)	0,5-1,0

Sumber : (Pratama, 2019)

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

1. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur di buat karena di butuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen Portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :

- *Portland Pozzolan Cement (PCC)*
- *Portland Blast furnace Slag Cement*
- *Semen masonry*
- *Portland Composite Cement (PCC)*

2. *Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen portland dengan "*Water proofing agent*", dalam jumlah yang kecil.

3. *White Cement* (Semen putih)

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

4. High Alumina Cement

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

5. Semen anti bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan "anti bacterial agent" seperti germicide.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disektor konstruksi sipil. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan almunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang

dihasilkan berkisar antara 3.12 dan 3.16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm³. Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silica (SiO₃), alumina (Al₂O₃), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk dapat mengontrol komposisinya, terkadang ditambah oksida besi, sedangkan gypsum (CaSO₄.2H₂O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen.

Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain

terak tanur tinggi (blast furnace slag), pozolan, senyawa silikat, batu kapur,

dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Keunggulan dari PCC (Portland Composite Cement) yaitu lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, permukaan acian dan beton lebih halus, lebih kedap air, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding OPC (Ordinary Portland Cement). (Ariana, 2016)
 Hasil pengujian kimia dan pengujian fisika dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Standar Kualitas Semen PCC Type I

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Kehalusan Dengan Alat Blaine	M ² /Kg	Min. 280
2	Kekekalan Bentuk Dengan Autoclave: - Pemuaiian - Penyustan	% %	Maks. 0,80 Maks. 0,20
3	Waktu Pengikatan Dengan Alat Vicat: - Pengikat Awal - Pengikat Akhir	Menit Menit	Min. 45 Mkas. 375
4	Kuat Tekan: - Umur 3 Hari - Umur 7 Hari - Umur 28 Hari	Kg/Cm ² Kg/Cm ² Kg/Cm ²	Min. 125 Min. 200 Min. 250
5	Pengikatan Semu - Penetrasi Akhir	%	Min. 50
6	Kandungan Udara Dalam Mortar	% Volume	Maks. 12

Sumber: (Priambodo, 2016)

2.3.2 Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kima semen portland dan sebagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan.

Air diperlukan pada adukan beton karena berpengaruh pada sifat pengerjaan beton (workability).(Engel, 2014)

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25%30%dari berat semen, namun dalam kenyataannya jika nilai faktor air semen kurang dari 0,35 maka adukan beton akan sulit dikerjakan. Akan tetapi jumlah air untuk pelicin pada adukan beton tidak boleh terlalu banyak karena dapat mempengaruhi beton setelah mengeras yaitu beton akan menjadi porous sehingga kekuatannya akan rendah(Tjokrodinuljo, 2007).

Air untuk campuran beton minimal yang memenuhi persyaratan air minum, akan tetapi bukan berarti air untuk campuran beton harus.

memenuhi standar air minum. Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut(Tjokrodinuljo, 2007):

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2gram/liter,
3. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter, 4. tidak mengandung klorida atau $Cl > 0,5$ gram/liter,
4. tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter.

2.3.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Walau hanya bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton

(Tjokrodimuljo, 2007).

Untuk mendapatkan beton yang baik diperlukan agregat berkualitas baik pula. Agregat yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. butirnya tajam dan keras,
2. kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca,
3. tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar
4. tidak mengandung zat organik dan zat reaktif terhadap alkali.

Dari jenis, agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat alami dan agregat buatan (pecahan). Pada penelitian yang dilaksanakan digunakan dua agregat yaitu agregat halus dan kasar

▪ **Agregat Halus**

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. (Prasetyo, 1993)

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 spesifikasi karakteristik agregat halus

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 - 4	SNI 8321 - 2016
Berat Jenis	1,6 – 3,2	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 2 %	SNI 1969 – 2008
Berat Isi	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	3 % - 5 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 5 %	SNI ASTM C117 : 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5mm.

▪ Agregat Kasar

Coarse Aggregate atau agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi dari bebatuan alami atau berupa batu pecah/belah yang dihasilkan dari industri pemecah batu, dengan bentuk ukurannya antara 4,76 mm — 150 mm. Agregat kasar ini dipakai secara bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan. (Mukrimaa et al., 2016)

Agregat kasar ini menjadi komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Sama seperti halnya agregat halus, agregat kasar berdasarkan asalnya juga dibagi menjadi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sumber alam dan agregat buatan yang

diperoleh dari hasil industri pemecah batu. Keunggulan agregat kasar dalam peranannya di dalam campuran beton adalah :

- Mampu menghemat penggunaan semen portland
- Menghasilkan kualitas beton yang besar
- Menghasilkan kekuatan pada beton terhadap gaya tekan
- Mampu mengurangi adanya penyusutan pada pengerasan beton
- Dihasilkan beton yang padat melalui gradasi agregat kasar yang berkualitas baik

Karakteristik agregat kasar yang dapat mempengaruhi sifat – sifat dan mutu beton adalah :

- a. Gradasi, mempengaruhi kekuatan
- b. Kadar air, mempengaruhi perbandingan air semen
- c. Kebersihan, mempengaruhi kekuatan dan keawetan.

Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok – kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring, dan seterusnya.

Spesifikasi karakteristik agregat kasar (Batu Pecah) dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Tabel Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah)

Jenis Pengujian	Spesifikasi	SNI
Analisa Saringan	Daerah 1 -4	SNI 8321 - 2016
Berat Jenis	1,6 – 3,2	SNI 1969 – 2008
Penyerapan	0,2 % – 4,6 %	SNI 1969 – 2008

Berat Isi	1,6 – 1,9 gram/cm ³	SNI 1973 – 2008
Kadar Air	0,5 % - 2 %	SNI 1971 – 2011
Kadar lumpur	≤ 1 %	SNI ASTM C117 : 2017

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

Fungsi agregat kasar pada beton yaitu; sebagai kekuatan pada beton. Faktor yang mempengaruhi kekuatan agregat pada beton yaitu kekerasan agregat, kekasaran permukaan agregat dan gradasi agregat. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. (Mawardi & Besperi, 2014)

2.4 Bahan Tambah

2.4.1 Pasir besi



Gambar 2.1 Pasir Besi

Pasir besi adalah sejenis pasir dengan konsentrasi besi yang signifikan. pasir besi, yaitu mineral endapan/sedimen yang memiliki ukuran butir 0.074-0,075 mm, dengan ukuran (5-3 mm) dan halus (lebih kecil dari 1 mm). Hal ini biasanya berwarna abu-abu gelap atau berwarna kehitaman. Pasir ini terdiri dari magnetit, Fe₃O₄, dan juga mengandung sejumlah kecil titanium, silika, mangan, kalsium dan vanadium.

Pasir besi merupakan salah satu Sumber Daya Alam yang ada di Indonesia dan merupakan bahan baku dasar dalam industri besi baja dimana. Ketersediaannya dapat dijumpai di daerah pesisir seperti di pesisir pantai Jawa, Sumatra, Sulawesi, dan Kabupaten Lombok Timur (NTB).

Selain sebagai bahan baku industri baja, pasir besi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen dalam pembuatan beton. Pasir besi yang mempunyai kandungan Fe_2O_3 , SiO_2 , MgO dan ukuran beton 80-100 mesh berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti semen dalam produksi beton berkinerja tinggi. (Junursyah & Rahmat, 2019)

Manfaat pasir Besi

- Sebagai pasir tinta industry batu dan beton
- Nano partikel bidang biomedis
- Bahan produksi antibacterial
- Meningkatkan daya tekan dan kuat tarik beton
- ✚ Adapun kelebihan pasir besi terhadap beton yaitu:

beton jadi lebih padat karena ukuran butirnya yang lebih kecil dari pasir biasa sehingga dapat mengisi rongga-rongga di dalam beton. Beton yang baik adalah beton yang padat, karena kepadatan suatu beton berhubungan dengan kekuatan pada beton tersebut.

Hasil pengujian pasir besi sebagai agregat halus

Berat jenis pasir besi lebih besar dibandingkan dengan berat jenis pasir sungai. Nilai berat jenis bulk pasir besi sebesar 4,39 sedangkan berat jenis bulk pasir sungai sebesar 2,5 nilai berat jenis pasir besi ini lebih tinggi

di bandingkan berat jenis pasir sungai karena kandungan Fe yang tinggi pada pasir besi.

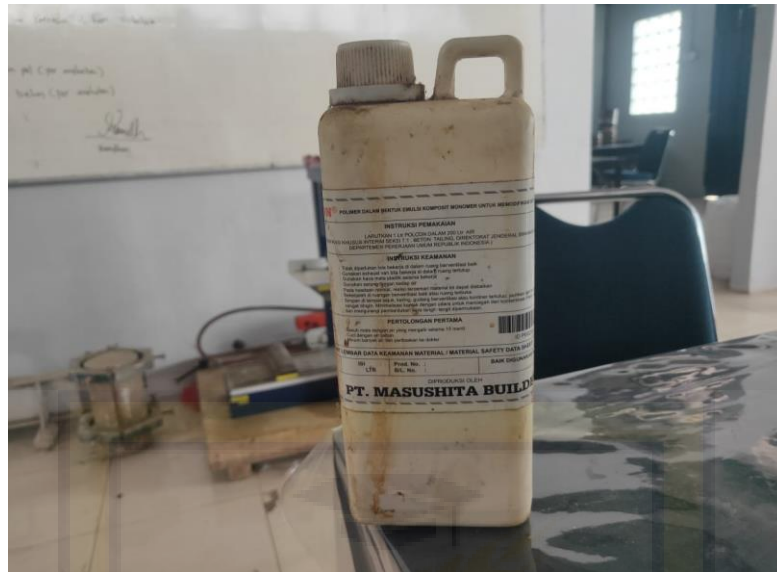
Nilai absorbs pasir besi ternyata lebih rendah dibandingkan dengan nilai absorpsi pasir sungai. Nilai absorpsi pasir besi adalah 1,20% sedangkan nilai absorbs pasir sungai adalah 2,48%. keduanya memenuhi persyaratan absorbs yaitu kurang dari 3%. Baik pasir besi dan pasir sungai memenuhi persyaratan uji *sand equivalent*, yaitu minimum 50%. pasir besi mempunyai nilai *sand equivalent* sebesar 98,6% sedangkan pasir sunagi mempunyai nilai untuk pengujian ini sebesar 86,0%.

Hasil pengujian pasir besi

Jenis Pasir	Pengujian	Satuan	Hasil	Min	Maks
Pasir Sungai	BJ Bulk	-	2,52	2,5	-
	BJ SSD	-	2,58	2,5	-
	BJ Semu	-	2,68	2,5	-
	Absorpsi	%	2,48	-	3
	<i>Sand Equivalent</i>	%	86,0	50	-
Pasir Besi	BJ Bulk	-	4,39	2,5	-
	BJ SSD	-	4,43	2,5	-
	BJ Semu	-	4,56	2,5	-
	Absorpsi	%	1,20	-	3
	<i>Sand Equivalent</i>	%	98,6	50	-

Sumber: Penelitian sukirman 2003

2.4.2 Polymer



Gambar 2.2 polymer polcon

Polymer adalah zat yang terdiri dari molekul molekul berukuran besar dengan karbon dan hidrogen berperan sebagai molekul utama. Zat polimer ini didapatkan dari pengolahan limbah plastik yang banyak mencemari lingkungan dengan bahan kimia lainnya. Polymer mempunyai daya rekat (adhesive) yang tinggi. Oleh karena itu mulai digunakan dalam rekayasa sipil. Kemampuan polimer sebagai polimer perekat. ini merupakan dasar dari penggunaan polimer sebagai matriks dalam beton yang dapat menggantikan fungsi semen, atau sebagai mortar yang dapat dikembangkan untuk bahan perbaikan struktur beton. Penggunaan polimer sebagai matriks ditujukan untuk menghasilkan material beton yang lebih kedap air, dimana rekatan antar butir agregatnya sangat kuat. Selain itu penggunaan polimer sebagai matriks juga ditujukan untuk mencari material yang lebih tahan terhadap korosi, serta mempunyai kuat tekan dan kuat tarik tinggi. (2022 Miftahul Jannah)

Salah satu polymer yang digunakan sebagai bahan tambah adalah Polcon. Polymer Polcon adalah material polimer dalam bentuk emulsi

komposit monomer untuk memodifikasi sifat-sifat material dan mekanis beton dan mortar. Polcon dapat di tambahkan sebagai salah satu unsur material dalam pembuatan beton dan mortar untuk mempercepat pengerasan tanpa perawatan basah (wet curing) sekaligus dapat meningkatkan kekuatan beton dan mortar.

mengantisipasi sifat-sifat Beton Konvensional yang tidak menguntungkan, yaitu :

- Adukan kaku
- Proses pengerasan lama (28 hari)
- Perlu pembasahan selama proses pengerasan
- Setelah mengeras timbul retak rambut
- Kuat tarik, kuat lentur rendah
- Getas / regas
- Tidak tahan agresi garam dan bahan kimia lain
- Mudah mengalami karbonasi (kanker beton)

2.5 Pengujian karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi:

2.5.1 Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan anatar berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam

agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut .

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

W: Kadar air (%)

W₁: Berat agregat sebelum dioven (gr)

W₂ : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.5.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut :

$$Kadar Lumpur = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

A Berat Benda Uji Sebelum Di Cuci

B : Berat Benda Uji kering di oven

2.5.3 Berat isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{B-A}{V} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

B :Berat mol + Berat benda uji (kg)

A: Berat mol (kg)

V: Volume mol (liter, m^3)

2.5.4 Berat Jenis Penyerapan untuk agregat Kasar

a. Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Berat Jenis (Bulk)} = \frac{Bk}{(B+500-Bt)} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

Bk : Berat benda kering oven (gr)

B : Berat piknometer diisi air (gr)

Bt : Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

500: Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh

b. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut;

$$\text{Berat jenis (SSD)} = \frac{500}{(B+500-Bt)} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

B : Berat piknometer diisi air (gr)

Bt : Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

500: Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh

c. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{BK}{(B+BK-Bt)} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

B: Berat benda uji di dalam air (gr)

BK: Berat benda uji kering oven(gr)

Bt: Berat piknometer berisi benda uji dan air (gr)

d. Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang diserap oleh agregat sehingga jenuh permukaan kering (JPK) adapun rumus penyerapan di tunjukan pada persamaan 7 berikut:

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

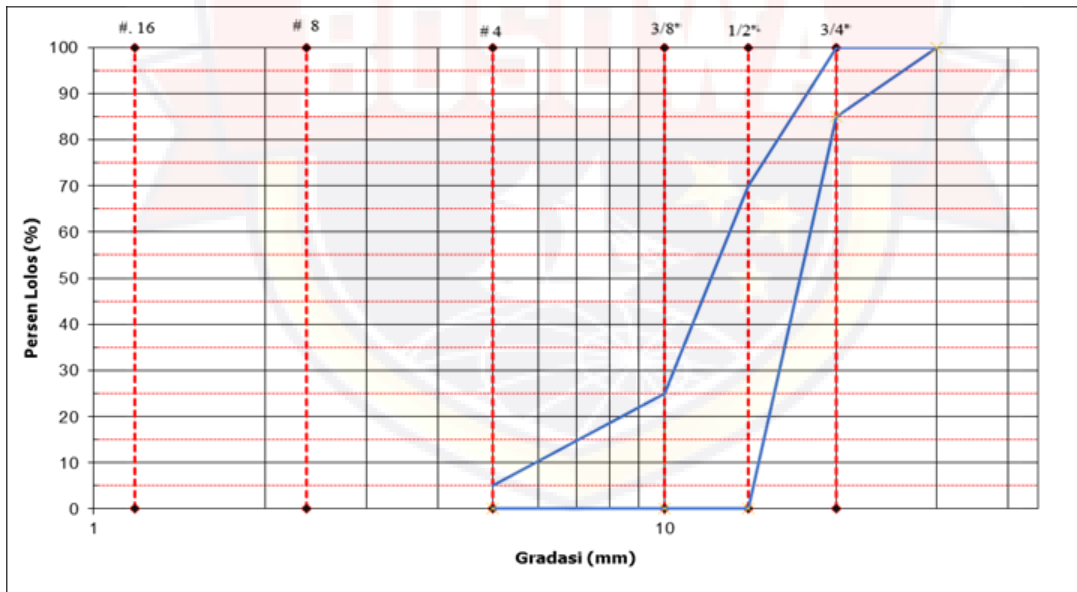
Bk: Berat benda uji kering oven(gr)

500: Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

2.5.5 Analisa Saringan

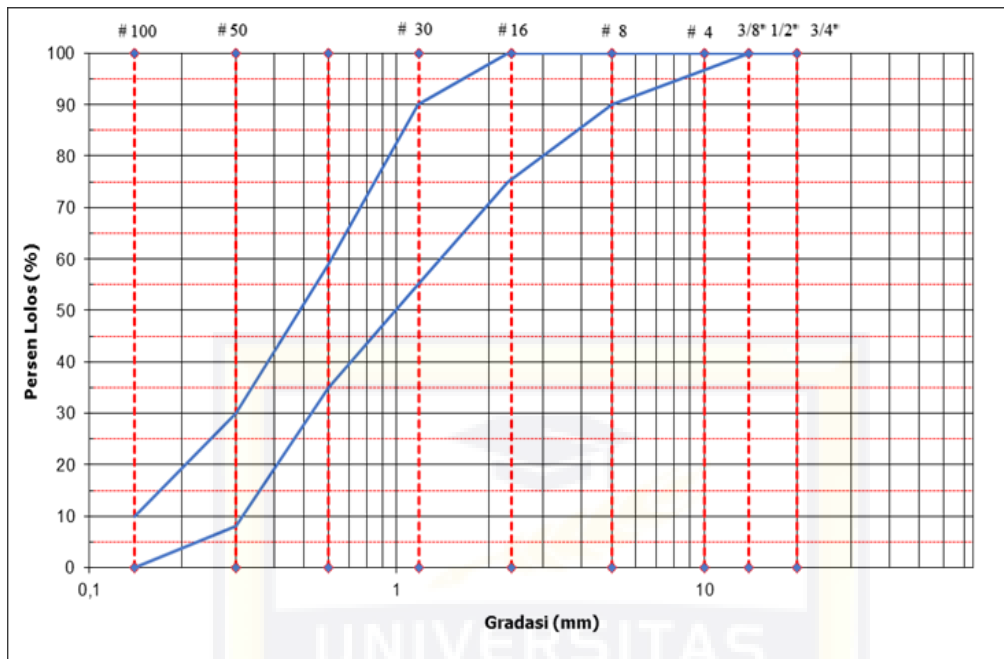
Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat kasar yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5.5 – 8.5. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$F_{kasar} = \frac{\Sigma \% \text{ kumulatif tertahan saringan } 3/4 \text{ s/d } \#4}{100}$$



Gambar2.3 grafik gradasi gregat kasar

$$F_{halus} = \frac{\Sigma \% \text{ kumulatif tertahan saringan \#4 s/d \#200}}{100}$$



Gambar 2.4 grafik gradasi agregat halus

2.5.6 Uji slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (fresh concrete) untuk menentukan tingkat workabilitynya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. (Kadiri, 2017)

Dalam suatu adukan / campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitynya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

Jenis – jenis Slump :

a. *Near-zero Slump*

Near-zero slump merupakan campuran beton yang sangat kering dengan komposisi air yang sangat sedikit. Dalam hal ini slump yang

terjadi sangat sedikit dan tinggi. Slump jenis ini sangat mudah menyerap air. Dengan menambah sedikit agregat dan air pada campuran air maka akan menambah tingkat konsistensi beton.

b. *Normal Slump*

Normal Slump merupakan jenis slump yang paling stabil karena semua campuran partikel penyusunnya paling seimbang. Slump jenis ini merupakan slump yang dianjurkan karena daya serapnya kecil namun tidak terlalu encer sehingga kestabilan beton dapat terjamin.

c. *Shear Slump*

Shear Slump merupakan jenis slump yang komposisi airnya terlalu banyak sehingga kestabilan beton tidak dapat terjamin.

d. *Collapse slump*

slump ini merupakan jenis slump yang sangat buruk karena komposisi air sangat banyak dan jauh melebihi dan komposisi agregat penyusunya sehingga tingkat konsistensinya sangat rendah.

2.5.7 Uji kuat Tekan beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas.

Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji kuat tekan dan benda uji (kubus atau silinder) pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan, kuat tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah lebih tahan terhadap tekan daripada tarik (Tjokrodimuljo, K.,1996). Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu proporsi bahan – bahan penyusunannya, metode perancangan, perawatan dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan.

Pembuatan benda uji untuk kuat tekan adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar (fresh concrete) secara tiga lapis kedalam cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan cara menusuk – nusuknya dengan sebatang besi tumpul berdiameter 1 cm kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapisnya. Berdasarkan ASTM C39/C39M-01 pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 Hari.

Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dianginkan selama

kurang lebih dua hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas (capping) agar beban yang terjadi benar – benar beban merata dan tidak terkonsentrasi.

Pengujian kuat tekan benda uji silinder 15 x 30 cm menggunakan alat Compression Testing Machine kapasitas 1500 Kn.

Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

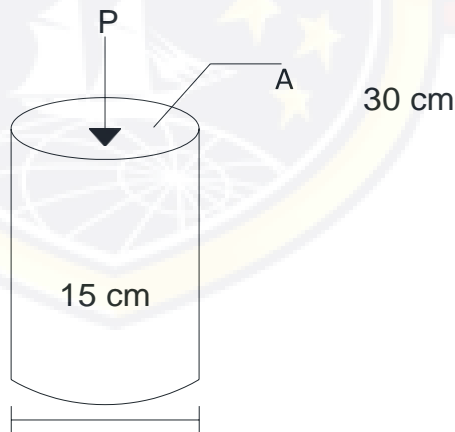
$$F'c = \frac{p}{A}(\text{Mpa}) \dots \dots \dots (8)$$

Dimana:

F'c=Kuat tekan

P = beban tekan maksimum (N)

A = luas penampang silinder = $\frac{1}{4}\pi D^2$ (mm²)



Kekuatan tekan adalah beton rata – rata dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$f_{cr} = \frac{\sum f'c}{N} (\text{Mpa}) \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

f_{cr} = kekuatan tekan rata-rata

$\sum f_c$ = Jumlah Total Kuat Tekan

N = Jumlah Sampel

Sedangkan kekuatan tekan hancur karakteristik beton sesuai dengan peraturan SNI 2847 : 2013 dengan $f_c \leq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus.

$$f'_{cr} = f_c + 1.34 S_r \dots\dots\dots (10)$$

$$f'_{cr} = f_c + 2.33 \cdot S_r - 3.5 \dots\dots\dots (11)$$

Untuk $f_c \geq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus

$$f'_{cr} = f_c + 1.34 S_r \dots\dots\dots (12)$$

$$f'_{cr} = 0.90 f_c + 2.33 \cdot S_r \dots\dots\dots (13)$$

Gunakan nilai f_c yang terbesar

Setelah mendapatkan nilai f_c yang terbesar maka f_c dibagi jumlah faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji

Tabel 2.6.Faktor Modifikasi Untuk Deviasi Standar

Jumlah Benda Uji	Faktor Modifikasi
< 15	Lihat Tabel 7.1.6.2) atau 7.1.6.3)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
>30	1,00
Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada di antara nilai-nilai di atas, deviasi standar benda uji yang dimodifikasi S_s , yang digunakan untuk menentukan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan f_{cr} dari Tabel 7.1.6.2)	

(Sumber : SNI 2847 – 2013)

Rumus:

$$f_c = \frac{f'_{cr}}{S_s} \dots\dots\dots (14)$$

Diketahui :

f_c : kuat tekan (mpa `)

f'_{cr} : kuat tekan rata-rata

S_s : factor modifikasi

2.5.8 Deviasi standar

Bila fasilitas produksi beton mempunyai catatan benda uji kekuatan tidak lebih dari 24 bulan lamanya, deviasi standard contoh uji S_r harus didapatkan. Catatan uji dari mana S_r di hitungan.

- a) Harus mewakili material, prosedur kualitas dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan, dan perubahan – perubahan pada material ataupun proporsi campuran dalam data pengujian tidak perlu dibuat lebih ketat dari yang digunakan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
- b) Harus mewakili beton yang dibuat untuk memenuhi kekuatan yang diisyaratkan atau kekuatan tekan f'_c pada misaran 7 Mpa
- c) Harus terdiri dari sekurang - kurangnya 30 hasil pengujian secara berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang – kurangnya 30 hasil pengujian

Jika fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan yang memenuhi persyaratan, tetapi mempunyai catatan uji tidak lebih dari 24 bulan lamanya berdasarkan pada pengujian sebanyak 15 sampai 29 hasil pengujian secara berurutan, maka deviasi standard S_r ditentukan sebagai hasil perkalian antara nilai deviasi standard benda uji yang dihitung dan faktor modifikasi.

Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan lapangan untuk perhitungan S_r yang memenuhi ketentuan,

maka kekuatan rata – rata perlu f'_{cr} harus di tetapkan dari tabel 2.5 kekuatantekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Tabel 2.7 Kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Kekuatantekan diisyaratkan , Mpa	Kekuatan tekan rata rata perlu, Mpa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1.10 f'_c + 5.0$

(Sumber : SNI 2847 2013)

Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus :

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (15)$$

f'_{cr} : Kekuatan tekan rata – rata beton (mpa)

n : Jumlah benda uji

f'_c : Kekuatan tekan karakteristik (mpa)

P : Beban yang bekerja (kn)

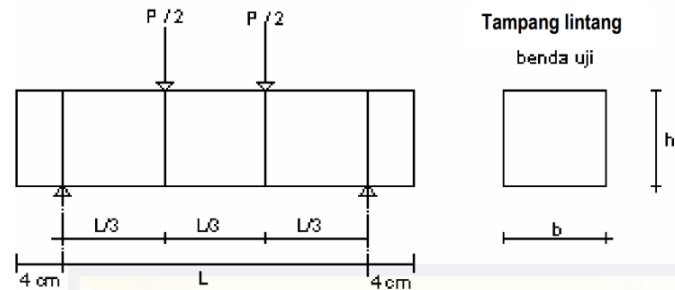
A : Luas penampang benda uji cm^2

S_r : Nilai Standart deviasi

2.5.9 Uji Kuat Lentur Beton

Kekuatan lentur suatu material adalah ketahanannya terhadap distorsi di bawah tekanan. Tegangan maksimum yang diterima oleh materipada titik pecah adalah kekuatan lentur. Menurut (SNI-4431-2011, 2011) Kekuatan lentur beton, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa), adalah kapasitas balok

beton yang diatur pada dua penempatan untuk menahan gaya dengan kemampuan tegak lurus dari sumbu item uji yang diberikan kepadanya sampai objek uji pecah.



Gambar 2.5 benda uji, *Perletakan dan Pembebanan*

Benda uji harus sesuai dengan standar teknik pembuatan dan pemeliharaan benda uji beton laboratorium. Rumus berikut dapat dipakai untuk menghitung kekuatan lentur beton:

- Untuk pengujian di mana bidang patah terletak di daerah tengah (1/3 jarak dari titik pusat), kuat lentur beton dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$f_r = \frac{P \times l}{b \times d^2}$$

untuk pengujian di mana patahan benda uji terjadi di luar pusat (luas 1/3 jarak dari pusat), kuat lentur beton di perkirakan dengan menggunakan rumus berikut.

$$f_r = \frac{3 \times p \times a}{b \times d^2}$$

dengan notasi sebagai berikut:

f_r =kuat lentur beton (Mpa)

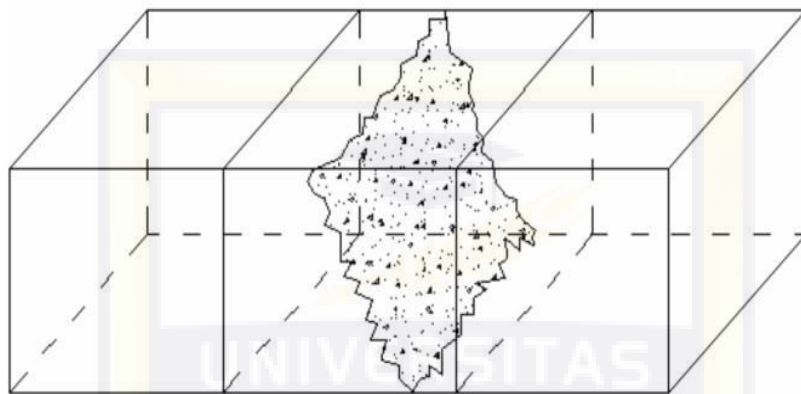
P =beban maksimum di catat pada mesin uji (membaca dalam ton hingga 3 digit setelah koma)

L=jarak antara dua garis perletakan (mm)

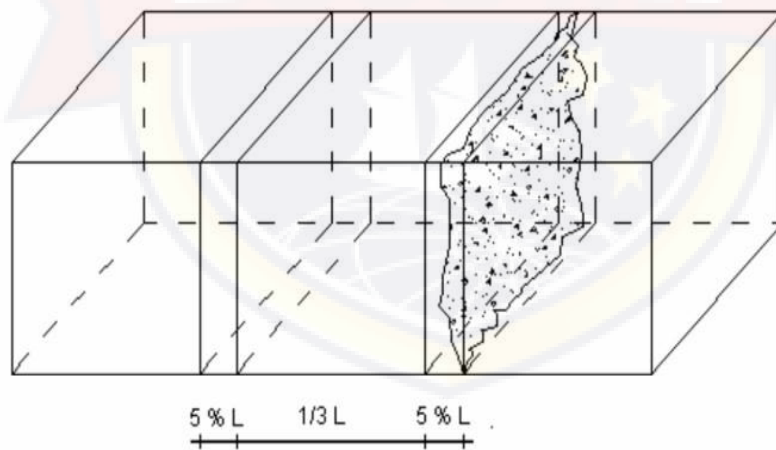
b=Lebar tampang lintang patah arah horizontal(mm)

h= Lebar tampang lintang patah arah vertical (mm)

a=jarak rata-rata antara penampang patahan tumpuaneksternal terdekak diukur pada empat lokasi pada sudut bentang. (mm)



Gambar 2.6 patahan pada 1/3 bentang tengah



Gambar 2.7 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada

< 5% dari bentang

2.6 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton

Beberapa utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton yaitu :

1. Penggunaan Semen. Semen memiliki peran sebagai bonding agent (bahan pengikat) pada beton. ...
2. Penggunaan air .jumlah penggunaan air akan mempengaruhi nilai fas (factor air semen)
3. Umur Beton.
4. Karakteristik Agregat.
5. Perawatan (*Curing*) Beton.

2.7 Penelitian terdahulu

2.7.1 Pengaruh penambahan pasir besi terhadap kuat tekan beton

K-300

Erny Agusri¹, Masri A Rivai², 1 Program Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang Jln.Jend. Ahmad Yani 13 Ulu Palembang

Pasir besi yang mengandung garam dapat menurunkan kuat tekan beton. Oleh karena itu pada kuat tekan rata-rata 3 hari, 7 hari dan 28 hari mendapatkan nilai rata-rata dibawah beton normal. Pada umur 3 hari nilai kuat tekan rata-rata beton normal yaitu 247 kg/cm² sedangkan beton campuran pasir besi 2% = 231.9 kg/cm² , 3% Dan pada umur 28 hari nilai kuat tekan rata-rata beton normal yaitu 370.2 kg/cm² sedangkan nilai kuat tekan rata-rata beton campuran pasir besi 2% = 326.4 kg/cm² , 3% = 308 kg/cm² dan 4% = 273 kg/cm² . Jadi semakin banyak pasir besi yang kita gunakan, semakin terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

2.7.2 karakteristik beton dengan penambahan limbah serat nylon dan polymer concrete.

Oleh Shanti Wahyuni Megasari, Gusneliyanti, Zainuri : jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning. (2015)

Penelitian ini bertujuan mengkaji penggunaan limbah serat nylon dan polymer concrete pada campuran beton. Persentase limbah serat nylon yang di gunakan adalah 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% serta penambahan polymer dengan perbandingan 1:100 terhadap berat air. Dari hasil pengujian terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton rata-rata padapenambahan serat 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3% secara berurutan yaitu:33,01%; 3,379%; 4,281%; 2,985% di banding benda uji tanpa polymer.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian kuantitatif.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian di lakukan di laboratorium Struktur dan Bahan ,Jurusan teknik Sipil,Fakultas Teknik,Universitas Bosowa Makassar.jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton.

3.3 Data dan Sumber Data

1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang akan di peroleh dari pengujian di laboratorium Teknik Siipil Universitas Bosowa Makassar.

2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal – jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

3.4 Variabel Penelitian

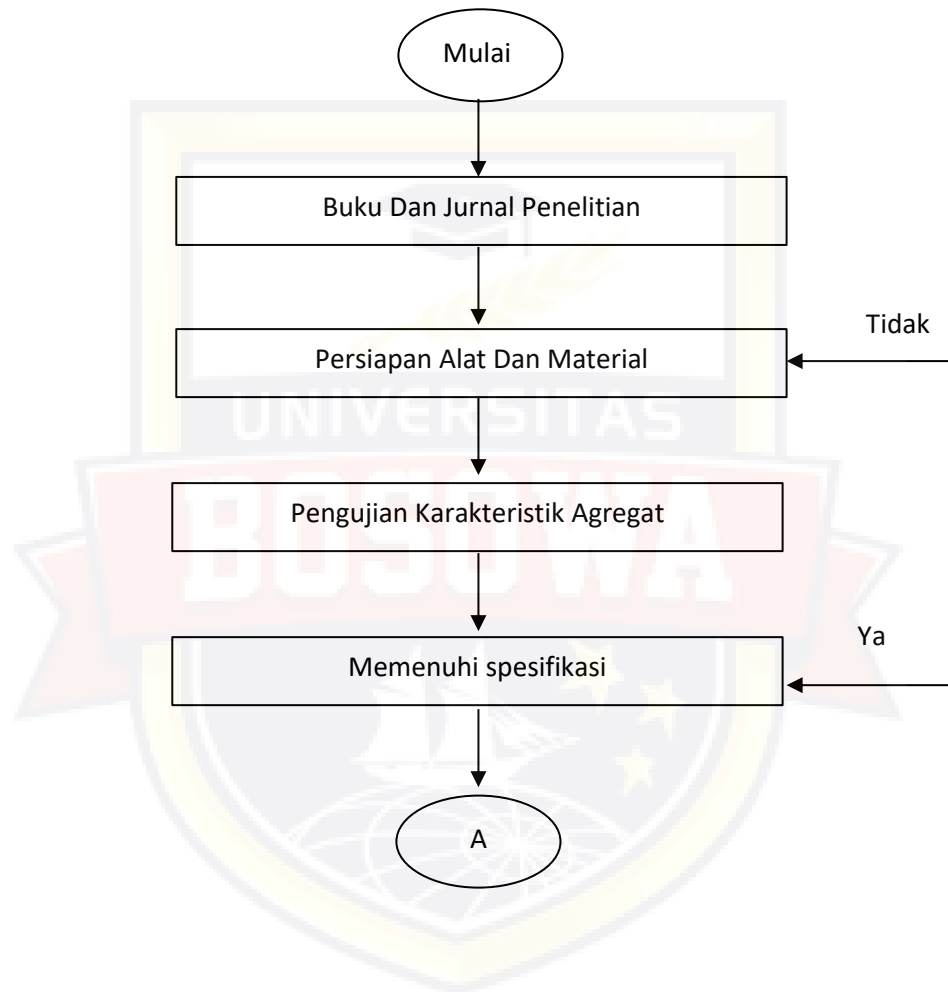
1. Variable terkait dalam penelitian ini yaitu agregat kasar,halus,dan polymer
2. Variable bebas dalam penelitian ini yaitu pasir besi dan pasir.

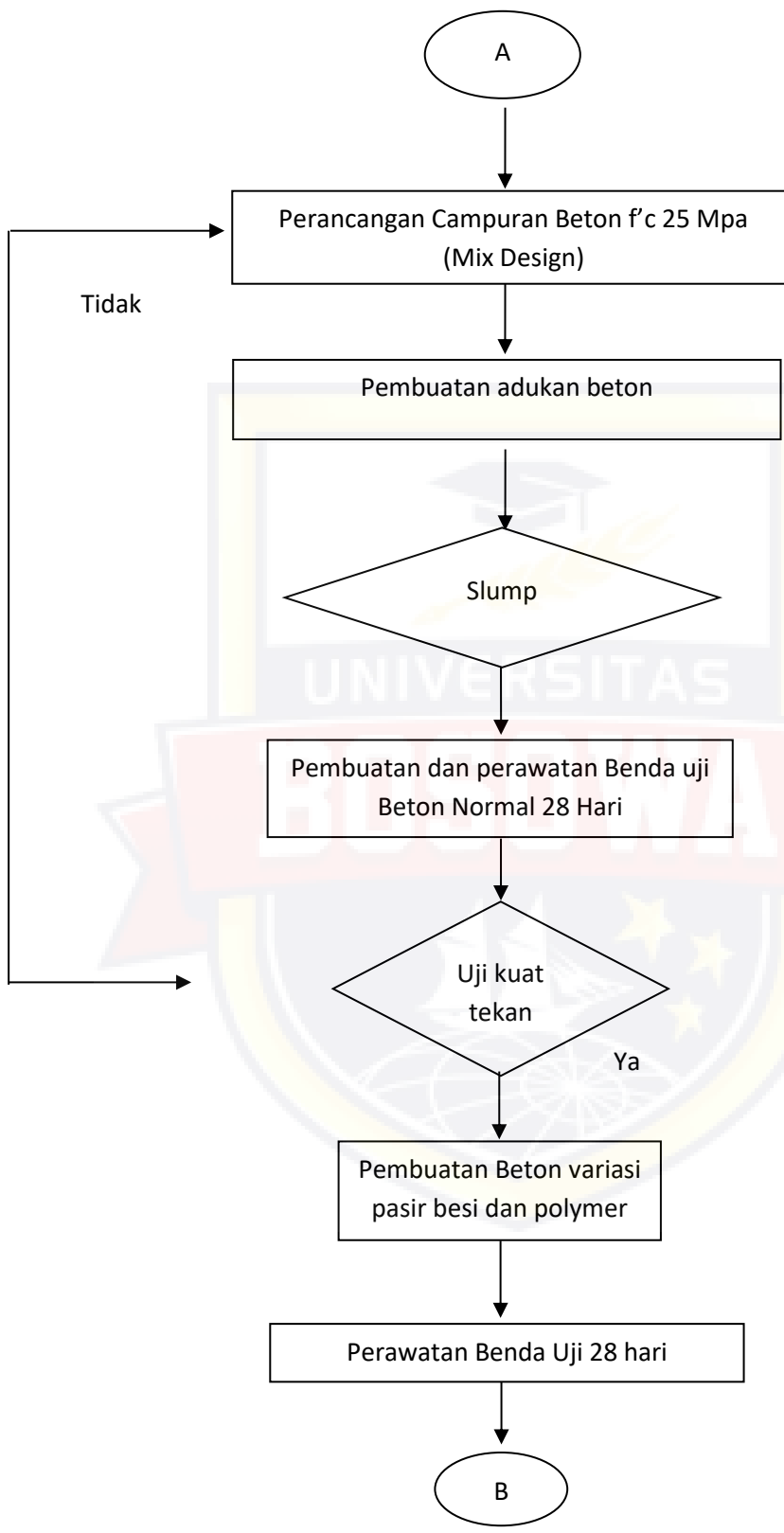
3.5 Tahapan Penelitian

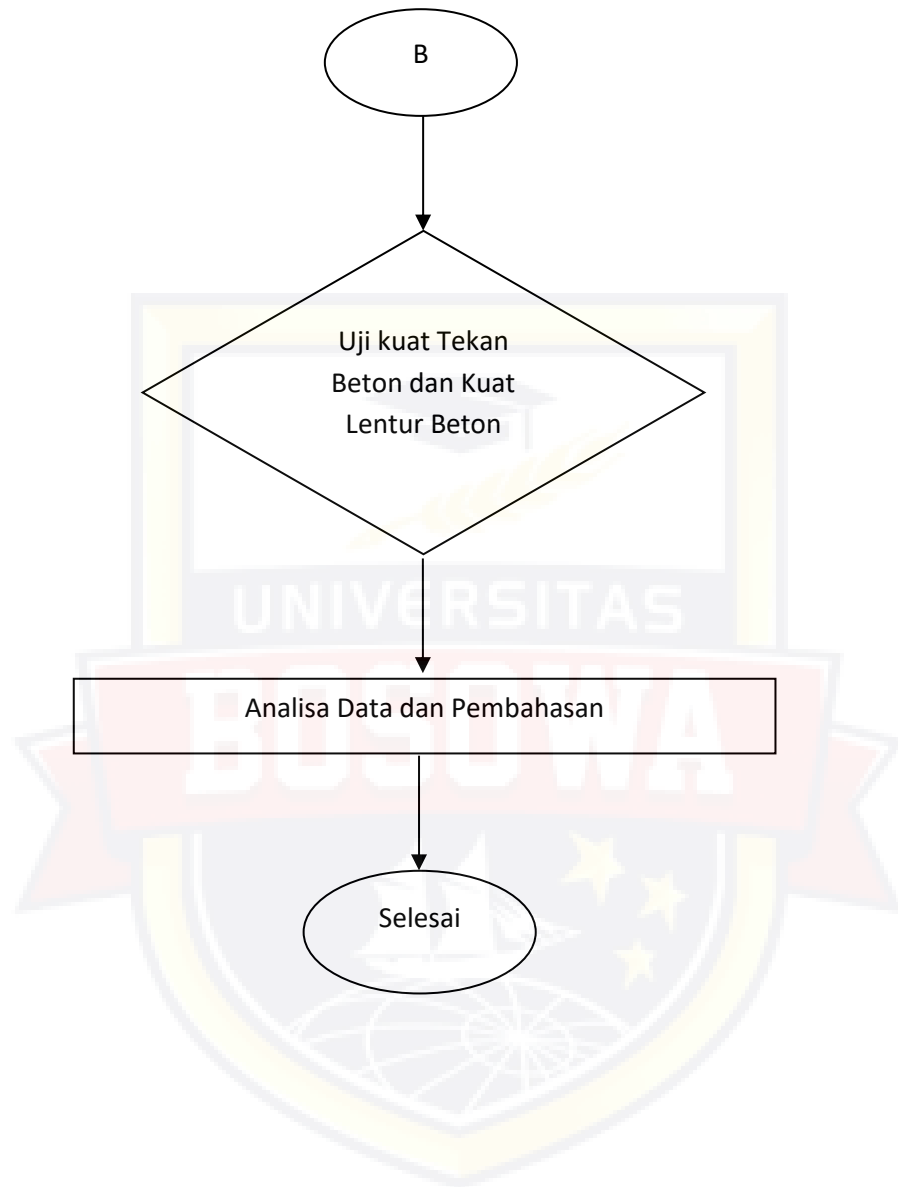
1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
 - a. Agregat Kasar(Batu pecah1-2)
 - b. Agregat halus (Pasir)
 - c. Semen
 - d. Pasir besi
 - e. Polymer merek Polcon
3. Pengujian Material :
 - a. Analisa saringan (SNI ASTM C136:2012)
 - b. Berat Jenis (SNI 1970 -2008)
 - c. Berat Isi (SNI 1973 – 2008)
 - d. Kadar Air (SNI 1971-2011)
 - e. Kadar Lumpur (SNI ASTM C117 :2017)
4. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design* (SNI 7656 – 2012)
 - a. Beton normal
5. Pengujian Slump Beton (SNI 1972-2008)
6. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
7. Pengujian kuat tekan beton F'c 25 MPa (SNI 1974 – 2011)
8. Pengujian kuat lentur beton F'c 25 MPa (SNI 03-4431-1997)
9. Pembuatan Benda uji / *Mix Design* (SNI 7656 – 2012)
 - a. Beton Variasi
10. Pengujian Slump Beton (SNI 1972-2008)
11. Perawatan beton (Perendaman) selama 28 hari
12. Pengujian kuat tekan beton F'c 25 MPa (SNI 1974 – 2011)
13. Pengujian kuat lentur beton F'c 20 MPa (SNI 03-4431-1997)

3.6 Bagan Alur Penelitian

Adapun alur penelitian ini secara garis besar dapat di lihat pada diagram alur berikut ini







3.7 Notasi dan jumlah Sampel

Tabel 3.1 variasi Benda Uji Kuat Tekan, dan kuat lentur Beton

No	Uraian	Notasi	Pasir	Pasir Besi	Polymer		Jumlah sampel
					MP	TMP	
1	Beton kontrol	BN	100%	0%	-	-	20
	Beton kontrol+polymer	BV	100%	0%	1:200	0	3
3	Kuat Lentur	BNL	100%	0%	-	-	1
	Kuat Lentur + polymer	PL	100%	0%	1:200	0	1
4	Uji Kuat Tekan +polymer	BP 10%	90%	10%	-	-	3
		BVP 10%	90%	10%	1:200	0	3
		BP 20%	80%	20%	-	-	3
		BVP 20%	80%	20%	1:200	0	3
		BP 30%	70%	30%	-	-	3
		BVP 30%	70%	30%	1:200	0	3
5	Uji kuat lentur+ polymer	PBL 1	90%	10%	-	-	1
		PBPL 1	90%	10%	1:200	0	1
		PBL 2	80%	20%	-	-	1
		PBPL 2	80%	20%	1:200	0	1
		PBL 3	70%	30%	-	-	1
		PBPL 3	70%	30%	1:200	0	1
JUMLAH							49

Simbol:

BN: Beton Normal

BNL: Beton Normal Lentur

BV: Beton Polymer Tekan

PL: Polymer Lentur

BP: Beton Pasir Besi Tekan

PBL: Pasir Besi Lentur

BVP: Beton Pasir Besi + Polymer Tekan

PBPL: Pasir besi Polymer lentur

TMP: Tidak menggunakan polymer

MP: Menggunakan Polymer

3.8 Metode Analisis

3.8.1 Analisis spesifikasi karakteristik Agregat

Kegiatan Pertama terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan yang di perlukan untuk proses penelitian . bahan –bahan yang di perlukan antara lain,

semen, agregat halus, agregat kasar, pasir besi, polymer (POLCON) dan air. yang di gunakan harus sudah bersih.

3.8.2 Pengaruh pasir besi sebagai substitusi pasir , terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton

- Pasir besi dapat meningkatkan kuat tekan, dan kuat lentur beton pada presentasi tertentu.

3.8.3 Hubungan kuat Tekan Dengan Kuat tarik serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur Beton

1. Dalam SI ditentukan hubungan kuat Lentur dengan kuat tekannya ($f'c$) adalah $0,5 \sqrt{f'c} - 0,6 \sqrt{f'c}$. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono, 2004).

- Rumus Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

$$F_{ct} = a \sqrt{f'c}$$

koefisien a pada hubungan $f'c$ dan f_{ct} dapat ditentukan dengan membuat *curve fitting* dengan menggunakan metode *lesst squares approximation*.

$$\sum_{i=1}^3 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i})$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton sampe ke-i

Y_i = Kuat Tarik Belah sampe ke-i

A = Faktor Kolerasi antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

2. Rumus Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Beton

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f_r = 0,7 \sqrt{f'_c}$$



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian

4.1.1 Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat mengacu kepada SNI. Hasil

Pengujian dapat dilihat table 4.1 dan 4.2

Tabel. 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1 %	0,98%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,68%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm ³	1,64 gram/cm ³	Memenuhi
	- padat		1,66 gram/cm ³	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 4 %	2,77%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,55	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,62	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,74	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel. 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5 %	4,55%	Memenuhi
3	Kadar Lumpur Metode Pengendapan	Maksimal 3 %	0,63%	Memenuhi
4	Kadar Air	3 % - 5 %	4,32%	Memenuhi
5	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm ³	1,42 gram/cm ³	Memenuhi
	-padat		1,51 gram/cm ³	Memenuhi
6	Absorsi	0,2 % - 2 %	1,37%	Memenuhi
7	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,28	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,31	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Penelitian ini menggunakan agregat alami dari Gowa, Pinrang termasuk agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah dengan ukuran partikel maksimum 20 mm). yang berasal dari UD Caya Sidrap, Daya Paccerakkang Atas Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di Laboratorium Bahan dan Struktur Beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik dasar pengujian agregat, karakteristik

agregat yang akan digunakan dalam mix design yang telah ditentukan, sehingga memenuhi persyaratan berdasarkan untuk digunakan.

4.1.2 Mix Design

Pada penelitian ini digunakan mix design metode standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000 untuk komposisi beton normal sedangkan beton variasi beton variasi dilakukan sesuai yang telah di tentukan.

Table.4.3 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Normal

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	200,07	0,0053	1,59
Semen	436,17	0,0053	3,47
Pasir	688,33	0,0053	5,47
Bp Maks 20	951,43	0,0053	7,56

Sumber: Hasil Pengujian laboratorium

Perhitungan Volume Benda Uji Silinder 15 cm x 30 cm

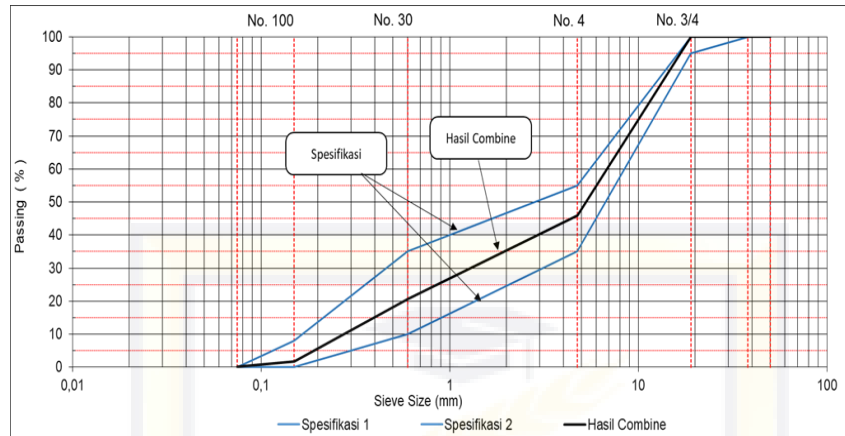
$$V = 1/4 \times \Pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0.0053 \text{ m}^3 \text{ (untuk 1 benda uji)}$$

4.1.3 Gradasi Gabungan Agregat

Dapat diperoleh menggunakan gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dilihat



Gambar 4.1 Gambar gradasi penggabungan agregat

Dari combined penggabungan agregat didapatkan komposisi yang akan digunakan dalam pencampuran beton (mix design)

4.1.4 Tabel pengujian kuat tekan beton normal

Tabel 4.4 hasil pengujian kuat tekan beton normal

No Benda uji	Slump	Berat	Beban Maksimum	Kuat tekan
	(cm)	(gr)	(KN)	(Mpa)
1	8,8	12517	475	26,87
2	8,8	12544	490	27,72
3	8,8	12370	475	26,87
4	8,8	12550	490	27,72
5	8,8	12338	470	26,59
6	8,3	12311	465	26,30
7	8,3	12360	500	28,28
8	8,3	12633	495	28,00
9	8,3	12390	475	26,87
10	8,3	12490	465	26,30
11	8,2	12290	480	27,15
12	8,2	12430	455	25,74
13	8,2	12250	465	26,30

14	8,2	12255	445	25,17
15	8,2	12300	425	24,04
16	8,5	12395	510	28,85
17	8,5	12430	450	25,45
18	8,5	12375	420	23,76
19	8,5	12440	475	26,87
20	8,5	12340	480	27,15
jumlah				484,20
Kuat Tekan Rata-rata (F'cr)				26,9
Standar Deviasi(Sr)				0,97
Kuat Tekan karakteristik (F'c)				25'31

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata – rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_c}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{484,20}{20} \text{ (Mpa)} = 26,90 \text{ Mpa}$$

Untuk menghitung standar deviasi

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} = 0,970$$

Untuk menghitung kuat tekan karakteristik

$$f'_{cr} = f'_c - 1.34 S_r$$

$$f'_c = 26,90 - 1.34 (0,97) = 25,60 \text{ Mpa}$$

Persamaan I

$$f'_{cr} = f'_c - 2.3 (0,97) + 3.5 = 28,14 \text{ Mpa}$$

Persamaan II

Gunakan nilai terbesar

Faktor modifikasi untuk 18 sampel adalah 1.112

$$f_c = \frac{28,14}{1.112} = 25,31 \text{ Mpa}$$

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 20 buah seperti yang tercantum dalam tabel 4.6. Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 2847 2013 (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung).

4.1.5 Hasil kuat lentur Beton Normal

Tabel 4.5 hasil pengujian kuat lentur beton

No	Slump	Berat	Umur	Beban Maksimum	Kuat Lentur
	mm	br	hari	kn	n/mm
1	8	31190	28	34	4,53

Sumber: Hasil pengujian *laboratorium*

sampel 1

$$\begin{aligned}
 f_r &= \frac{P \times l}{b \times d^2} \\
 &= \frac{34000 \times 450}{150 \times 150^2} \\
 &= \frac{15300000}{3375000} \\
 &= 4,53 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

4.1.6 Campuran Beton Variasi

Bahan campuran beton variasi dapat dilihat pada pada table Berikut.

Tabel 4.6 komposisi campuran beton normal dan beton variasi per 3 silinder

Uraian	NO	BETON VARIASI	PASIR (KG)	PASIR BESI (KG)	POLYMER (ML)	JUMLAH SAMPEL
UJIA KUAT TEKAN	1	BVP 10%			-	3
	2	BVP 10% + POLYMER	14,77	1,64	24	3
	3	BVP 20%			-	3
	4	BVP 20% + POLYMER	13,13	3,28	24	3
	5	BVP 30%			-	3
	6	BVP 30% + POLYMER	11,49	4,92	24	3
	7	BN			-	20
	8	BV	16,41	0	24	3
UJI KUAT LENTUR	1	KPB 10%			-	1
	2	KPB10% + POLYMER	14,77	1,64	24	1
	3	KPB 20%			-	1
	4	KPB 20% + POLYMER	13,13	3,28	24	1
	5	KPB 30%			-	1
	6	KPB 30% + POLYMER	11,49	4,92	24	1
	7	BNL			-	1
	8	PL	16,41	0	24	1

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Penggunaan Dosis Polymer

- Penggunaan polimer untuk 1 liter air =1:200
=0,005 L
- Penggunaan untuk 3 silinder =0,005 L x 4,77 L
=0,024 L → 24ml polymer

4.1.7 Hasil kuat tekan beton variasi

Tabel.4.7 hasil kuat tekan beton variasi

SIMBOL	PASIR BESI	POLYMER (POLCON)	NILAI KEKUATAN TEKAN RATA- RATA
	%	ml	Mpa
BP 10%	10%	0	27,93
BP 20 %	20%	0	22,27
BP 30 %	30%	0	16,70
BVP 10 %	10%	24 ml	35,10
BVP 20 %	20%	24 ml	26,42
BVP 30 %	30%	24 ml	23,78
BV	0	24 ml	27,84

Sumber: Hasil pengujian Laboratorium

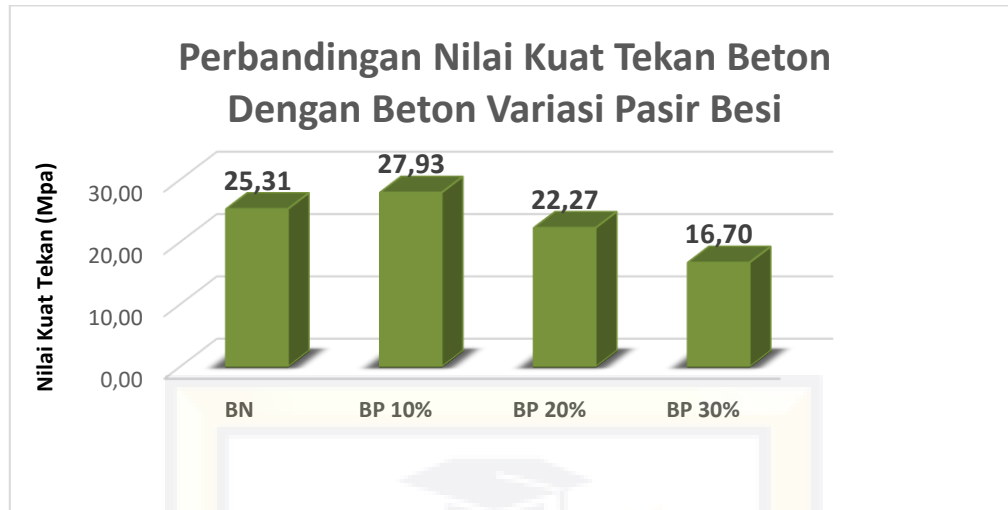
4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Subtitusi Parsial Pasir Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Lentur Beton

A. Kuat Tekan (pasir besi)

Pada penelitian ini beton ini menggunakan pasir besi sebagai subtitusi pasir dengan persentase 10%,20%,dan 30%

Dari Gambar dapat di lihat grafik perbandingan kuat tekan beton normal terhadap kuat beton variasi sebagai berikut



Gambar.4.2 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Kuat Tekan Beton Variasi Pasir Besi

Dari gambar 4.2 dapat di jelaskan bahwa beton variasi memiliki kuat tekan rata-rata dari substitusi pasir besi ke dalam pasir yang tidak menggunakan polymer dan pasir besi yang berbeda-beda yakni 10%,20%,dan 30% berturut-turut 27,93 Mpa, 22,27 Mpa,16,70 Mp.

Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Pasir Besi untuk benda uji yang menggunakan pasir besi sebanyak 10% sebagai substitusi pasir yang paling optimum ada pada variasi (BP 10%) yang dimana mencapai 27,93 Mpa. dan semakin tinggi presentase pasir besi yang di gunakan maka kuat tekan akan semakin menurun.jadi kepadatan beton di bahan pengisi pasir besi 10% meningkat atau kekerasan yang baik karena pasir besi dapat mengisi rongga-rongga yang sehingga membantu mutu beton sehingga nilai kuat tekan di hasilkan meningkat .Sebaliknya dengan bahan penyusun beton penggunaan

20%, dan 30% pasir besi dapat melemahkan campuran beton karena banyaknya celah yang ada sehingga dapat membuat kuat tekan itu menurun

B. Kuat Lentur (pasir besi)

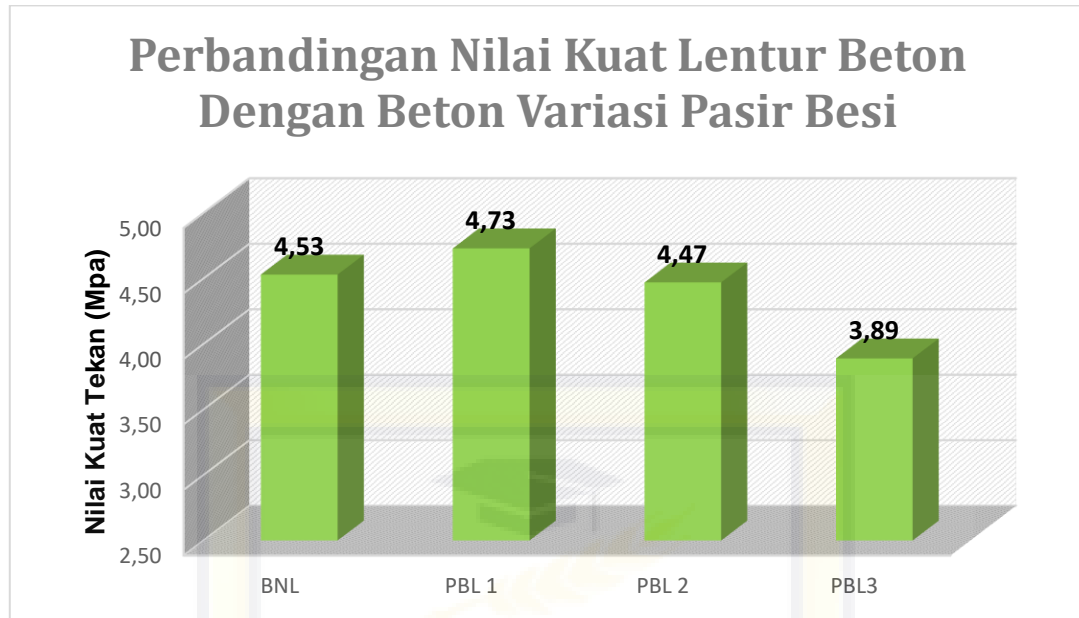
Pada penelitian ini beton ini menggunakan pasir besi sebagai substitusi pasir dengan persentase 10%, 20%, dan 30%

Dari Gambar dapat dilihat grafik perbandingan kuat tekan beton normal terhadap kuat beton variasi pasir besi sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi.

No benda uji	simbol	pasir bBesi	Polymer	kuat lentur
		%	ml	N/mm ²
1	BNL	-	-	4,53
2	PBL 1	10	-	4,73
3	PBL 2	20	-	4,47
4	PBL 3	30	-	3,89

Sumber: hasil pengujian Laboratorium



Gambar.4.3 Grafik hasil Perbandingan Nilai Kuat Lentur Beton Dengan Beton Variasi Pasir Besi.

Dari Gambar 4.3 dapat di jelaskan bahwa nilai kuat lentur rata-rata Dari substitusi parsial pasir besi ke pasir tanpa menggunakan polymer dan pasir besi yang berbeda-beda yakni 10%,20%,30% berturut-turut 4,73 Mpa,4,47 Mpa, 3,89 Mpa

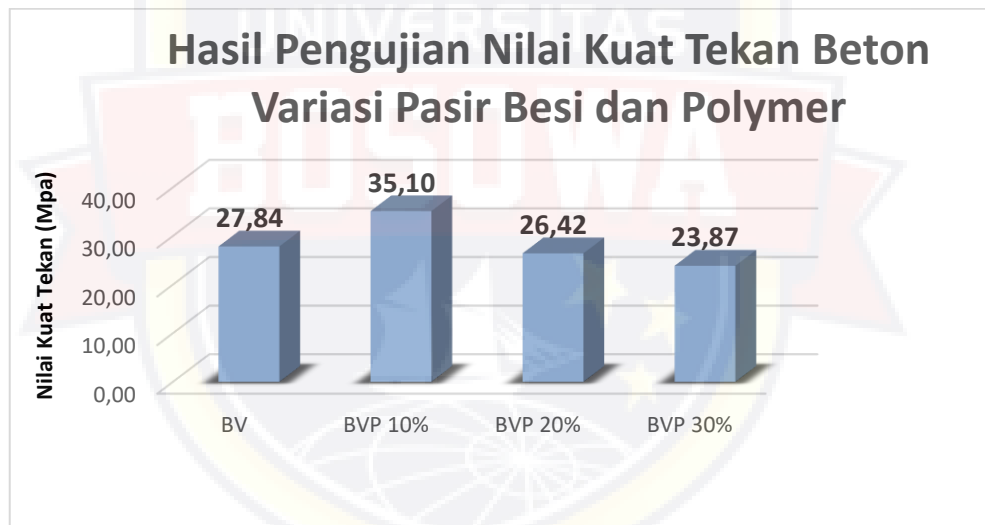
Nilai kuat lentur benda uji yang menggunakan pasir besi Sebanyak 10% sebagai substitusi pasir dan tanpa polymer yang paling ada pada variasi (PBL 1) dimana Kuat lentur Mencapai 4,73Mpa. jadi kepadatan beton di bahan pengisi pasir besi 10% kepadatannya meningkat atau kekerasan yang baik karena pasir besi dapat mengisi rongga-rongga yang ada,dan juga sifat polymer itu sendiri juga yang dapat membantu mutu beton sehingga nilaikuat lentur di hasilkan meningkat tinggi. Sebaliknya dengan bahan penyusun

beton penggunaan 20%, dan 30% pasir besi dapat melemahkan campuran beton karena banyaknya celah yang ada sehingga dapat membuat kuat lentur itu menurun.

4.2.2 Pengaruh Substitusi Parsial Pasir Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Kuat Lentur Beton Menggunakan Polymer

A. Kuat Tekan (Pasir Besi)

Pada penelitian ini, Pasir Besi sebagai substitusi pasir dengan presentase 10%, 20% dan 30% parsial pasir dan Polymer (POLCON) sebagai bahan tambah, Dengan penggunaan Polymer sebanyak 24 ml.



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai kuat Tekan Beton Variasi Pasir Besi Dan Polymer

Dari Gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa nilai kuat lentur rata-rata

Dari substitusi parsial pasir besi ke pasir dengan jumlah polymer tetap yakni

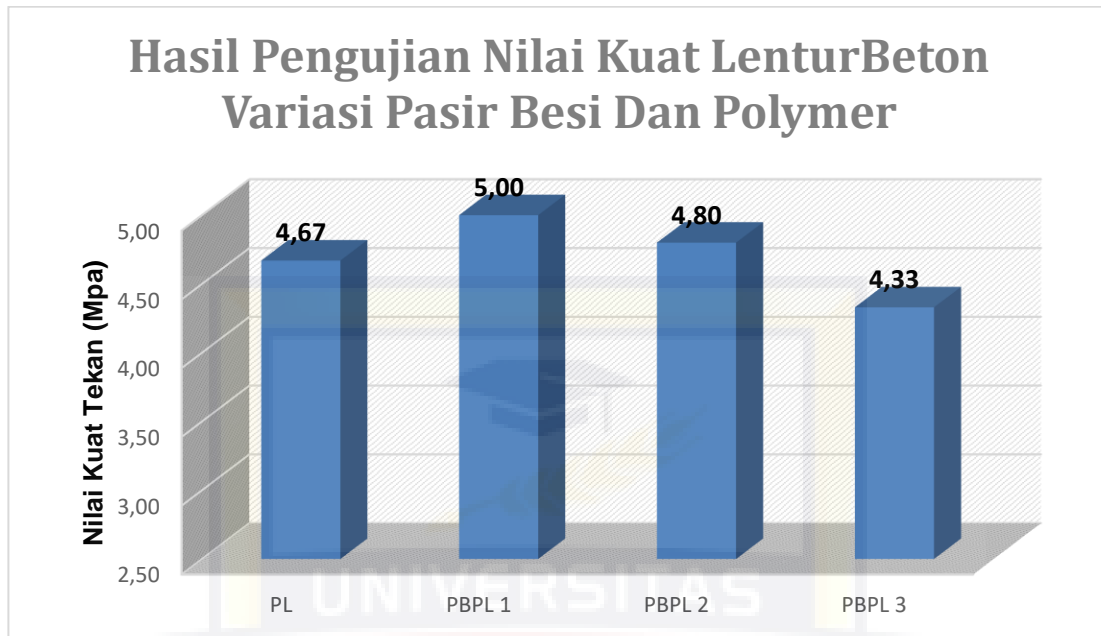
24 ml dan pasir besi yang berbeda-beda yakni 10%,20%,30% berturut-turut 35,10 Mpa, 26,42Mpa, 23,87 Mpa.

Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Variasi yang menggunakan 10% Pasir Besi dan penambahan Polymer yang paling optimum ada pada variasi(BVP 10%) yang dimana mencapai nilai kuat tekan 35,10 Mpa. jadi kepadatan beton di bahan pengisi pasir besi 10%+polymer meningkat atau kekerasan yang baik karena pasir besi dapat mengisi rongga-rongga yang ada dan juga sifat polymer itu sendiri juga yang dapat membantu mutu beton sehingga nilai kuat tekan di hasilkan meningkat tinggi sehingga membantu mutu beton nilai kuat tekan di hasilkan meningkat .Sebaliknya dengan bahan penyusun beton penggunaan 20%,dan 30% pasir besi dapat melemahkan campuran beton karena banyaknya celah yang ada sehingga dapat membuat kuat tekan itu menurun.

Tabel.4.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi menggunakan polymer

No benda uji	simbol	pasir bBesi	Polymer	kuat lentur
		%	ml	N/mm ²
1	PL	-	24 ml	4,67
2	PBPL 1	10%	24 ml	5,00
3	PBPL 2	20%	24 ml	4,80
4	PBPL 3	30%	24 ml	4,33

Sumber: *Hasil Pengujian Laboratorium*



Gambar.4.5 Grafik hasil Perbandingan Nilai Kuat Lentur Beton Dengan Beton Variasi Pasir Besi Dan Polymer

Dari Gambar 4.5 dapat di jelaskan bahwa nilai kuat lentur rata-rata Dari substitusi parsial pasir besi ke pasir dengan jumlah polymer tetap yakni 24 ml dan pasir besi yang berbeda-beda yakni 10%,20%,30% berturut-turut 5,00 Mpa,4,80 Mpa, 4,33 Mpa.

Nilai kuat lentur untuk benda uji yang menggunakan pasir besi 10% sebagai substitusi pasir dan penambahan polymer yang paling optimum ada pada variasi (PBPL 1) dimana, kuat lentur memperoleh 5,00 Mpa ,jadi kepadatan beton di bahan pengisi pasir besi 10%+ polymer,kepadatannya meningkat atau kekerasan yang baik karena pasir besi dapat mengisi rongga-

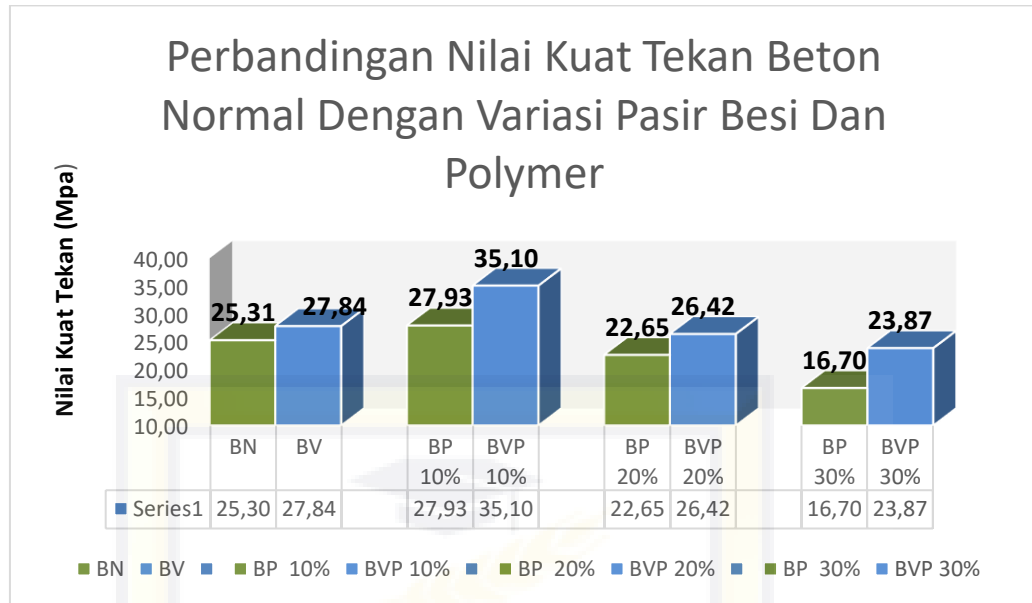
rongga yang ada, dan juga sifat polymer itu sendiri juga yang dapat membantu mutu beton sehingga nilai kuat lentur di hasilkan meningkat tinggi. Sebaliknya dengan bahan penyusun beton penggunaan 20%, dan 30% pasir besi dapat melemahkan campuran beton karena banyaknya celah yang ada sehingga dapat membuat kuat lentur itu menurun walaupun di bantu dengan penambahan polymer.

4.2.3 Perbandingan nilai Kuat Tekan Beton Normal dan Kuat Lentur Beton Variasi Pasir Besi Dan Polymer

A. Kuat tekan

Berdasarkan Gambar 4.6 dibawah ini, dapat di gambarkan perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton variasi menggunakan pasir besi sebagai parsial pasir dan polymer sebagai bahan tambah.

Dari gambar 4.6 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dan Variasi Pasir Besi dan Polymer



Gambar4.6 perbandingan Kuat Tekan Beton Variasi

Dari Gambar 4.6 Dapat di jelaskan bahwa Kuat tekan beton variasi polymer lebih tinggi di banding kan,kuat tekan beton yang mengandung pasir besi I dan kuat tekan beton normal.

semakin tinggi presentase pasir besi yang di gunakan kuat tekannya akan semakin menurun, tetapi dengan adanya penambahan polymer sebanyak 24 ml polymer hasil yang di dapat jauh lebih tinggi dari kuat tekan beton variasi pasir besi tanpa polymer.Untuk nilai kuat tekan rata-rata dari beton yang menggunakan Bahan pasir besi sabagai substitusi pasir sebesar 10%,20%dan,30% didapatkan nilai kuat tekan 35,10 Mpa, 26,42 Mpa , 23,87 Mpa.Kadar optimum penggunaan pasir besi dan polymer bisa di lihat dari sampel BVP 10% dengan kuat tekan mencapai 35,10 Mpa.

Tabel.4.10 Persentase Kuat Tekan Beton Variasi Dengan Beton Normal

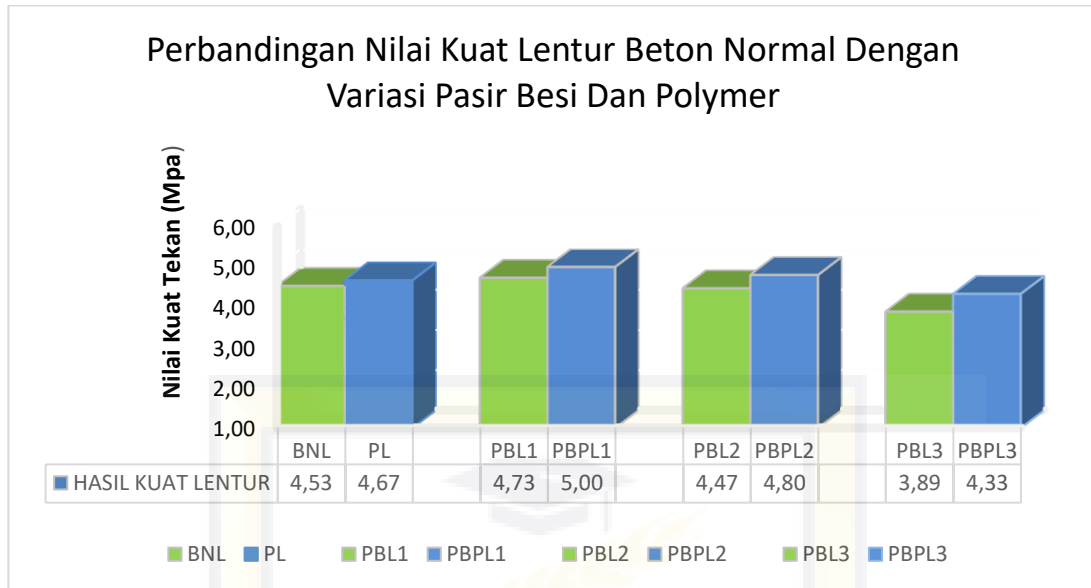
NO	NOTASI	HASIL KUAT TEKAN	SELISIH	PERSEN PENINGKATAN (%)
1	BN	25,31	2,54	10,02
2	BV	27,84		
3	BP 10%	27,93	7,17	25,67
4	BVP 10%	35,10		
5	BP 20%	22,65	3,77	16,64
6	BVP 20%	26,42		
7	BP 30%	16,70	7,17	42,93
8	BVP 30%	23,87		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Ada pun hasil presentase peningkatan kuat tekan beton variasi dengan beton normal yang paling tinggi ada pada variasi BP 30% dan BVP 30% dimana peningkatan presentase mencapai 42,93% tetapi untuk nilai kuat tekan yang paling optimum tetap pada variasi sampel (BVP 10%) mencapai nilai kuat tekan 35,1 Mpa dan disimpulkan bahwa beton variasi pasir besi terhadap kuat tekan beton mempengaruhi mutu beton yang di miliki. Semakin banyak pasir besi yang di gunakan pada beton, maka semakin rendah pula kuat tekan yang di hasilkan,tetapi dengan komposisi campuran tepat dan kualitas bahan campuran yang baik maka kuat tekan beton variasi akan meningkat

B. Kuat Lentur

Dari gambar 4.7 Perbandingan Grafik kuat Lentur Variasi



Gambar4.7 Perbandingan lentur beton Variasi

Dari gambar 4.7 Dapat di jelaskan bahwa kuat lentur beton variasi yang mengandung polymer lebih tinggi dari pada beton variasi pasir besi tidak menggunakan polymer.

Adapun nilai paling optimum di peroleh pada sampel (PBPL 1) dimana presentase pasir besi sebanyak 10% dengan bahan penambahan polymer sebanyak 24 ml di peroleh kuat lentur 5,00Mpa.di bandingkan yang menggunakan 20%,dan 30% pasir besi dengan penambahan polymer jumlah yang sama, hanya memperoleh hasil sebesar, 4,80,Mpa,dan 4,33,Mpa.jadi semakin banyak presentasi penggunaan pasir besi akan membuat kuat lentur beton semakin menurun, walaupun sifat polymer itu sendiri dapat meningkatkan kuat lentur beton.

Tabel.4.11 Persentase Kuat Lentur Beton Variasi Dengan Beton Normal

NO	NOTASI	HASIL KUAT LENTUR	SELISIH	PERSEN PENINGKATAN (%)
1	BNL	4,53	0,14	3,09
2	PL	4,67		
9	PBL 1	4,73	0,27	5,71
10	PBPL1	5,00		
11	PBL 2	4,47	0,33	7,38
12	PBLP2	4,80		
13	PBL 3	3,89	0,44	11,31
14	PBLP3	4,33		

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Dari table 4.11. dapat dilihat bahwa persentase selisih peningkatan kuat lentur yang paling tinggi berada di sampel PBL3 dan PBLP 3 dimana mencapai 11,31%. Dan untuk nilai kuat Lentur yang paling optimum di sampel (PBLP 1) dimana pasir besi yang di gunakan sebanyak 10 % dan penambahan Polymer sebanyak 24 ml dimana hasil kuat lentur itu mencapai 5,00 Mpa.

4.2.4 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat lentur Beton variasi

A. Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton Variasi Pasir Besi

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$f_r = 0,7\sqrt{f'_c}$$

Dari nilai Tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara Kuat tekan dan Kuat Lentur Beton Seperti pada table di bawah ini:

Fc (Mpa)	Fr (Mpa)
27,93	4,73
22,27	4,47
16,10	3,89

Sumber: hasil pengujian

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Menggunakan Metode *Curve Fitting*

kuat tekan dan kuat lentur beton variasi dihitung dengan menggunakan metode *curve fitting* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum_{i=0}^n (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = 0$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton sampel Ke - i

Y_i = Kuat Lentur Beton sampel Ke - i

a = Faktor Korelasi antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

1. Menentukan Nilai Koefisien a Kuat Tekan terhadap Kuat Lentur Variasi

No.	X_i	Y_i
1	0	0
2	27,93	4,73
3	22,27	4,47
4	16,10	3,89

$$\sum_{i=0}^4 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = (aX_0 - Y_0 \cdot \sqrt{X_0}) + (aX_1 - Y_1 \cdot \sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2 \cdot \sqrt{X_2}) + (aX_3 - Y_3 \cdot \sqrt{X_3}) + (aX_4 - Y_4 \cdot \sqrt{X_4}) = 0$$

$$\begin{aligned}
& (a_0 - 0 \cdot \sqrt{0}) + (a_{27,93} - 4,73 \cdot \sqrt{27,93}) + (a_{22,27} - 4,47 \cdot \sqrt{22,27}) \\
&= + (a_{16,70} - 3,89 \cdot \sqrt{16,70}) \text{ Mpa} = 0 \\
&= (66,30a - 61,70) \text{ Mpa} = 0 \\
a &= \frac{61,70}{66,30} \\
&= \\
&0,931
\end{aligned}$$

Sehingga bentuk umum persamaan F_c dan F_r beton variasi :

$$F_r = a\sqrt{f'c} \quad \longrightarrow \quad F_r = 0,931\sqrt{f'c}$$

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur menggunakan Metode Regresi

Pendekatan yang dilakukan dengan Analisis Regresi menggunakan

Transformasi Logaritma:

Transformasi log						
No	X_i	Y_i	$\log X_i = q_i$	$\log Y_i = p_i$	$q_i \cdot p_i$	q_i^2
1	27,93	4,73	1,45	0,67	0,98	2,09
2	22,27	4,47	1,35	0,65	0,88	1,82
3	16,10	3,89	1,21	0,59	0,71	1,46
3	66,30	13,09	4,00	1,92	2,56	5,36

$$\bar{q} = (\sum \log x_i / n) = 1,334$$

$$\bar{p} = (\sum \log y_i / n) = 0,638$$

$$\bar{y} = (\sum y_i / n) = 4,363$$

$$B = \frac{n \cdot \sum q_i \cdot p_i - \sum q_i \cdot \sum p_i}{n \cdot \sum q_i^2 - (\sum q_i)^2} = \frac{0,03123}{0,086762} = 0,3600$$

$$A = \bar{p} - B \cdot \bar{q} = 0,1583$$

Persamaan transformasinya adalah :

$$p = A + B \cdot q$$

$$= 0,1583 + 0,3600 q$$

$$A = \log a$$

$$a = 1,439829$$

$$B = b$$

$$b = 0,359991$$

Bentuk persamaan hasil transformasi adalah :

$$Yt = a \cdot X^b$$

Sehingga diperoleh :

$$Fr = 1,43983 \cdot f'c^{0,3600}$$

$$1,43982 \cdot Fc^{3,600} = a \cdot Fc^{0,5}$$

$$a = \frac{1,439829 Fc^{0,3600}}{Fc^{0,5}}$$

$$= 1,585899 \cdot Fc^{0,3600-0,5}$$

$$= 1,585899 \cdot Fc^{-0,1403}$$

Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Menggunakan Metode Regresi

Fc	a
27,93	0,902
22,27	0,931
16,10	0,975
RATA-RATA	0,936

Sehingga bentuk umum persamaan Fc dan Fr Beton Variasi :

$$Fr = a\sqrt{f'c} \longrightarrow Fr = 0,936\sqrt{f'c}$$

Tabel 4.12 Korelasi kuat Tekan dan Kuat lentur Beton Variasi

Kuat Tekan	Kuat Lentur	Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur	
		Metode <i>Curve Fitting</i>	Metode Regresi
f_c	f_r	$Fr = 0,931.\sqrt{f_c}$	$Fr = 0,936\sqrt{f_c}$
27,93	4,73	4,920	4,948
22,27	4,47	4,393	4,418
16,10	3,89	3,736	3,757

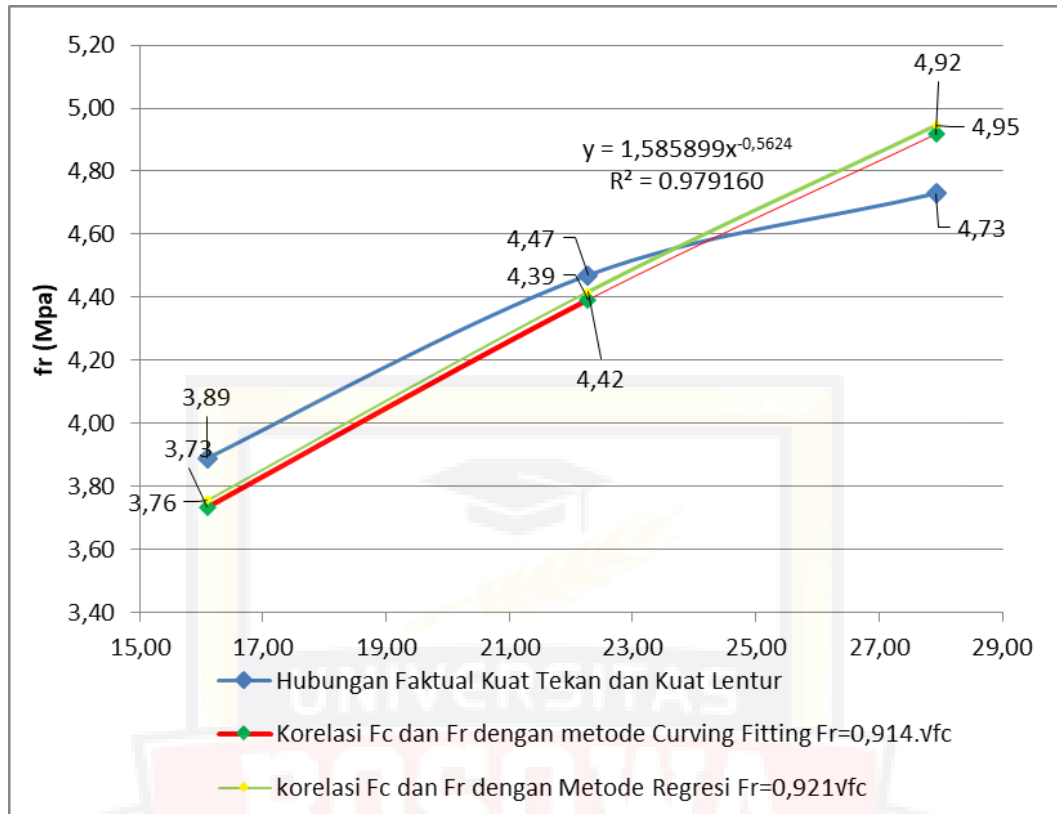
Koefisien korelasi untuk transformasi log :

No	Xi	Yi	Transformasi Logaritma		
			Yt	Dt ²	D ²
1	27,93	3,89	4,77	15,132	0,781472
2	22,27	4,73	4,40	22,373	0,108732
3	16,10	4,47	3,92	19,981	0,307771
Σ	66,30	13,09	13,09	57,486	1,197974

$$D^2 = \Sigma(y_i - \bar{y})^2$$

$$Dt^2 = \Sigma(y_i - yt)^2$$

$$R = \frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2} = 0,97916056$$



Gambar 4.8 Grafik Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton variasi Dari gambar diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur dengan nilai $R^2 = 0.9791$ dan $y = 1,58589 \cdot x^{0,5624}$, dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik.

B. Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton Variasi Pasir Besi Dengan Penambahan Polymer Polcon

Peraturan SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal (tanpa tulangan) yaitu :

$$Fr = 0,7 \cdot \sqrt{f'c}$$

Dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton seperti pada tabel di bawah ini :

Fc (Mpa)	Fr (Mpa)
35,10	5,00
26,42	4,80
23,87	4,33

Sumber:Hasil pengujian

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur menggunakan Metode Curve Fitting

Korelasi antara kuat tekan dan kuat lentur beton variasi dihitung dengan menggunakan metode curve fitting dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum_{i=0}^n (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) = 0$$

Dimana :

X_i = Kuat Tekan Beton sampel Ke - i

Y_i = Kuat Lentur Beton sampel Ke - i

a = Faktor Korelasi antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

- Menentukan Nilai Koefisien a Kuat Tekan terhadap Kuat Lentur Beton Variasi

No.	X_i	Y_i
1	0	0
2	35,10	5,00
3	26,42	4,80
4	23,87	4,33

$$\begin{aligned}
\sum_{i=0}^4 (aX_i - Y_i \cdot \sqrt{X_i}) &= (aX_0 - Y_0 \cdot \sqrt{X_0}) + (aX_1 - Y_1 \cdot \sqrt{X_1}) + (aX_2 - Y_2 \cdot \sqrt{X_2}) + \\
&\quad (aX_3 - Y_3 \cdot \sqrt{X_3}) + (aX_4 - Y_4 \cdot \sqrt{X_4}) = 0 \\
&= (a \cdot 0 - 0 \cdot \sqrt{0}) + (a \cdot 35,10 - 5,00 \cdot \sqrt{35,10}) + (a \cdot 26,42 - 4,80 \cdot \sqrt{26,42}) \\
&\quad + (a \cdot 23,87 - 4,33 \cdot \sqrt{23,67}) + (a \cdot 27,84 - 4,67 \cdot \sqrt{27,67}) \text{ Mpa} = 0 \\
&= (85,39a - 75,44) \text{ Mpa} = 0 \\
a &= \frac{75,44}{85,39} \\
&= 0,884
\end{aligned}$$

Sehingga bentuk umum persamaan F_c dan F_r beton variasi :

$$F_r = a\sqrt{f'c} \quad \longrightarrow \quad F_r = 0,884\sqrt{f'c}$$

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur menggunakan Metode Regresi

Pendekatan yang dilakukan dengan Analisis Regresi menggunakan

Transformasi Logaritma

Transformasi log						
No	X_i	Y_i	$\log X_i = q_i$	$\log Y_i = p_i$	$q_i \cdot p_i$	q_i^2
1	35,10	5,00	1,55	0,70	1,08	2,39
2	26,42	4,80	1,42	0,68	0,97	2,02
3	23,87	4,33	1,38	0,64	0,88	1,90
4	85,39	14,13	4,35	2,02	2,93	6,31

Sumber : Hasil Penelitian

$$\bar{q} = (\sum \log x_i / n) = 1,448$$

$$\bar{p} = (\sum \log xi / n) = 0,672$$

$$\bar{y} = (\sum yi / n) = 4,710$$

$$B = \frac{n \cdot \sum qi \cdot pi - \sum qi \cdot \sum pi}{n \cdot \sum qi^2 - (\sum qi)^2} = \frac{0,01462294}{0,045205} = 0,3235$$

$$A = \bar{p} - B \cdot \bar{q} = 0,2037$$

Persamaan transformasinya adalah :

$$p = A + B \cdot q$$

$$= 0,2037 + 0,3235q$$

$$A = \log a$$

$$a = 1,598524$$

$$B = b$$

$$b = 0,323478$$

Bentuk persamaan hasil transformasi adalah :

$$Yt = a \cdot X^b$$

Sehingga diperoleh :

$$Fr = 1,59852 \cdot f'c^{0,3235}$$

$$1,59525 \cdot Fc^{3,235} = a \cdot Fc^{0,5}$$

$$a = \frac{1,59525 \cdot Fc^{0,3235}}{Fc^{0,5}}$$

$$= 1,59525 \cdot Fc^{0,3238-0,5}$$

$$= 1,59525 \cdot Fc^{-0,17621}$$

Kolerasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Menggunakan Metode Regresi

Fc	a
35,1	0,853
26,42	0,897
23,87	0,913
Rata-rata	0,887

Sehingga Bentuk Umum Persamaan Fc dan Fr Beton Variasi

$$Fr = a\sqrt{f'c} \quad \longrightarrow \quad Fr = 0,887\sqrt{f'c}$$

Tabel 4.13 Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Variasi

Kuat Tekan	Kuat Lentur Aktual	Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur	
		Metode <i>Curve Fitting</i>	Metode Regresi
f'c	fr	$Fr = 0,884\sqrt{f'c}$	$Fr = 0,887\sqrt{f'c}$
35,10	5,00	5,237	5,255
26,42	4,80	4,544	4,559
23,87	4,33	4,319	4,334

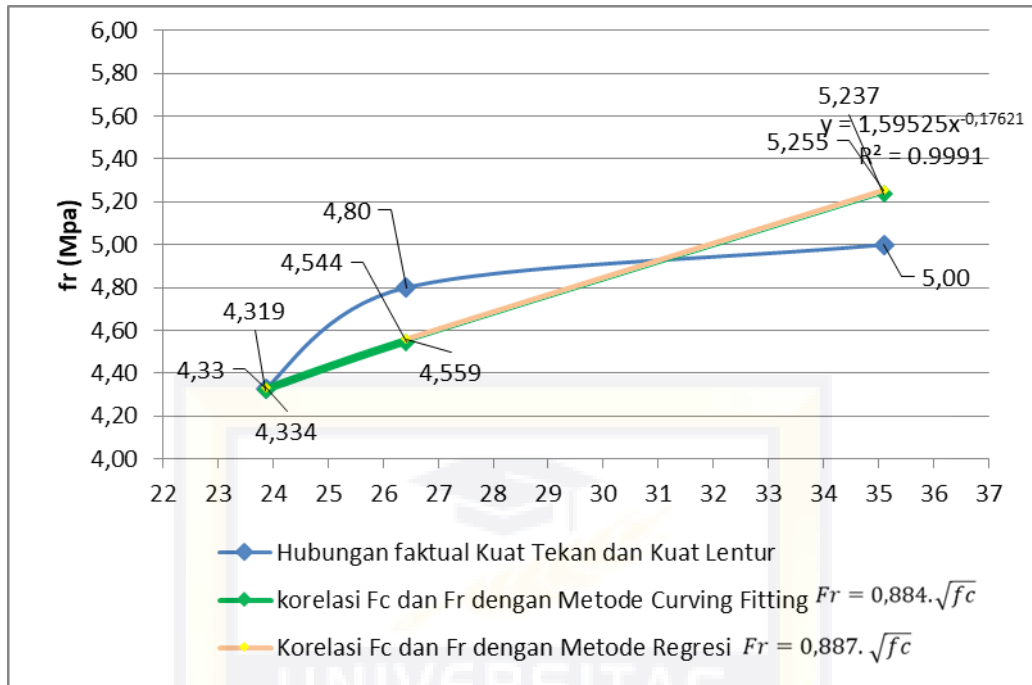
Koefisien korelasi untuk transformasi log :

No	Xi	Yi	Transformasi Logaritma		
			Yt	Dt ²	D ²
1	35,1	5,00	5,05	25,000	0,002862
2	26,42	4,80	4,61	23,040	0,036172
3	23,87	4,33	4,46	18,749	0,017139
Σ	85,39	14,13	14,12	66,789	0,056173

$$D^2 = \Sigma(yi - \bar{y})^2$$

$$Dt^2 = \Sigma(yi - yt)^2$$

$$R = \frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2} = 0,99915895$$



Gambar 4.10 Grafik Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton variasi
 Dari gambar diperoleh persamaan hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur dengan nilai $R^2 = 0,9991$ dan $y = 1,59525x^{0,17621}$, dari persamaan tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur dengan garis lurus menjadi hubungan yang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Memperoleh komposisi campuran beton f_c 25 Mpa, di peroleh komposisi campuran pasir 693,25 kg/m³, batu pecah 947,59 kg/m³, semen 436,17 kg/m³, dan air 211,19 kg/m³
2. Pengaruh Pasir Besi sebagai Substitusi Parsial pasir mendapatkan nilai kuat tekan paling optimum pada variasi (BP 10%) sebesar 27,93 Mpa, sedangkan untuk kuat lentur paling optimum diperoleh beton variasi (PBL1) sebesar 5,00 Mpa
3. Pengaruh penambahan Polymer POLCON sebanyak 24 ml terbukti membuat kuat tekan beton dan kuat lentur beton meningkat sebesar 42,93% untuk kuat tekan beton sedangkan kuat lentur beton sebesar 11,09%.
4. Pengaruh penambahan Polymer sebanyak 24 ml pada variasi beton yang mengandung Pasir Besi mendapatkan nilai kuat tekan paling optimum pada beton variasi (BVP10%) pasir besi 10%, sebesar 35,10 Mpa, sedangkan untuk kuat lentur paling optimum diperoleh beton variasi (PBPL1) pasir besi 10% sebesar 5.00 Mpa.
5. Hubungan kuat tekan beton dan kuat lentur beton dengan metode *curve fitting* memperoleh persamaan $f_{ct} = 0,931\sqrt{f'_c}$, sedangkan

untuk metode regresi memperoleh persamaan $f_{ct}=0,936\sqrt{f'c}$ jadi dapat disimpulkan bahwa kuat tekan dan kuat lentur hubungan baik,

5.2 Saran

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang meneliti tentang penggunaan pasir besi.
2. Sebaiknya penggunaan pasir besi yang di gunakan tidak melebihi sebanyak 10%, agar tidak terjadi penurunan mutu beton karna pasir besi itu memiliki gradasi yang halus.
3. Usahakan proses pemadatan dari setiap sampelnya dilakukan secara konsisten agar beton benar-benar padat dan semua pori terisi secara merata hal ini dapat dilakukan dengan ketelitian selama penelitian agar mendapatkan hasil yang lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

Agusri, E., & Rivai, M. A. (2019). PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BESI TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-300. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 6(1), 32-35.

Adrithia, G. A. (2020). Pengaruh bahan tambah polcon® terhadap kuat tekan mortar (Doctoral dissertation, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang).

Aryoputro, F. B., Teguh, M., & Saputra, E. (2022). OPTIMALISASI PENGGUNAAN PASIR BESI PENGGANTI AGREGAT HALUS DALAM CAMPURAN BETON MUTU TINGGI. *Teknisia*, 27(1), 24-33.

B Anggara. (2017). *BAB III_Tinjauan Pustaka_E95hri-4.pdf*. 15–32.

Darwis, F., Sultan, M. A., & Sidogu, D. (2018). Variasi Penggunaan Pasir Besi Pada Campuran Mortar. *Journal of Science and Engineering*, 1(1).

Henggar Risa, 16 Oktober 2011, All About Polymer ForConcrete.Wordpress. Diakses Pada tanggal 24 Juni 2021.

<https://henggarrisa.wordpress.com/2011/10/16/all-about-polymer-for-concrete/>

Hamid, R., Muhammad, A. H., Faruk, F., & Altarans, I. (2023). PENGARUH PENGGANTI AGREGAT HALUS PASIR BESI TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-300. *DINTEK*, 16(1), 1-11.

Mulyono T., 2004, Teknologi Beton (Edisi kedua), Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Mulyono, T. 2013. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.

SNI 15-7064 – 2004. (2004) Semen Portland Komposit. Standar nasional Indonesia.

SNI 2493-2011 Tentang Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Beton Uji Di Laboratorium.

SNI-4431-2011. “Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan”. Badan Standar Nasional.

Standard Nasional Indonesia (SNI). 2009. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Cetakan kedua, ITSPRESS. Surabaya.

SYAIHU, F. R. (2022). Pengaruh Penggunaan Serbuk Besi Sebagai pengganti Sebagian Pasir Pada Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton.

2022 MIFTAHUL JANNAH 4517041084. (n.d.).

PENGGUNAAN PASIR BESI SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA BETON ASPAL LAPISAN AUS. (n.d.).

L

A

M

P

I

R

A

N





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa Saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 1 %	0,98%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5 % - 2 %	1,48%	Memenuhi
4	Berat Isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gram/cm ³	1,64 gram/cm ³	Memenuhi
	- padat		1,67 gram/cm ³	Memenuhi
5	Absorsi	0,2 % - 4 %	2,82%	Memenuhi
6	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,55	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,63	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1,6 - 3,2	2,75	Memenuhi

Diperikas Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Di Uji Oleh
Mahasiswa

I Wayan Panca Maharyasa



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

No	Karakteristik Agregat	Spesifikasi Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Analisa saringan	-	Lihat Lampiran	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maksimal 5 %	4,55%	Memenuhi
3	Kadar Lumpur Metode Pengendapan	Maksimal 5 %	0,63%	Memenuhi
4	Kadar Air	3 % - 5 %	2,42%	Memenuhi
5	Berat Isi			
	- Lepas	1,4 - 1,9 gram/cm ³	1,42 gram/cm ³	Memenuhi
	-padat		1,49 gram/cm ³	Memenuhi
6	Absorsi	0,2 % - 2 %	1,43%	Memenuhi
7	Berat Jenis Spesifik			
	- Berat Jenis Curah	1,6 - 3,2	2,28	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1,6 - 3,2	2,31	Memenuhi



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

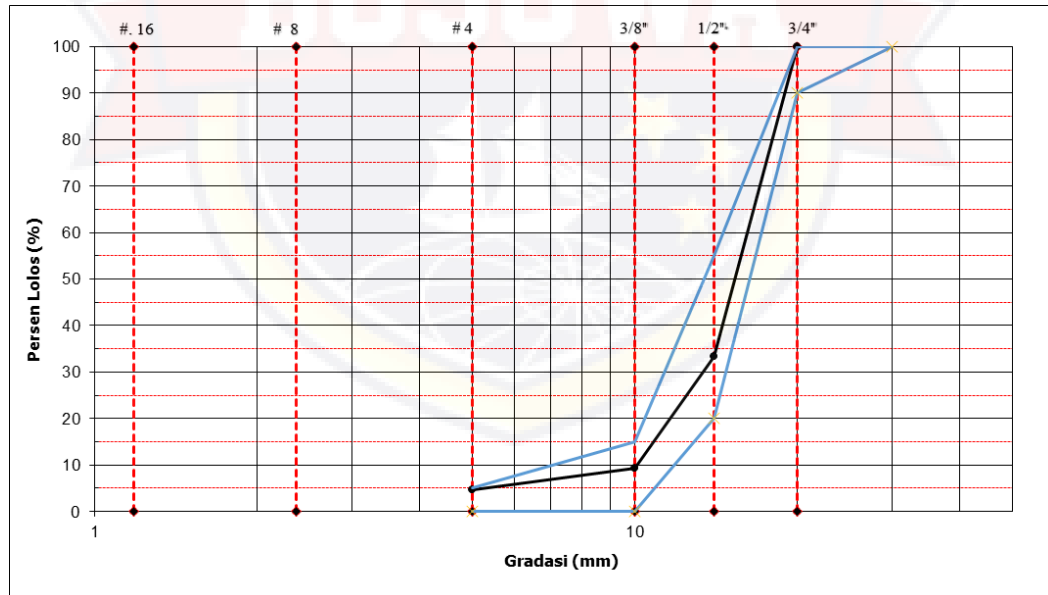
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
 Tanggal : 13 Desember 2022
 Sumber : Bili - Bili

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman,MT
 2. Ir. Fauzy Sebang, ST. MT

Saringan No	Total : 2500			Total : 2500			Rata-rata	SNI
	Sampel	1		Sampel	2		%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0,0	0	100	0	0	100	100	90-100
1/2"	1790,70	71,63	28,37	1539,20	61,57	38,43	33,40	20-55
3/8"	2274,10	90,96	9,04	2260,60	90,42	9,58	9,31	0-15
No. 4	2420,60	96,82	3,18	2350,20	94,01	5,99	4,58	0-5
No. 8	2430,50	97,22	2,78	2372,20	94,89	5,11	3,95	-
No. 16	2448,40	97,94	2,06	2437,30	97,49	2,51	2,29	-
No. 30	2456,10	98,24	1,76	2438,20	97,53	2,47	2,11	-
No. 50	2461,60	98,46	1,54	2441,60	97,66	2,34	1,94	-
No. 100	2467,60	98,70	1,30	2458,70	98,35	1,65	1,47	-
No. 200	2476,90	99,08	0,92	2488,90	99,56	0,44	0,68	-
Pan	2494,60	99,78	0,00	2496,80	99,87	0,00	0,00	-





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

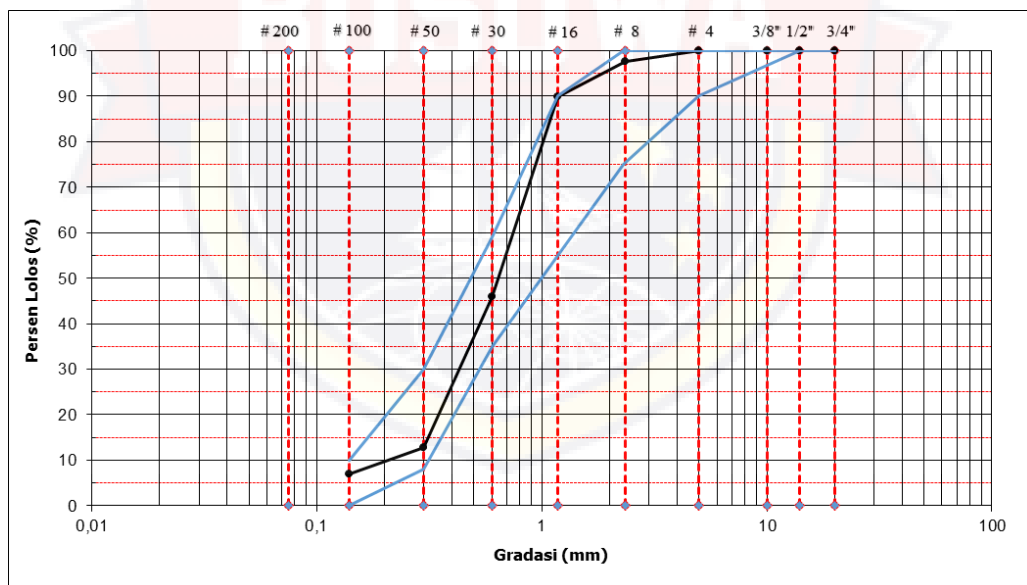
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir
 Tanggal : 13 Desember 2022
 Sumber : Pinrang

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
 2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata	SNI tahun 2000
	Sampel 1			Sampel 2			%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0	0	100	0	0	100	100	95-100
No. 8	26,40	1,76	98,24	45,70	3,05	96,95	97,60	75-100
No. 16'	102,80	6,85	93,15	198,90	13,26	86,74	89,94	55-90
No. 30	745,10	49,67	50,33	875,60	58,37	41,63	45,98	35-59
No. 50	1272,20	84,81	15,19	1345,20	89,68	10,32	12,75	8-30
No. 100	1415,70	94,38	5,62	1375,10	91,67	8,33	6,97	0-10
No. 200	1493,10	99,54	0,46	1487,60	99,17	0,83	0,64	-
Pan	1496,60	99,77	0,00	1491,60	99,44	0,00	0,00	-





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

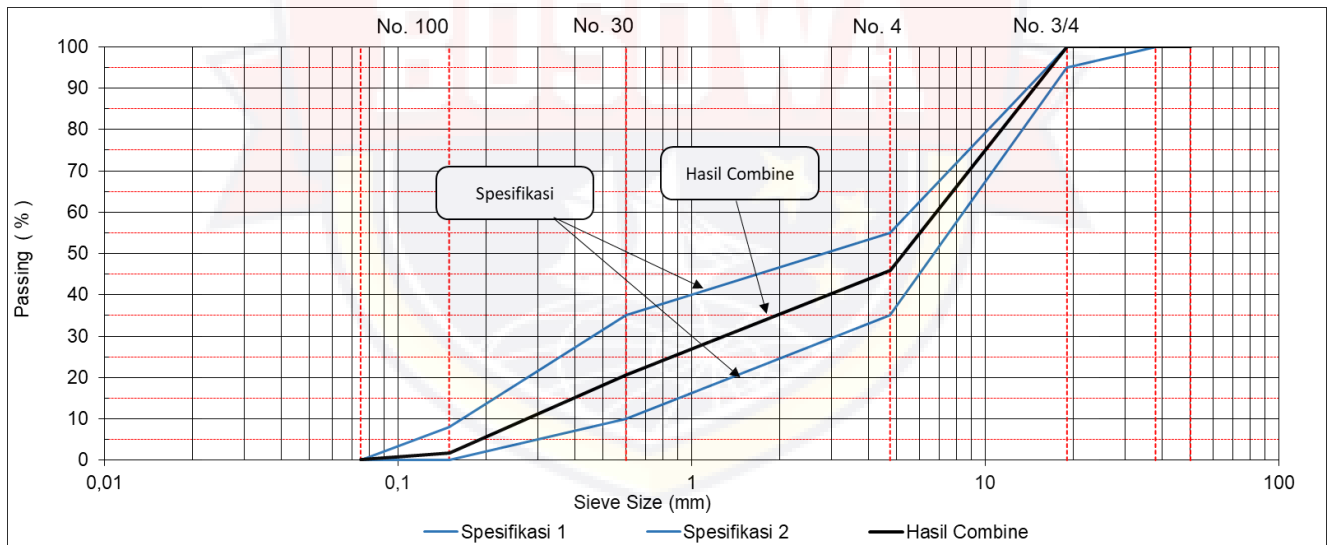
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu pecah maks 20 mm dan Pasir Nama : I Wayan Panca Maharyasa
 Tanggal : 13 Desember 2022 Pembimbing :
 Sumber : Bili – Bili dan Pinrang 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman,MT
 2. Ir. Fauzy lebang, ST. MT

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING				COMBINED AGGREGATE GRADING									SNI
	(AVARAGE)				BETON (Maksimum Nominal 20 mm)									
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	30-2834
3/4	100,00	100,0			100									95-100
1/2	33,40	100,0			60,7									-
3/8	9,31	100,0			46,5									-
No. 4	4,58	100,0			43,7									35-55
No.8	3,95	97,6			42,3									-
No.16	2,29	89,9			38,2									-
No. 30	2,11	46,0			20,1									14-35
N0.50	1,94	12,8			6,4									-
No. 100	1,47	7,0			3,7									3-14
No. 200	0,68	0,6			0,7									-

AGGREGATE	a. BP maks 20 mm	59							
BLENDING RATIO	b. Pasir	41							





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Bili – Bili

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7698,00	7579,00
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12589,00	12567,00
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4891,00	4988,00
Volume Container (D) (cm ³)	3032,05	3007,00
Berat Isi Agregat = (C/D) (gr/cm ³)	1,61	1,66
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,64	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7698,00	7579,00
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12679,00	12668,00
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4981,00	5089,00
Volume Container (D) (cm ³)	3032,05	3007,00
Berat Isi Agregat = (C/D) (gr/cm ³)	1,64	1,69
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,67	



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Pinrang

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	7655,00	7430,00
Berat Container + Agregat (B) (gr)	11898,00	11760,00
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	4243,00	4330,00
Volume Container (D) (cm ³)	3007,00	3032,05
Berat Isi Agregat = (C/D (gr/cm ³)	1,41	1,43
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,42	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container	7655,00	7430,00
Berat Container + Agregat	12110,00	11980,00
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	4455,00	4550
Volume Container (D) (cm ³)	3007,00	3032,05
Berat Isi Agregat = (C/D (gr/cm ³)	1,48	1,50
Berat Isi Rata-rata Agregat (gr/cm ³)	1,49	



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Bili – Bili

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2436,60	2439,20	2437,90
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2505,40	2507,70	2506,55
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1549,00	1555,00	1552,00

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,55	2,56	2,55
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,62	2,63	2,63
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,75	2,76	2,75
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,82	2,81	2,82



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Material : Pasir
 Tanggal : 13 Desember 2022
 Sumber : Pinrang

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
 Pembimbing :
 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman,MT
 2. Ir. FAuzy lebang, ST. MT

		A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh		500,50	500,10	500,30
Berat benda uji kering oven	B_k	493,60	492,90	493,25
Berat Piknometer diisi air (25°C)	B	698,60	698,80	698,70
Berat piknometer + benda uji + air (SSD)	B_t	983,60	980,90	982,25

		A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2,30	2,26	2,28
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2,32	2,29	2,31
Berat jenis semu (Apparent)	$\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2,37	2,34	2,35
Penyerapan (Absorption)	$\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	1,40	1,46	1,43



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200
AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Bili – Bili

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang , ST. MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000	1000
Berat Agregat Kering Oven (sesudah di cuci)	gram	B	989,1	991,4
Berat Lumpur	gram	$C = (A - B)$	10,9	8,6
Kadar Lumpur	%	$(C/A) * 100$	1,10	0,87
Kadar Lumpur Rata- rata		%	0,98	





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

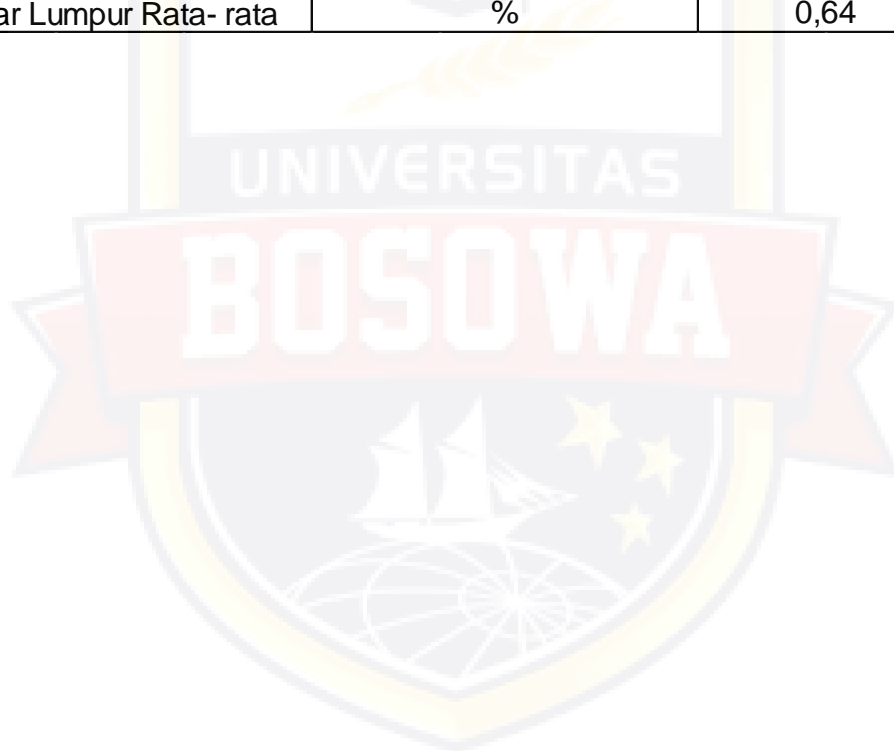
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR METODE PENGENDAPAN
AGREGAT HALUS (ASTM C-33-2003)

Material : Pasir
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Pinrang

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy lebang, ST. MT

			A	B
Berat benda uji	gram	A - B	500	500
Tinggi Pasir	ml	V1	320	360
Tinggi Lumpur	ml	V2	2,10	2,30
Kadar Lumpur	%	$V2/(V1+V2)*100$	0,65	0,63
Kadar Lumpur Rata- rata		%		0,64





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 20 mm
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Bili – Bili

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman,MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500	500
Berat benda uji kering oven	gram	B	492,8	492,6
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	7,2	7,4
Kadar Air	%	$(C/B) \cdot 100$	1,46	1,50
Kadar Air Rata- rata		%	1,48	





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir
Tanggal : 13 Desember 2022
Sumber : Pinrang

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500	500
Berat benda uji kering oven	gram	B	489,6	486,8
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	10,4	13,2
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	2,12	2,71
Kadar Air Rata- rata		%	2,42	



RANCANGAN CAMPURAN BETON (MIX DESIGN)

Tanggal : 14 Desember 2022

Nama : I Wayan Panca Maharyasa
Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

Data :

Slump	=	8 ± 2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan F'c (Silinder)	=	25,0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	
Nilai Tambah (Margin)	=		
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan F'cr	=	33,3	Mpa
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,47	(Grafik) 1
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	436,17	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2276	(Grafik) 2
Berat Agregat Gabungan	=	1634,83	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	674,37	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	960,46	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,50	kg/m ³

a. Kuat tekan yang disyaratkan

Kuat tekan yang di syaratkan (silinder) : 25 Mpa

b. Menentukan devisiasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang di syaratkan yaitu (silinder) maka :

Devisiasi standar (Sr) : 0

c. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10f'_c + 5,0$

M : 8,3 karena diatas 21 Mpa

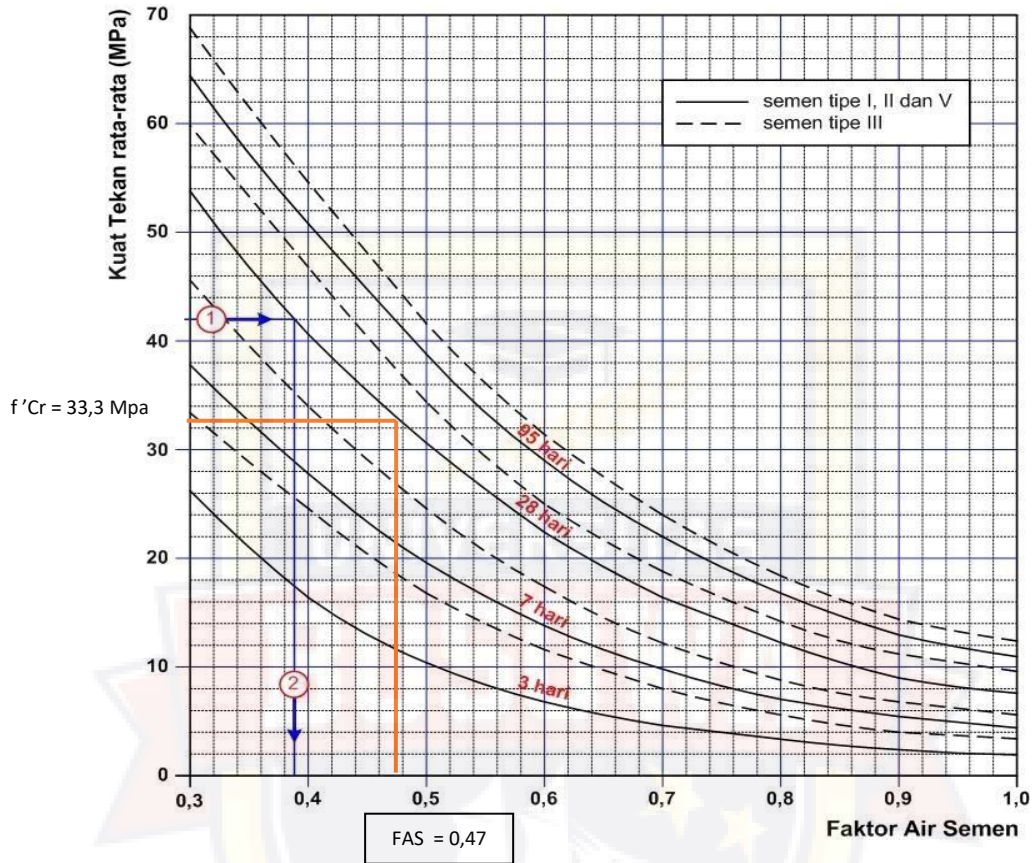
d. Menghitung kuat takan rata-rata

$$f_{Cr} : f_c + M$$

$$f_{Cr} : 25 + 8,3 = 33,3 \text{ Mpa}$$

e. Penetapan factor air semen

Besar factor air semen (FAS) diambil dari grafik



Gambar 1. Garfik Fas

- Berdasarkan nilai kuat tekan rata-rata maka nilai (f'_{cr}) = 0.47 (berdasarkan grafik korelasi FAS dan f'_{cr})

f. Penetapan kadar air bebas

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Berdasarkan nilai slump cm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

- Kadar bebas air alami (Wf) : 195 kg/m³ beton
- Kadar air bebas batu pecah (Wc) : 225 kg/m³ beton
- Kadar air bebas = (2/3 x Wf) + (1/3 x Wc)

$$= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225)$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3 \text{ beton}$$

g. Penetapan kadar semen

- kadar semen maksimum :

$$\frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,47} = 436,17 \text{ kg/m}^3$$

h. Berat jenis kering agregat

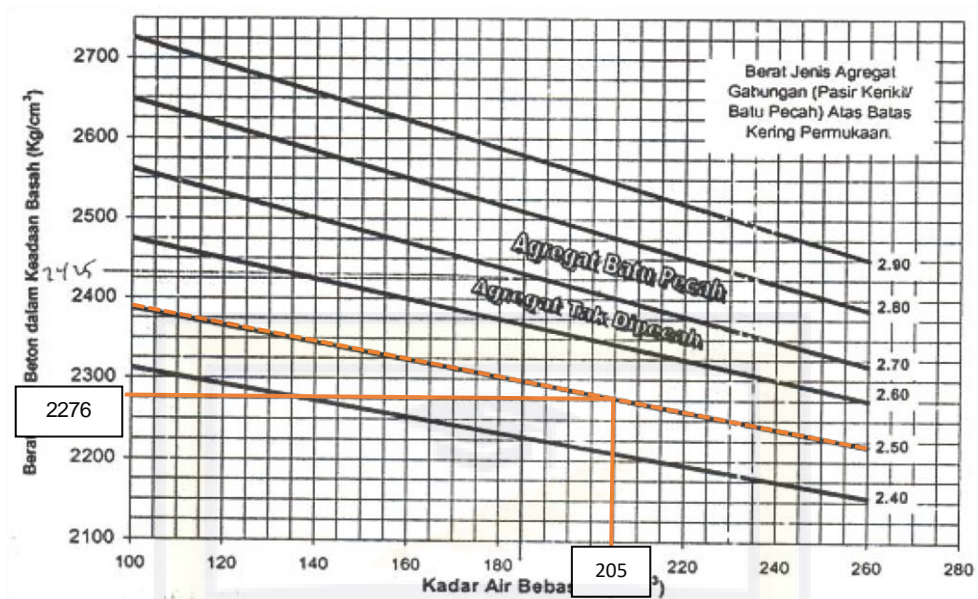
Berat jenis gabungan

$$= a \cdot \text{Bj. Spesifik SSD pasir} + b \cdot \text{Bj. Spesifik SSD kerikil 1-2}$$

$$= 0,41 \times 2,31 + 0,59 \times 2,63$$

$$= 2,50$$

i. Berat volume beton segar



Gambar 2. Garfik Volume Beton Segar

Berdasarkan nilai Bj. Gabungan dan kadar air bebas (garfik) :

Berat volume beton segar = 2276,0 kg/m³

j. Berat total agregat

Rumus berat total agregat :

Berat volume beton segar – Kadar air bebas – kadar semen max.

- Berat total agregat = 2276,0 - 205 - 436,17

= 1634,83 kg/m³

- Berat pasir = 41 % x 1634,83

= 674,37 kg/m³

- Berat keriki 1-2 = 59% x 1634,83

= 960,46 kg/m³

- Sebelum koreksi

Air (Wa)	=	205,00	kg/m ³
Semen (Ws)	=	436,17	kg/m ³
Pasir (B _{SSDP})	=	674,37	kg/m ³
Kerikil 1-2 (B _{SSDK})	=	960,46	kg/m ³
Jumlah	=	2276,00	kg/m ³

k. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

- Koreksi air :

Jumlah air – (kadar air pasir – absorsi pasir) x jumlah pasir/100 – (kadar air kerikil 1-2 – absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil/100

$$\text{Koreksi air} = 205 - (2,42-1,43) \times (674,37/100) - (1,48 - 2,82)$$

$$\times (960,46/100)$$

$$= 205 - 18,88 - (- 12,87)$$

$$= 211,19 \text{ kg/m}^3$$

- Koreksi pasir :

Jumlah pasir + (kadar air pasir - absorsi pasir) x jumlah pasir /100

$$\text{Koreksi pasir} = 674,37 + (4,23-1,43) \times (674,37 / 100)$$

$$= 681,04 \text{ kg/m}^3$$

- Koreksi kerikil :

Jumlah kerikil - (kadar air kerikil 1-2 - absorsi kerikil 1-2) x jumlah kerikil / 100

$$\begin{aligned} \text{Koreksi kerikil} &= 960,46 + (1,48 - 2,82) \times (960,46 / 100) \\ &= 947,59 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- sesudah koreksi :

$$\text{Air (Wa)} = 211,19 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen (Ws)} = 436,17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir (B}_{SSDP}) = 693,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil 1-2(B}_{SSDK}) = 947,59 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 2276,00 \text{ kg/m}^3$$

i. Volume silinder

Diketahui :

$$\text{diameter silinder} = 15 \text{ cm} \Rightarrow 0,15 \text{ m}$$

$$\text{tinggi silinder} = 30 \text{ cm} \Rightarrow 0,30 \text{ m}$$

$$\text{volume silinder} = 1/4 \pi \times D^2 \times t$$

$$= 1/4 \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30$$

$$= 0,00530 \text{ m}^3$$

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Air	211,19	0,0053	1,68
Semen	436,17	0,0053	3,47
Pasir	681,04	0,0053	5,41
Bp Maks 20	947,59	0,0053	7,53



Diperikas Oleh
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Di Uji Oleh
Mahasiswa

I Wayan Panca Maharyasa



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. (0411) 452901 – 342789fax.(0411)424568.
website: www.tekniksipil45makassar.info / email: tsipil@yahoo.com

KEKUATAN TEKAN BETON (Silinder)
(SNI 2847 - 2019)

Tanggal Tes : 4 - 5 Februari 2023

Di Uji : I Wayan Panca Maharyasa
Diperiksa : 1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Dr. Ir. Fauzy Lebang, ST. MT

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Slump (cm)	Berat sebelum perendaman (gr)	Berat setelah perendaman (gr)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas	Umur (hari)	Beban	Kekuatan Tekan (Mpa)	Target benda uji Silinder (Mpa)
		Semen : Pasir : Keikil						Penampang (cm ²)		Maksimum (KN)		
1	10-Jun-22	1.7:2.5:3.9	8,8	12412	12517	15	30	176,786	28	475	26,87	25
2	10-Jun-22		8,8	12439	12544	15	30	176,786	28	490	27,72	
3	10-Jun-22		8,8	12267	12370	15	30	176,786	28	475	26,87	
4	10-Jun-22		8,8	12436	12550	15	30	176,786	28	490	27,72	
5	10-Jun-22		8,8	12238	12338	15	30	176,786	28	470	26,59	
6	10-Jun-22		8,3	12205	12311	15	30	176,786	28	465	26,30	
7	10-Jun-22		8,3	12257	12360	15	30	176,786	28	500	28,28	
8	10-Jun-22		8,3	12530	12633	15	30	176,786	28	495	28,00	
9	10-Jun-22		8,3	12278	12390	15	30	176,786	28	475	26,87	
10	10-Jun-22		8,3	12379	12490	15	30	176,786	28	465	26,30	
11	11-Jun-22		8,2	12190	12290	15	30	176,786	28	480	27,15	
12	11-Jun-22		8,2	12330	12430	15	30	176,786	28	455	25,74	
13	11-Jun-22		8,2	12134	12250	15	30	176,786	28	465	26,30	
14	11-Jun-22		8,2	12135	12255	15	30	176,786	28	445	25,17	
15	11-Jun-22		8,2	12197	12300	15	30	176,786	28	425	24,04	
16	11-Jun-22		8,5	12296	12395	15	30	176,786	28	510	28,85	
17	11-Jun-22		8,5	12341	12430	15	30	176,786	28	450	25,45	
18	11-Jun-22		8,5	12265	12375	15	30	176,786	28	420	23,76	
19	11-Jun-22		8,5	12317	12440	15	30	176,786	28	475	26,87	
20	11-Jun-22		8,5	12210	12340	15	30	176,786	28	480	27,15	
									Jumlah	9405	484,20	
									Rata - Rata	470	26,90	

Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm})^2}{n-1}}$$

S = 0,970

Kekuatan Tekan Rata Rata

fc =

fc =

Persamaan I

fc =

=

=

=

Persamaan II

fc =

=

=

fcr' - 1,34 S

fcr' - 2,33 S + 3,5 Pers II

fcr' - 1,3 x S

26,90 - 1,34 x 0,97

26,90 - 1,30

25,60 Mpa

fcr' - 2,3 x S + 3,5

26,90 - 2,33 x 0,97 + 3,5

28,14 Mpa

Keterangan

- Gunakan nilai terbesar

Faktor Modifikasi untuk 18 Sampel = 1,112

fc = 28,14

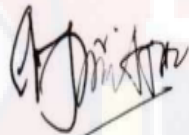
fc = 25,31

1 1,112

Mpa ≥

fc Rencana = 25 Mpa

Diperikas oleh
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan



Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Mahasiswa



I Wayan Panca Maharyasa



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

HASIL KUAT TEKAN BETON VARIASI

Simbol	No Benda Uji	Pasir Besi %	POLIMER POLCON ML	Berat Sampel gram	Berat Sampel SSD gram	Luas	Beban	Kekuatan Tekan Mpa
						Penampang (cm2)	Maksimum (KN)	
BP 10%	1	10%	0	12772	12850	176,63	570	32,27
	2			12530	12580		410	23,21
	3			12570	12615		500	28,31
	Rata - Rata							
BVP 10%	1	10%	20	12580	12640	176,63	700	39,63
	2			12728	12774		510	28,87
	3			12570	12620		650	36,80
	Rata - Rata							
BP 20%	1	20%	0	13045	13080	176,63	370	20,95
	2			12761	12800		410	23,21
	3			12755	12790		400	22,65
	Rata - Rata							
BVP 20%	1	20%	20	12780	12850	176,63	545	30,86
	2			12735	12790		420	23,78
	3			12710	12275		435	24,63
	Rata - Rata							
BP 30%	1	30%	0	13030	13107	176,63	260	14,72
	2			13080	13130		385	21,80
	3			13015	13065		240	13,59
	Rata - Rata							
BVP 30%	1	30%	20	13061	13125	176,63	360	20,38
	2			13000	13026		485	27,46
	3			13100	13155		420	23,78
	Rata - Rata							
BV	1	0	20	12420	12490	176,63	505	28,59
	2			12370	12410		490	27,74
	3			12435	12495		480	27,18
	Rata - Rata							

Diperikas Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Di Uji Oleh
Mahasiswa

I Wayan Panca Maharyasa



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

HASIL KUAT LENTUR BETON VARIASI

No benda uji	simbol	pasir besi %	polimer ML	berat sampel gram	Ukuran benda uji			beban maksimum KN	Kuat lentur n/mm
					b mm	d mm	L mm		
1	PBL1	10	-	32293	150	150	450	35,5	4,73
2	PBL2	20	-	33010	150	150	450	34	4,47
3	PBL3	30	-	33390	150	150	450	33,5	3,89
4	PBPL1	10	24	32385	150	150	450	37,5	5,00
5	PBPL2	20	24	33158	150	150	450	36	4,80
6	PBPL3	30	24	33425	150	150	450	35	4,33
7	PL	-	24	31190	150	150	450	32,5	4,67

Diperikas Oleh

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jalan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT

Di Uji Oleh
Mahasiswa

I Wayan Panca Maharyasa



Analisa Saringan Agregat Halus variasi (Pasir Besi)

Material : Pasir

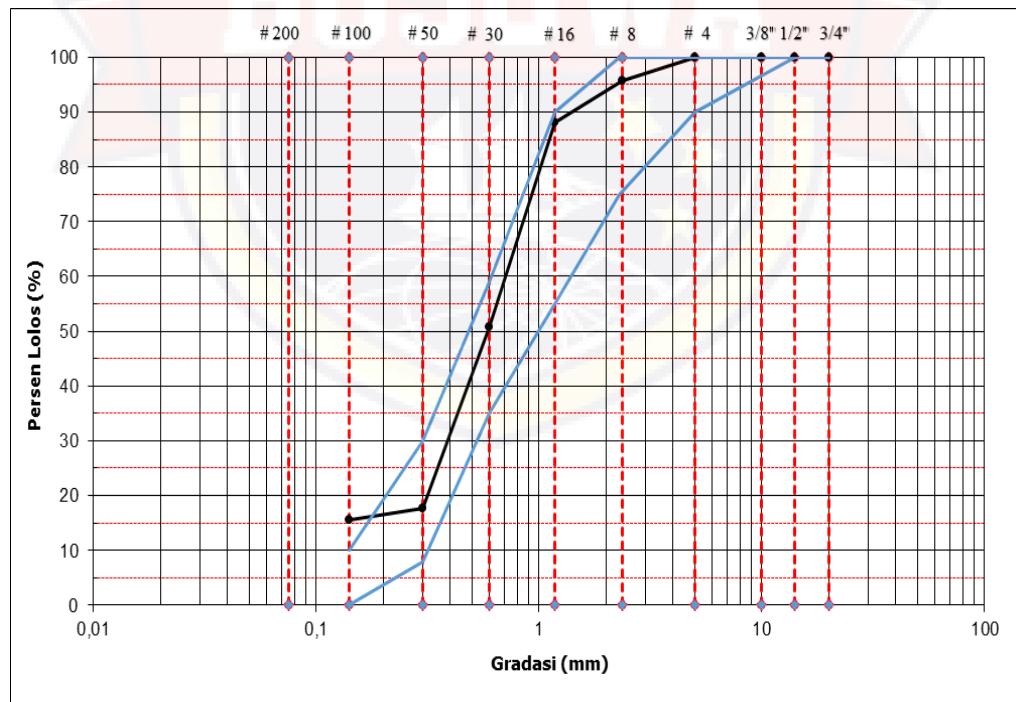
Tanggal :21 Maret 2023

Sumber : Pinrang 90% - 10% PB

PB= Pasir Besi

1350gr + 150gr

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata	SNI tahun 2000
	Sampel 1			Sampel 2			%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0	0	100	0	0	100	100	95-100
No. 8	60,00	4,000	96,00	68,00	4,53	95,47	95,73	75-100
No. 16'	148,90	9,927	90,07	209,90	13,99	86,01	88,04	55-90
No. 30	704,80	46,987	53,01	772,60	51,51	48,49	50,75	35-59
No. 50	1253,50	83,567	16,43	1213,40	80,89	19,11	17,77	8-30
No. 100	1264,70	84,313	15,69	1269,40	84,63	15,37	15,53	0-10
No. 200	1494,60	99,640	0,36	1494,40	99,63	0,37	0,37	-
Pan	1495,30	99,687	0,00	1495,10	99,67	0,00	0,00	-



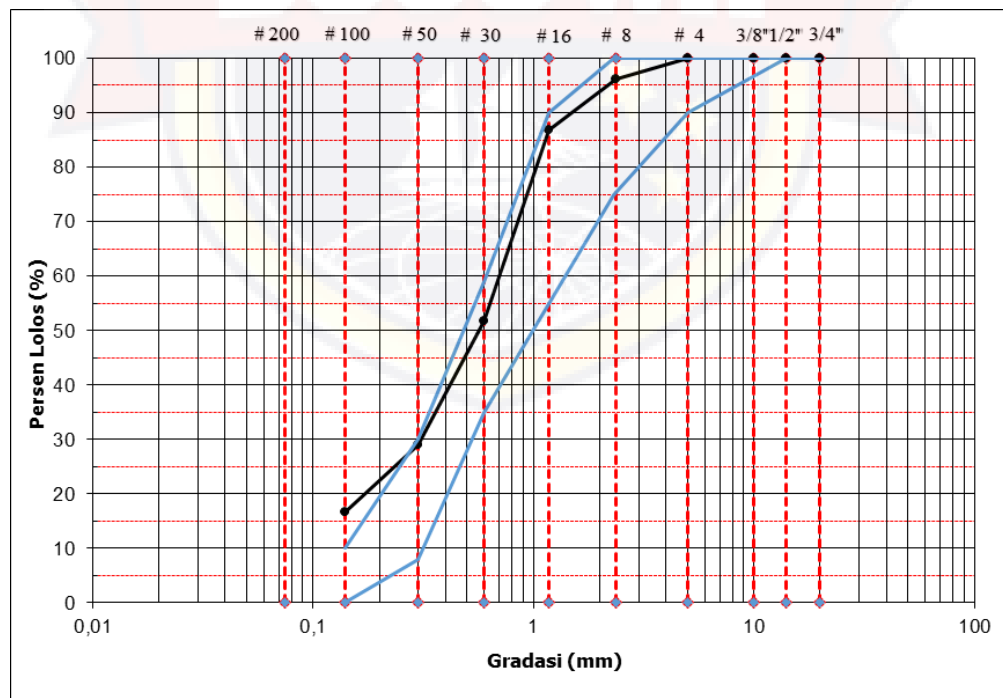


LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789 fax.(0411)424568

Material : Pasir
 Tanggal :21 Maret 2023
 Sumber : Pinrang 80% - 20% PB
 1200gr + 300gr

Saringan n No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata	SNI
	Sampel 1			Sampel 2			%	2834
	Kumulatif Tertahan	Tertahan	% Lolos	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos	Lolos	tahun 2000
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0	0	100	0	0	100	100	95-100
No. 8	60,00	4,000	96,00	57,60	3,84	96,16	96,08	75-100
No. 16'	201,00	13,400	86,60	192,90	12,86	87,14	86,87	55-90
No. 30	720,90	48,060	51,94	725,90	48,39	51,61	51,77	35-59
No. 50	1108,50	73,900	26,10	1020,20	68,01	31,99	29,04	8-30
No. 100	1278,70	85,247	14,75	1221,90	81,46	18,54	16,65	0-10
No. 200	1496,60	99,773	0,23	1497,60	99,84	0,16	0,19	-
Pan	1497,10	99,807	0,00	1498,10	99,87	0,00	0,00	-



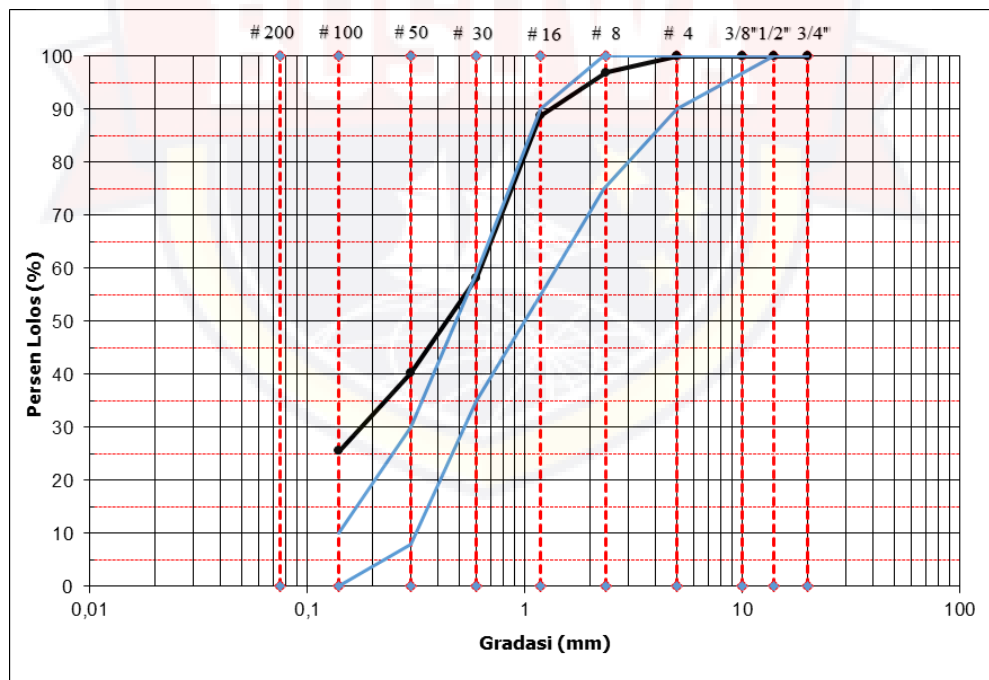


Material : Pasir

Tanggal :21 Maret 2023

Sumber : Pinrang 70% - 30% PB
1050gr + 450gr

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata	SNI tahun 2000
	Sampel 1			Sampel 2			%	
	Kumulatif Tertahan	Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0	0	100	0	0	100	100	95-100
No. 8	45,00	3,000	97,00	46,90	3,13	96,87	96,94	75-100
No. 16'	173,30	11,553	88,45	165,20	11,01	88,99	88,72	55-90
No. 30	630,10	42,007	57,99	625,10	41,67	58,33	58,16	35-59
No. 50	897,40	59,827	40,17	893,80	59,59	40,41	40,29	8-30
No. 100	1118,30	74,553	25,45	1115,60	74,37	25,63	25,54	0-10
No. 200	1497,90	99,860	0,14	1498,70	99,91	0,09	0,11	-
Pan	1498,40	99,893	0,00	1499,20	99,95	0,00	0,00	-



D

O

K

U

M

E

N

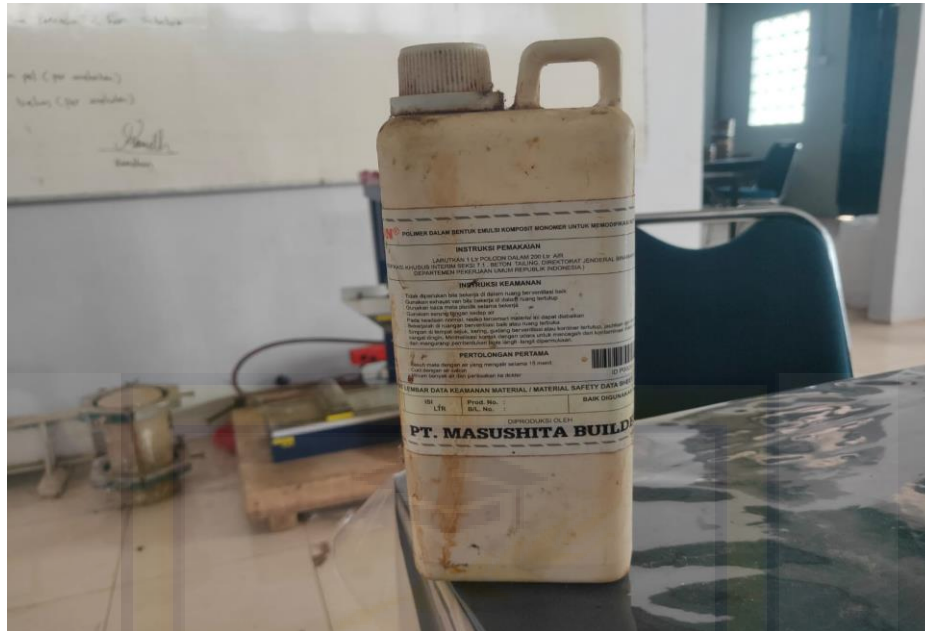
T

A

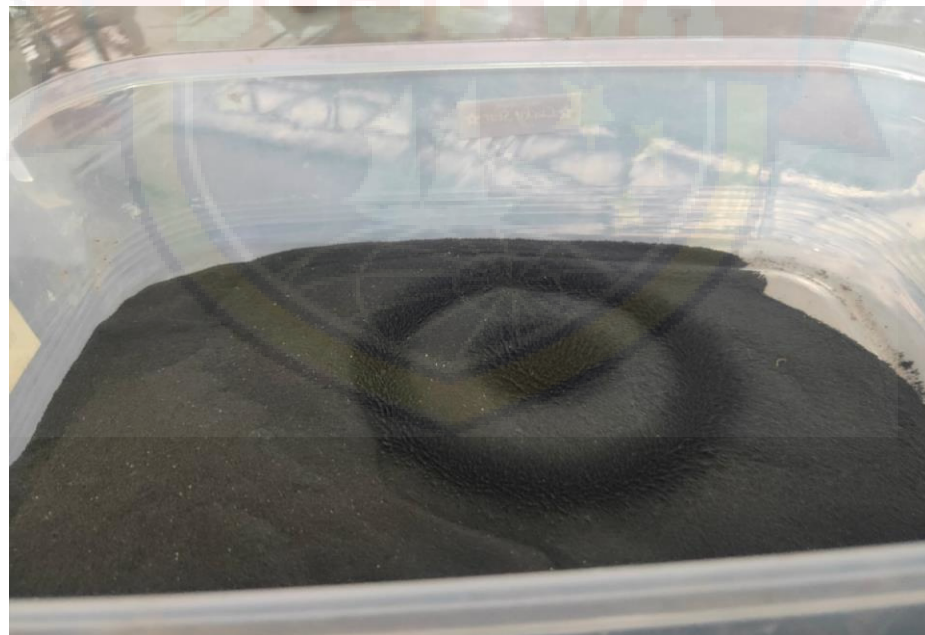
S

I





Gambar 1. Bahan Tambah Polymer Merek POLCON



Gambar 2. Pasir Besi Sebagai bahan Substitusi Pasir



Gambar 3. Proses Penyaringan Agregat Kasar Menggunakan Saringan $\frac{3}{4}$



Gambar 4. Pencucian Agregat Untuk Pengujian Berat Jenis



Gambar 5. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus



Gambar 6. Pengujian Berat Jenis Agregat kasar



Gambar 7. Penimbangan Agregat Kasar Untuk Pengujian Kadar Air



Gambar 8. Pengujian Analisa Saringan



Gambar 9. Proses penimbangan Mold pengujian Berat isi



Gambar 10. Proses Pengisian Agregat Kedalam Mold Untuk Pengujian Berat Isi



Gambar 11. Proses Untuk Pengujian Berat Isi



Gambar 12. Proses Penyaringan Pasir Besi Menggunakan Satu Set Saringan.



Gambar 13. Proses Pembuatan Campuran



Gambar 14. Proses Pengukuran Tinggi Slump



Gambar 15. Proses prendaman Beton selama 28 hari



Gambar 16. Menimbang Benda uji Slinder



Gambar 17. Proses pengujian kuat beton



Gambar 18. Beton Setelah Di uji kuat Tekan



Gambar 19.Proses pengujian kuat lentur beton



Gambar 20. Beton setelah Di uji Kuat lentur



Gambar 21.Proses Penimbangan beton Kuat Lentur

