

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER
KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR**

TUGAS AKHIR



PASKALIS JEMADA

18041000084

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

2023

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER
KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**



PASKALIS JEMADA

18041000084

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Paskalis Jemada

NIM : 18041000084

Tanda Tangan



Tanggal : 14 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER
KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

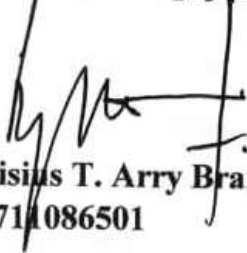
PASKALIS JEMADA

18041000084

Telah Dipertahankan di Dewan Penguji Pada, 24 Februari 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1



**(Ir. Dionisius T. Arry Bramantoro, M.T.)
NIDN. 0711086501**

Dosen Penguji 2



**(Dr. Ninik Catur E.Y., S.T., M.T.)
NIDN. 0004097002**

Dosen Saksi



**(Adi Sunarwan, S.T., M.T.)
NIDN. 002086901**

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik.

Malang, 24 Februari 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**(Prof. Ir. Agus Suprpto, M.Sc., Ph.D., IPM.)
NIDN. 0707095801**

UNGKAPAN TERIMAH KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Ukuran Agregat Kasar dan Kadar Filler Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Non Pasir”.

Tujuan penulisan tugas akhir ini sebagai syarat untuk memenuhi kelulusan bagi mahasiswa program strata-1 (S1) di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Agus Suprpto, MSc., PhD., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang
2. Bapak Ir. Dionisius TAB., MT Selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, motivasi dan gagasan mengenai materi penelitian, serta mengarahkan metode penulisan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Bambang Tri Laksono, MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing serta memberikan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT. Selaku ketua program studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
6. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. Selaku sekretaris program studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
7. Kedua orang tua dan segenap keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi serta kasih sayang dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-Teman Penelitian (Fani, Largus, Revor, Aldo, Kevin, Sinyo, Randi, Edo, Diki, Niko, Naldo) serta adik-adik tingkat yang sama-sama menyelesaikan tugas akhir dilaboratorium beton terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

9. UKM-K St.Ignatiusloyola yang menjadi tempat untuk penulis bertumbuh dalam iman selama ini.

Dengan penuh kesadaran, penulis menyadari bahwa dalam menyusun tugas akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangan sehingga penulis berharap adanya kritikan dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Malang, 14 Juni 2023

Penyusun

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paskalis Jemada
NIM : 18041000084
Jenis Tugas Akhir : Penelitian

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR

Berdasarkan perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada tanggal : 14 Juni 2023

Yang menyatakan


(Paskalis Jemada)

PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER KACA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR

Paskalis Jemada

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang dengan peningkatan pembangunan di setiap wilayah. Akibat dari meningkatnya pembangunan tersebut, kebutuhan akan bahan konstruksi semakin meningkat salah satunya beton. Beton mengalami inovasi-inovasi terbaru seperti beton non pasir. Kekuatan beton non pasir sangat dipengaruhi oleh kadar filler dan jenis ukuran agregatnya. Dalam hal ini filler serbuk kaca bisa dimanfaatkan sebagai bahan penyusun beton non pasir yang bertujuan untuk mengisi rongga-rongga yang ditinggalkan oleh pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.

Penelitian ini menggunakan variasi ukuran agregat kasar 5mm, 10mm, 20mm dan menggunakan filler kaca 10%, 15% dan 20%. Dalam penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dengan umur beton 28 hari untuk melakukan uji kuat tekan.

Beton dengan nilai kuat tekan tertinggi dicapai pada beton non pasir dengan kadar filler kaca 20% dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa dan menggunakan agregat kasar 5 mm. sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada beton normal dengan nilai kuat tekan 10,47 Mpa dan menggunakan agregat kasar 5 mm, fas 0,5 dan AC 2:1. peningkatan kuat tekan antara beton non pasir dengan beton normal adalah 32,28 Mpa.

Kata Kunci : Beton Non Pasir, Kaca, Ukuran Agregat, Kuat Tekan.

EFFECT OF COARSE AGGREGATE SIZE AND GLASS FILLER
CONTENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF NON-SAND
CONCRETE

Paskalis Jemada

ABSTRACT

Indonesia is a developing country with increased development in every region. As a result of the increased development, the need for construction materials is increasing, one of which is concrete. Concrete is experiencing the latest innovations such as non-sand concrete. The strength of non-sand concrete is greatly influenced by the filler content and the type of aggregate size. In this case, glass powder filler can be used as a non-sand concrete constituent material which aims to fill the voids left by sand. This study aims to determine the effect of coarse aggregate size and glass filler content on the compressive strength of non-sand concrete.

This study used variations in the size of coarse aggregate 5mm, 10mm, 20mm and used 10%, 15% and 20% glass filler. In this study using a cylindrical specimen with a size of 15 x 30 cm with a concrete age of 28 days to perform a compressive strength test.

Concrete with the highest compressive strength value was achieved in non-sand concrete with 20% glass filler content with a compressive strength value of 26.61 MPa and using 5 mm coarse aggregate. while the lowest compressive strength is found in normal concrete with a compressive strength value of 10.47 MPa and using 5 mm coarse aggregate, fas 0.5 and AC 2:1. the increase in compressive strength between non-sand concrete and normal concrete is 32.28 MPa.

Keywords: Non-sand Concrete, Glass, Aggregate Size, Compressive Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UNGKAPAN TERIMAH KASIH	iiiv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiiiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.1. Penelitian Oleh Much. Julio Purnomo dkk (2019).....	5
2.1.2. Penelitian Lain Oleh Handi Yohanes Karwur dkk (2013)	5
2.2. Teori Beton.....	5
2.2.1. Pengertian Beton	5
2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	6
2.3. Filler	6

2.4.	Beton Non Pasir.....	7
2.4.1.	Pengertian Beton Non Pasir	7
2.4.2.	Kelebihan dan Kekurangan Beton Non Pasir.....	8
2.4.3.	Bahan Penyusun Beton Non Pasir.....	8
2.4.4.	Perencanaan Campuran Beton Non Pasir.....	12
2.5.	Kuat Tekan Beton.....	13
2.6.	Mekanisme Keruntuhan	14
BAB III.....	15
METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1.	Program Penelitian	15
3.2.	Bahan dan Peralatan	16
3.2.1.	Bahan.....	16
3.2.2.	Peralatan	18
3.3.	Benda Uji.....	20
3.3.1.	Perencanaan campuran benda uji beton non pasir.....	20
3.3.2.	Detail Benda Uji.....	23
3.4.	Pembuatan Benda Uji.....	25
3.4.1.	Tahap Persiapan	25
3.4.2.	Tahap Pengujian Bahan Utama Beton Non Pasir.....	25
3.4.3.	Rencana Campuran Beton Non Pasir	25
3.4.4.	Tahap Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir	26
3.4.5.	Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir.....	26
3.4.6.	Analisa Data	27
3.4.7.	Diagram Alir Penelitian.....	28

BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Deskripsi Umum.....	29
4.2. Pengujian Material	29
4.2.1. Pengujian Agregat Kasar.....	30
4.2.2. Pengujian Berat Isi Semen	31
4.3. Kebutuhan Material	31
4.3.1. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 cetakan beton.....	31
4.3.2. Perhitungan Kebutuhan Material Untuk Populasi I (Beton Normal)	31
4.3.3. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi II.....	33
4.3.4. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi III	34
4.3.5. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi IV	36
4.4. Proses Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir	38
4.5. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	42
4.6. Mekanisme Keruntuhan	42
4.6.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	43
4.6.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi II.....	45
4.6.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi III.....	46
4.6.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi IV	48
4.6.5. Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV	49
4.6.6. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	51
4.6.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV	52
4.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53

4.8.	Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54
4.9.	Hubungan Hasil Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	55
4.10.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	56
	BAB V.....	57
	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1.	Kesimpulan	57
5.2.	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ilustrasi Uji Kuat Tekan Beton.....	13
Gambar 2. 2 Mekanisme Keruntuhan	14
Gambar 3. 1 Portland Cement Type 1.....	16
Gambar 3. 2 fly Ash.....	16
Gambar 3. 3 Filer Material Kaca.....	17
Gambar 3. 4 Agregat Kasar.....	17
Gambar 3. 5 Air.....	17
Gambar 3. 6 <i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	18
Gambar 3. 7 Timbangan digital	18
Gambar 3. 8 Cetakan beton	18
Gambar 3. 9 Timbangan triple beam.....	19
Gambar 3. 10 Saringan.....	19
Gambar 3. 11 Mesin molen	19
Gambar 3. 12 Wadah penyimpan campuran	19
Gambar 4. 1 Menimbang Material Agregat Kasar, Semen, Filler Kaca, Air Dan Fly Ash.....	38
Gambar 4. 2 Menyiapkan Cetakan Silinder	39
Gambar 4. 3 Menuangkan Material Beton Kedalam Mesin Molen	39
Gambar 4. 4 Menuangkan Campuran Beton Ke Wadah.....	39
Gambar 4. 5 Masukan Campuran Beton Kedalam Silinder	40
Gambar 4. 6 Peroses Pemadatan Campuran Beton Didalam Silinder.....	40
Gambar 4. 7 Ratakan Permukaan Silinder Dengan Cetokan	40
Gambar 4. 8 Diamkan Silinder Beton Selama 1 Hari	41
Gambar 4. 9 Proses Pembongkaran Cetakan Silinder.....	41
Gambar 4. 10 Proses Perawatan Silinder Beton.....	41
Gambar 4. 11 Proses Mengeluarkan Benda Uji Dari Bak Perendaman.....	42
Gambar 4. 12 perletakkan Benda Uji Silinder Beton Pada CTM	42
Gambar 4. 13 Mekanisme Keruntuhan	43
Gambar 4. 14 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Non Pasir Populasi I Normal..	44
Gambar 4. 15 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II	46

Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III	47
Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV	49
Gambar 4. 18 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	50
Gambar 4. 19 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	51
Gambar 4. 20 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca.....	52
Gambar 4. 21 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53
Gambar 4. 22 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Agregat Kasar	30
Tabel 4. 2 Pengujian Berat Isi Semen	31
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material beton non pasir populasi 1 Per 1 m ³	32
Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 5mm).....	32
Tabel 4. 5 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 10 mm).....	32
Tabel 4. 6 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 20 mm).....	32
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material beton non pasir populasi II Per 1 m ³	33
Tabel 4. 8 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II	33
Tabel 4. 9 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 5 mm)	34
Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 5 mm)	34
Tabel 4. 11 Kebutuhan Material beton non pasir populasi III Per 1 m ³	35
Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 10 mm)	35
Tabel 4. 13 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III	35
Tabel 4. 14 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 10 mm)	36
Tabel 4. 15 Kebutuhan Material beton non pasir populasi IV Per 1 m ³	36
Tabel 4. 16 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	36
Tabel 4. 17 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	37
Tabel 4. 18 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	38
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	44
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi 2	45
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III	47

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV	48
Tabel 4. 23 Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca	49
Tabel 4. 24 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	51
Tabel 4. 25 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Untuk Antara Setiap Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca	52
Tabel 4. 26 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi beton non pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53
Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54
Tabel 4. 28 Hasil Penelitian Terdahulu	55
Tabel 4. 29 Hasil Penelitian Sat Ini.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan adalah beton. Beton merupakan suatu elemen yang sangat penting dalam konstruksi yang terbuat dari kombinasi agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), semen, air, dan bahan tambah yaitu admixture dan aditive. Beton normal memiliki bahan yang relatif cukup berat dengan berat jenis 2400 kg/m³. Kelebihan suatu beton normal adalah kuat terhadap tekan, mampu memikul beban yang cukup berat, biaya pemeliharaan yang kecil, tidak boros terhadap penggunaan semen *portland*. Kekurangan beton normal adalah beton yang sudah dibuat sulit di ubah, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, mempunyai berat beton yang tinggi, kuat tariknya lemah (Muliono Tri, 2005). Dengan meningkatnya kebutuhan akan beton maka beton mengalami inovasi-inovasi baru yaitu menggunakan beton non-pasir, (Darwis Zulmahdi dkk, 2017).

Beton Non-pasir adalah beton yang pembuatannya tidak menggunakan agregat halus. karena tidak digunakanya agregat halus (pasir) maka beton ini hanya bisa diterapkan pada sumur resapan, perkerasan jalan, barang kerajinan (buis beton, bata beton) dan paving blok. Berat jenis beton Non-Pasir dipengaruhi oleh gradasi material penyusunnya, (Sulistyowati, 2000). Oleh sebab itu beton Non-pasir memiliki pori antar agregat yang besar sehingga karakteristiknya berbeda dengan beton normal, (Ir. Tjokrodimulyo Kardiyono, 2009). Beton non pasir juga bisa disebut dengan beton yang porous, no-fines concrete, permenconcrete dan pervious concrete dengan tidak digunakanya pasir dalam campuran menyebabkan rongga antar agregat kasar, distribusi rongga dalam campuran merata berkisaran sampai 12%-25% menyebabkan berkurangnya kepadatan beton dan permukaan efektif (Kurniadi Edi dkk, 2019). Ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca sangat berpengaruh pada kuat tekan beton karena semakin besar ukuran agregat kasar maka kuat tekan beton semakin rendah dibandingkan dengan agregat kasar dengan ukuran butiran kecil, (Purwati Agus dkk, 2014). Kelebihan suatu beton non pasir adalah memiliki susut pengeringan yang lebih sedikit di bandingkan dengan

beton normal, pemanfaatan material yang lebih ekonomis, dapat meredam panas, proses pembuatan cepat. Kekurangan beton non-pasir adalah kuat tekan yang rendah karena beton tidak padat dan porous. Pembuatan beton non-pasir dapat dibuat dengan memanfaatkan bahan yang sangat ekonomis dan tidak digunakan lagi oleh masyarakat. Salah satu yang dapat dipakai untuk membuat beton non-pasir yaitu dengan memakai bahan yang memiliki unsur senyawa dengan pasir.

Penggunaan Limbah serbuka kaca adalah alternative yang digunakan sebagai bahan pengisi filler material pada campuran beton Non-pasir. serbuk kaca yang digunakan memiliki unsur kimia yang hampir sama dengan unsur kimia yang dimiliki oleh semen yaitu kandungan silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), kalsium dioksida (CaO). (Herawati, 2005). Serbuk kaca yang digunakan berfungsi sebagai bahan pengisi rongga-rongga yang ditinggalkan oleh pasir. serbuk kaca yang digunakan dapat melebihi kekuatan rencana dan mengurangi biaya pembuatan beton, (Purnomo Hendra, 2018).

Penelitian oleh Purnomo Julio Much dkk (2019) mengenai pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton. Dalam pembuatan beton ini menggunakan prosentase campuran serbuk kaca yaitu 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% sebagai bahan penambah untuk meningkatkan kuat tekan beton. Benda uji berbentuk silinder 15 x 30. pada variasi kaca 5% memiliki kuat tekan tertinggi 13,419 Mpa. Penelitian lain oleh Karwur Yohanes Handi dkk (2013) mengenai kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen, dengan menggunakan benda uji 10 x 20 cm. Dari pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen, pada variasi kaca 10% yaitu 31,1 Mpa.

Berdasarkan kajian penelitian diatas tentang kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen, dengan menggunakan benda uji 10 x 20 cm. sedangkan dalam penelitian ini benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm, menggunakan filler material kaca dan memperhatikan pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca. Karena

itu, penting untuk diteliti lebih lanjut tentang pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non-pasir.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh ukuran agregat kasar terhadap kuat tekan beton non pasir dengan filler material kaca?
2. Bagaimana pengaruh kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir?
3. Berapa ukuran agregat kasar terbaik terhadap kuat tekan beton non pasir dengan filler material kaca terbesar?
4. Berapa kadar filler terbaik terhadap kuat tekan beton non pasir dengan menggunakan filler material kaca?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan dengan terarah, maka perlu dilakukan adanya suatu batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. Kaca yang digunakan yaitu kaca yang ditumbuk hingga halus dan diayak sehingga lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) dan menghasilkan filler material kaca.
2. Benda uji beton non pasir menggunakan silinder ukuran 15 x 30 mm.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dengan ukuran 5mm, 10mm dan 20mm.
4. Pengujian kuat tekan beton silinder pada umur 28 hari sesuai ASTM C579-01 memakai alat uji tekan compression testing machine berdasarkan standar ASTM C579-01.
5. Kadar filler yang digunakan 10%, 15%, 20% berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Karwur Yohanes Handy dkk, 2013)
6. Faktor air semen yang digunakan 0,5
7. Fly ash yang digunakan adalah 8%

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah.

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh gradasi agregat kasar terhadap kuat tekan beton non pasir dengan filler material kaca.
2. Mengetahui pengaruh kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.
3. Mengetahui berapa ukuran agregat kasar terbaik terhadap kuat tekan beton non pasir dengan menggunakan filler kaca terbesar.
4. Mengetahui berapa kondisi kadar filler terbaik terhadap kuat tekan beton non pasir dengan menggunakan filler material kaca.

1.5. Manfaat Penelitian

Sebagai salah satu ilmu pengetahuan dalam menambah wawasan khususnya dalam konstruksi beton dengan menggunakan serbuk kaca sebagai bahan campuran beton non pasir. Kaca yang tidak digunakan lagi oleh masyarakat dapat dijadikan sebagai bahan utama dalam pembuatan beton non pasir dengan mengisi rongga yang ditinggalkan oleh pasir. oleh sebab itu melalui penelitian ini bisa menghasilkan beton yang berkualitas agar bisa diterapkan dalam kehidupan masyarakat terlebih khusus dibidang konstruksi.

Dengan adanya penelitian ini dapat menjadi inovasi baru bagi masyarakat bahwa dalam pembuatan beton bisa dibuat tanpa menggunakan pasir dan digantikan oleh serbuk kaca sebagai pengisi rongga-rongga yang ditinggalkan oleh pasir. sehingga masyarakat bisa memanfaatkan kaca yang dibuang atau tidak digunakan lagi untuk membuat beton non pasir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

2.1.1. Penelitian Oleh Much. Julio Purnomo dkk (2019)

“Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton” penelitian memanfaatkan kaca sebagai bahan tambah dengan menggunakan prosentase campuran serbuk kaca yaitu 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%. Mutu beton yang direncanakan adalah 25 Mpa yang diuji pada umur 28 hari. Benda uji menggunakan silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton tertinggi terdapat pada prosentase 5% yaitu 13,4915 Mpa. kuat tekan beton terendah terdapat pada prosentase 12,5% yaitu sebesar 12,175 Mpa.

2.1.2. Penelitian Lain Oleh Handi Yohanes Karwur dkk (2013)

“Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen” penelitian dengan memanfaatkan kaca sebagai bahan tambah dengan variasi 0%, 6%, 8%, 10%, 12% dan 15%. Sedangkan kaca menggunakan 10% dan 15% menggunakan beda uji berbentuk silinder dengan ukuran 10 dan 20 cm untuk 1 hari dan kuat tekan beton untuk umur 7,14, dan 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton rata-rata yaitu 26,23 N/m³, 27,69 N/m³, 29,15 N/m³, 31,07 N/m³, 27,12 N/m³, 24,13 N/m³. nilai kuat tekan beton tertinggi dengan penambahan kaca yaitu 10% yaitu sebesar 31,07 Mpa.

2.2. Teori Beton

2.2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan nsuatu bahan konstruksi yang terbuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Dalam pembuatan campuran beton sebelumnya harus dilakukan pengujian terhadap material penyusun beton. Beton memiliki peran penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971), beton dapat didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen Portland dan

air (tanpa aditif). SK.SNI T-15-1990-03:1 mendefinisikan beton sebagai suatu campuran yang terdiri dari semen Portland, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan sehingga membentuk massa yang padat. Beton memiliki sifat utama yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri yaitu, proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perancangan, perawatan, serta keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat” (Mulyono, 2003). Dalam suatu campuran beton, jenis material sangatlah berpengaruh terhadap kualitas beton yang dihasilkan. Selain kualitas bahan penyusunnya, kualitas dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi beton sangat penting.

2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Penggunaan beton pada suatu konstruksi saat ini sangat banyak diminati oleh semua orang karena beton memiliki banyak keuntungan. Ini disebabkan karena beton memiliki banyak kelebihan. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan beton secara umum.

1. kelebihan beton

Kelebihan beton adalah dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Selain itu beton juga mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, material penyusun beton sangat muda didapatkan dan biaya perawatan sangat rendah.

2. kekurangan beton

Kekurangan beton adalah bentuk yang sudah dibuat sulit diubah, dalam melakukan pekerjaan membutuhkan ketelitian, berat beton sangat besar dan mempunyai daya pantul yang besar.

2.3. Filler

Teknologi filler adalah suatu metode dengan cara menghaluskan bahan sehingga berukuran kecil dan dapat lolos saringan nomor 200 (0,075 mm). Salah satu bahan material yang dapat dijadikan filler yaitu serbuk kaca. Filler adalah bahan pengisi dari berbagai macam bentuk material yang ditambahkan kedalam campuran beton . bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan - gumpalan dan

bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142- 1996 harus lolos saringan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron) dan mempunyai sifat non plastis. fungsi bahan ini adalah untuk memperbaiki gradasi agregat dan mengubah sifat-sifat beton segar agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu. Jenis filler yang banyak dipakai adalah filler serbuk kaca, namun masih ada beberapa alternatif filler lainnya yaitu filler batu apung, filler kaca, filler pasir kuarsa dan filler limbah keramik.

2.4. Beton Non Pasir

Beton Non-Pasir merupakan gabungan dari agregat kasar, semen dan air sebagai bahan utama dalam campuran beton serta bahan tambah lainnya untuk membantu dalam proses pengerasan dan pengawetan beton. Pada umumnya beton non pasir memiliki berat jenis yang rendah dibandingkan dengan beton normal. Berat jenis beton non pasir dipengaruhi oleh ukuran agregat penyusunnya.

Beton non pasir awalnya digunakan untuk struktur 2 lantai, selanjutnya dikembangkan untuk bangunan 5 lantai pada tahun 1950. Pada tahun selanjutnya, beton non pasir digunakan untuk menyangga beban gedung bertingkat tinggi sampai 10 lantai. Penggunaan beton ini sudah di buktikan seperti terdapat di Stuttgart, Jerman, yaitu dengan beton konvensional untuk ketinggian 6 lantai dan beton porous untuk ketinggian 30 lantai (Prasetya Adi, 2013).

2.4.1. Pengertian Beton Non Pasir

Beton non pasir merupakan bentuk sederhana dari beton ringan yang dibuat tanpa menggunakan pasir dan bersifat porositas. Pada umumnya ukuran agregat yang biasa digunakan beton non pasir 10-20 mm dan kepadatan beton non berkisar antara 20-25% dari beton normal (Tjokrodimuljo dan Sumartono, 1992). Untuk mengurangi rongga yang ada maka di perlukan bahan tambahan dalam pembuatan beton non pasir seperti fly ash dan filler.

2.4.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton Non Pasir

Beton non pasir memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan beton non pasir yaitu memiliki berat jenis yang rendah, tidak mudah menghantarkan panas, penyusutan yang rendah, dan mudah meloloskan air. Sedangkan kelemahannya adalah kuat tekan rendah karena kerapatan massa kecil atau tidak padat dan beton non pasir tidak direkomendasikan menggunakan baja tulangan karena dapat mempercepat korosi pada tulangan.

2.4.3. Bahan Penyusun Beton Non Pasir

Bahan penyusun beton non pasir terdiri dari semen, agregat kasar, filler kaca dan air. Dari setiap bahan penyusun beton non pasir memiliki sifat dan fungsi yang berbeda. Bahan penyusun beton non pasir yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Semen portland

Semen adalah serbuk atau tepung yang berfungsi sebagai pengikat atau perekat campuran yang memiliki jenis bahan bersifat adhesif (adhesive) dan kohesif (cohesive) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu masa yang padat. Semen adalah bahan jadi yang dapat mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis (Sutrisno dan widodo, 2013). Semen merupakan hasil industri perpaduan dari bahan baku batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (bulk), tanpa memandang proses pembuatannya yang mengeras atau membatu pada campuran dengan air. Batu kapur/gamping yang mengandung senyawa Calcium (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa Silika Oksida (SiO_2), Magnesium Oksida (MgO), Aluminium Oksida (Al_2O_3), dan Besi Oksida (Fe_2O_3). Untuk menghasilkan semen bahan baku tersebut harus dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinkernya yang kemudian

dihancurkan dan ditambah dengan gips (gypsum) dalam jumlah yang sesuai (T. Mulyono, 2004).

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan penggunaannya. Jenis-jenis semen adalah

- a. Jenis I, penggunaan semen portland tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lain.
- b. Jenis II, penggunaan semen portland yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, penggunaan semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis VI, penggunaan semen portland yang memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, penggunaan semen portland yang memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Bahan utama dalam pembuatan semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), Alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO_3) dan terkadang sedikit ditambahkan alkali. Untuk mengontrol komposisi campurannya terkadang ditambahkan oksida besi, sedangkan gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen (Mulyono, 2004).

2. Agregat Kasar

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat merupakan material granular, batu pecah, pasir, kerikil, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton adukan semen hidraulik. agregat dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu agregat alam dan agregat buatan. Agregat alami adalah agregat yang berasal dari alam seperti pasir alami dan kelikir. Agregat buatan adalah agregat yang dibuat oleh manusia seperti pecahan genteng, pecahan beton dan lainnya (Mulyono, 2004).

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton

keras, dan daya tahannya terhadap desintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya (Nawy, 1990).

SK SNI T-15-1990-3 memberikan syarat-syarat untuk gradasi agregat yang diadopsi dari british standar yang dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	22-55	40-85
4,8	0,5	0-10	0-10

Sumber : SK SNI T-15-1990-03

3. Air

Fungsi air pada campuran beton untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan mengalami pengerasan dan memudahkan pencetakan. Untuk pembuatan beton air yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai air minum yaitu air tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton seperti minyak, asam, alkali, garam, dan bahan organik lainnya yang merusak beton (SNI 03-2487-2002, Pasal 5.4). Nilai perbandingan berat air pada semen untuk suatu campuran beton di namakan faktor air semen (FAS), agar terjadi hidrasi yang sempurna dalam campuran beton pada umumnya dipakai nilai faktor air semen 0,40-0,60. Sedangkan untuk mencapai kemudahan pekerjaan umumnya menggunakan faktor air semen yang tinggi (Dipohusodo, 1994).

4 .Bahan tambah

a. Fly ash

Fly ash atau abu terbang merupakan hasil dari limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Fly Ash didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara (ASTM C618, 1995). Fly ash merupakan material halus yang mempunyai kadar bahan

semen tinggi dan bersifat pozzolanic yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air. Penggunaan fly ash pada campuran beton bertujuan untuk menambah mutu beton. Senyawa penyusun fly ash berupa Silica (SiO_2), Besi Oksida (Fe_2O_3), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Kalium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO), dan Sulfat (SO_4).

b. Filler material kaca

Filler kaca merupakan hasil penguraian senyawa-senyawa ionrganik yag mana telah mengalami pendinginan tanpa kristalisasi. Kaca mempunyai kandungan kimia silica yang tinggi, sehingga kaca ketika dihancurkan dan menjadi serbuk memiliki potensi sebagai material pozzolan sehingga bisa dimanfaatkan sebagai *filler* dan binder. kaca yang digunakan adalah yang lolos ayakan no. 200, *filler* kaca mempunyai kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengisi rongga yang ditinggalkan oleh pasir dan menambah kuat tekan (Slamet dkk, 2016).

kandungan kimia dalam kaca bisa dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Kandungan Kimia Kaca

Unsur	Kaca
SiO_2	61,72%
Al_2O_3	3,45%
Fe_2O_3	0,18%
CaO	2,59%

Sumber :Setiawan (2006)

2.4.4. Perencanaan Campuran Beton Non Pasir

Perhitungan campuran beton non pasir didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Kurniadi Edi dkk,2019) yang mengacu pada SNI-03-6882-2002 pasal 7 lampiran A tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan. pada SNI-03-6882-2002 pasal 7 lampiran A berat isi agregat halus diganti dengan berat isi agregat kasar.

Tabel 2. 3 Perencanaan campuran beton non pasir

	Semen	Agregat	Air
Proporsi volume	A	B	
Berat isi (kg/m ³)	bis	Bia	C

Sumber - 03-6882-2002

Beton dengan komposisi campuran A bagian semen portland, B bagian agregat, C bagian air, D bagian fly ash dengan presentasi terhadap semen, F filler kaca dengan presentase terhadap semen. Berat campuran beton dapat dihitung sebagai berikut.

- Faktor sekali campur : e
- Berat semen portland : $A \times bia = b$
- Berat agregat : $B \times bik = c$
- Air : $b \times e = C$
- Filler kaca (F%) : $F\% \times bis = g$

Keterangan:

- A : Proporsi volume semen portland
- B ; proporsi volume agregat
- C : proporsi air
- D : fly ash
- F : filler kaca
- Bis : berat isi semen
- b : berat semen
- c : berat agregat
- d : fly ash
- f : berat filler kaca
- bia : berat isi agregat
- f : berat filler kaca

2.5. Kuat Tekan Beton

Salah satu sifat beton yaitu kuat tekan yang tinggi. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menahan beban persatuan luas yang akan menyebabkan beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji kuat tekan dengan mengacu pada standar ASTM 579-01 memakai alat uji tekan compression testing machine berdasarkan standar ASTM C579-01. Besarnya kuat tekan beton dipengaruhi oleh ukuran agregat, jenis semen dan kualitasnya, suhu, efisiensi dari perawatan dan umur pada keadaan normal. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberikan beban atau tekanan sehingga benda uji mengalami keruntuhan. Besar kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

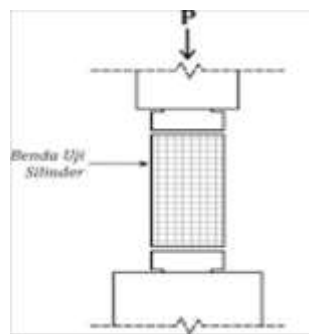
Dengan :

f'_c = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban Tekan Hancur (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)

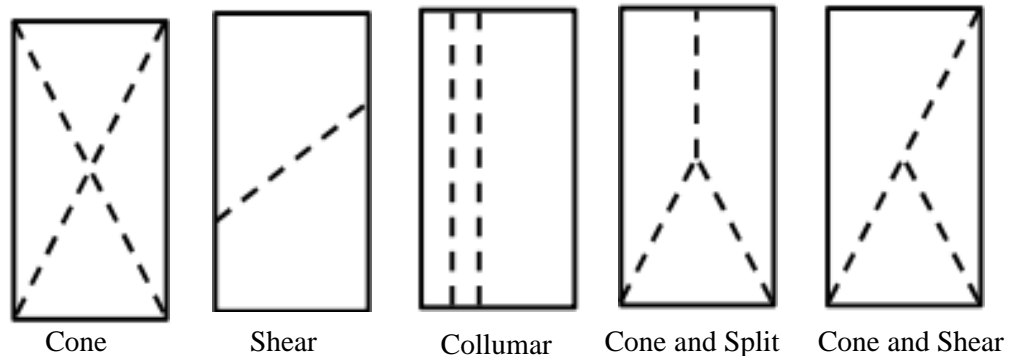
Adapun ilustrasi pengujian kuat tekan beton yang mana (P) adalah tekanan yang diberikan oleh alat uji Compression Testing Machine (CTM) terhadap luas penampang benda uji silinder beton (A) sehingga akan diperoleh nilai kuat tekan (f'_c) pada saat benda uji silinder beton hancur. Ilustrasi pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 ilustrasi Uji Kuat Tekan Beton

2.6. Mekanisme Keruntuhan

Mekanisme keruntuhan merupakan polah keruntuhan yang terjadi pada beton, keruntuhan beton terjadi akibat pembebanan maksimum yang menyebabkan beton mengalami keretakan. Berdasarkan SNI 03-1974-2011 tentang cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder, bentuk keruntuhan pada benda uji silinder terbagi atas 5 mekanisme keruntuhan dapat dilihat pada gambar 2.2:



Gambar 2. 2 Mekanisme Keruntuhan

1. Keruntuhan kerucut (Cone) adalah merupakan keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba dan keruntuhan ini berbentuk pola x pada silinder.
2. Keruntuhan Geser (Shear) adalah keruntuhan ditandai dengan adanya retak melintang menuju garis berat.
3. Keruntuhan bentuk sejajar sumbu tegak (Collumar) adalah Keruntuhan yang bersifat getas terjadi secara tiba-tiba. Keruntuhan ini ditandai dengan adanya retak vertikal yang terjadi sepanjang tinggi penampang, melewati kedua ujungnya dan sejajar arah beban
4. Keruntuhan kerucut dan Belah (cone and split) Pola keruntuhan ini merupakan gabungan antara keruntuhan kerucut dan keruntuhan belah.
5. Pola keruntuhan kerucut dan geser (cone and shear) Pola keruntuhan ini merupakan gabungan antara keruntuhan kerucut dan keruntuhan belah/pecah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Program Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dilaboratorium teknologi beton universitas merdeka malang dengan melakukan pengujian terhadap sejumlah benda uji beton. objek utama dari beton ini adalah beton non pasir dan dengan penambahan serbuk kaca sebagai pengisi rongga yang ditinggalkan pasir pada campuran beton. Bahan dalam pembuatan beton non pasir adalah semen, agregat kasar, fly ash, air dan filler material kaca. Hasil penelitian ini dapat mengetahui pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur mengenai bahan tambah seperti fly ash dan filler material kaca, serta mix design yang akan dipakai dalam pembuatan beton non pasir. kemudian melakukan trial mix untuk mengetahui apakah benda uji silinder beton mempunyai kuat tekan yang sesuai dengan beton non pasir. pembuatan beton non pasir dimulai dengan campuran semen, agregat kasar, fly ash, air, dan filler material kaca dengan menggunakan mesin campur molen. Kemudian campuran dimasukan kedalam benda uji beton berbentuk silinder 15 x 30 cm. Setelah itu benda uji dikelompokkan berdasarkan ukuran agregat kasar dan kadar filler. Kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji hingga dilakukan pengujian kuat tekan untuk setiap benda uji beton non pasir.

Hasil pengujian dianalisis dan diambil nilai kuat tekan rata-rata dari setiap benda uji untuk semua populasi beton non pasir dan membandingkan nilai kuat tekan beton non pasir dengan beton normal. Kemudian diambil kesimpulan mengenai pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.

3.2. Bahan dan Peralatan

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan beton non pasir yaitu :

1. Semen Portland

Portland cement merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Dalam penelitian ini semen yang digunakan yaitu semen portland tipe 1 yang diperoleh dengan cara menghaluskan klinker dari hasil pembakaran bahan-bahan pembentuk semen yang mengandung silica, alumunia, dan besi dengan batu gips.



Gambar 3. 1 Portland Cement Type 1

2. Fly Ash

Fly ash atau abu terbang merupakan hasil dari limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Fly Ash didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara (ASTM C618, 1993). Fly ash merupakan material halus yang mempunyai kadar bahan semen tinggi dan bersifat pozzolanic yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.



Gambar 3. 2 fly Ash

3. Material kaca

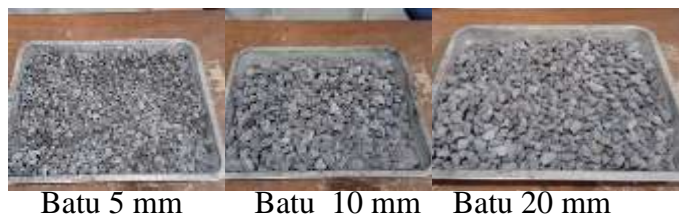
Filler material kaca yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari limbah kaca industri pabrik yang didaur ulang, kemudian ditumbuk hingga halus dan diayak menggunakan saringan 200 mm.



Gambar 3. 3 Filer Material Kaca

4. Agregat Kasar

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari hasil desintegrasi dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecahan batu dengan ukuran 5 mm, 10 mm, dan 20 mm. Batu pecah yang digunakan sebelumnya ditimbang dari masing-masing ukuran batu pecah dengan menggunakan timbangan triple beam sesuai dengan kebutuhan yang akan dipakai dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Agregat Kasar

5. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini harus air bersih, tidak berwarna dan tidak berbau. Air yang dipakai merupakan air dari perusahaan daerah air minum (PDAM) dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Air

3.2.2. Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini tersedia dilaboratorium teknik beton universitas merdeka malang yaitu

1. Compression Testing Machine (CTM) alat yang bertujuan untuk melakukan pengujian mutu beton yang bersifat merusak (destructive test) dan untuk mengetahui uji kuat tekan beton yang sebenarnya dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 *Compression Testing Machine* (CTM)

2. Timbangan digital adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu benda sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan. alat ini hanya bisa digunakan untuk benda dengan kapasitas berat 2 kg dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Timbangan digital

3. Cetakan beton berukuran 15 x 30 digunakan untuk membuat sampel uji beton dapat di lihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Cetakan beton

4. Timbangan triple beam dengan kapasitas 20 kg digunakan untuk menimbang benda uji untuk mengetahui berat benda uji yang akan digunakan. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Timbangan triple beam

5. Saringan digunakan untuk memisahkan agregat sesuai ukuran yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Saringan

6. Mesin molen pengaduk beton berfungsi sebagai alat untuk membuat adonan/campuran beton dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Mesin molen

7. wadah digunakan sebagai tempat untuk menyimpan campuran yang dituangkan dari mesin molen sebelum dimasukkan kedalam silinder. dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3. 12 Wadah penyimpan campuran

3.3. Benda Uji

3.3.1. Perencanaan campuran benda uji beton non pasir

1. Perencanaan campuran benda uji dengan ukuran agregat 5 mm

Pembuatan benda uji beton non pasir berupa silinder berukuran 15 x 30 cm. Contoh mix design dengan faktor air semen 0,5, kadar filler kaca 15%, fly ash 8%, dan agregat semen 2:1.

Contoh kebutuhan bahan hasil dari kebutuhan mix design yang dipakai dalam pembuatan beton non pasir. dapat dilihat pada tabel 3.1

Table 3. 1 Contoh rencana campuran beton non pasir

	Agregat 5mm	Semen	Air (gram)
Proporsi volume	2	1	
Berat isi (kg/m ³)	1356,288	1343,866	3560,573
Berat bahan	14373,940	1343,866	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Kebutuhan campuran untuk 1 buah silinder

-faktor sekali campur	: $1343,866 / (1356,288 \times 2)$	= 0,495421
-Faktor Air Semen	: 0,5	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299 m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3527,962 gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,495421 \times 1356,288 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146 gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 529,1943 gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,495421$	= 1763,981gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 282,237 gr

2. Perencanaan campuran beton non pasir dengan ukuran agregat 10 mm

Pembuatan benda uji beton non pasir berupa silinder berukuran 15 x 30 cm didasarkan pada perencanaan campuran mix design dengan perhitungan yang sudah disiapkan sesuai SNI-03-6825-2002. Contoh mix design dengan ukuran agregat 10 mm, faktor air semen 0,5, kadar filler kaca 10% dan pemakaian fly ash 8%, perbandingan rasio volume agregat semen 2:1.

	Agregat 10mm	Semen	Air (gram)
Proporsi volume	2	1	
Berat isi (kg/m ³)	1410,955	1343,866	3560,573
Berat bahan	14373,940	1343,866	

kebutuhan campuran untuk 1 buah silinder

-faktor sekali campur	: $1343,866 / (1410,955 \times 2)$	= 0,476226
-Faktor Air Semen	: 0,5	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299 m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,47622 \times 0,495421 \times 1343,866$ $\times 0,005299 \times 1000$	= 3391,273gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,47622 \times 1410,955 \times$ $0,005299 \times 1000$	= 7121,146 gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 0,476226 \times 1343,866 \times$ $0,005299 \times 1000$	= 508,6909 gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,476226$	= 1695,636gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,476226 \times 1343,866 \times$ $0,005299 \times 1000$	= 271,3018gr

3. Perencanaan campuran beton non pasir dengan ukuran 20 mm

Pembuatan benda uji beton non pasir berupa silinder berukuran 15 x 30 cm didasarkan pada perencanaan campuran mix design dengan perhitungan yang sudah disiapkan sesuai SNI-03-6825-2002. Contoh mix design dengan gradasi agregat 20 mm, faktor air semen 0,5, kadar filler serbuk kaca 20% dan pemakain fly ash 8%, perbandingan rasio volume agregat semen 2:1.

	Agregat 20mm	Semen	Air (gram)
Proporsi volume	2	1	
Berat isi (kg/m ³)	1437,671	1343,866	3560,573
Berat bahan	14373,940	1343,866	

kebutuhan campuran untuk 1 buah silinder

-faktor sekali campur	: $1343,866 / (1437,671 \times 2)$	= 0,467376
-Faktor Air Semen	: 0,5	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299 m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3328,253 gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,467376 \times 1437,671 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146 gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 499,238 gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,467376$	= 1664,127 gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 266,2602 gr

Langkah-langkah dalam membuat benda uji beton non pasir adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua bahan yang dibutuhkan, lalu timbang bahan yang telah disediakan sesuai dengan takaran dalam mix design yang telah dihitung.
2. Masukkan semua bahan agregat, semen, fly ash, filler serbuk kaca dan air kedalam mesin molen untuk melakukan proses pencampuran
3. Aduk campuran beton dengan menggunakan mesin molen selama 2 menit 30 detik.
4. Cetakan silinder dilumuri dengan minyak pelumas dengan tujuan agar pada saat pembongkaran cetakan beton tidak melekat pada dinding silinder cetakan
5. Masukkan campuran kedalam cetakan sebanyak 1/3 dari tinggi silinder beton lalu ditumbuk sebanyak 25 kali.
6. Masukkan campuran kedalam cetakan sebanyak 2/3 dari tinggi silinder beton lalu ditumbuk sebanyak 25 kali
7. Masukkan campuran kedalam cetakan sebanyak 3/3 dari tinggi silinder beton lalu ditumbuk sebanyak 25 kali dan ratakan permukaan silinder.
8. Diamkan benda uji yang dicetak selama 24 jam, lalu bongkar cetakan silinder
9. Lakukan perawatan benda uji dengan cara merendam benda uji selama 7 hari

10. Pastikan permukaan benda uji beton benar benar rata atau keping dengan menggunakan acian sampai rata
11. Setelah beton berumur 28 hari lakukan pengujian kuat tekan beton untuk mendapatkan nilai mutu beton.

3.3.2.Detail Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk beton dengan ukuran 15 x 30 cm berjumlah 36 buah. Kadar filler material kaca yang digunakan 10%, 15% dan 20%. Benda uji dibagi atas 3 populasi dengan ukuran agregat 5%,10%,20% dan faktor air semen konstan 0,5. detail pembagian benda uji dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Table 3. 2 Detail Benda Uji Beton non pasir

No	Kode benda uji 15 x 30	Variabel bebas	Variabel terikat	Jumlah benda uji
1	BNPG5F0,5-AC2:1	populasi 1 Populasi beton normal GB 5, 10, 20 mm	Kuat tekan	3
2	BNPG10F0,5-AC2:1			3
3	BNPG20F0,5-AC2:1			3
4	BNPG5F0,5KC10%-AC2:1	Populasi 2 GB 5 mm dan KF 10%, 15%, 20%		3
5	BNPG5F0,5KC15%-AC2:1			3
6	BNPG5F0,5KC20%-AC2:1			3
7	BNPG10F0,5KC10%-AC2:1	Populasi 3 GB 10 mm dan KF 10%, 15%, 20%		3
8	BNPG10F0,5KC15%-AC2:1			3
9	BNPG10F0,5KC20%-AC2:1			3
10	BNPG20F0,5KC10%-AC2:1	Populasi 4 GB 20 mm dan KF 10%, 15%, 20%		3
11	BNPG20F0,5KC15%-AC2:1			3
12	BNPG20F0,5KC20%-AC2:1			3
		Jumlah benda uji		36

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Pemberian kode untuk benda uji dilakukan untuk mempermudah dalam mengenali benda uji.

1. BNPG5F0,5AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 5 mm dengan faktor air semen 0,5 dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
2. BNPG5F0,5AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 10 mm dengan faktor air semen 0,5 dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1

3. BNPG5F0,5AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 20 mm dengan faktor air semen 0,5 dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
4. BNPG5F0,5KC10%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 5 mm dengan kadar filler kaca 10% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
5. BNPG5F0,5KC10%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 5 mm dengan kadar filler kaca 15% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
6. BNPG5F0,5KC10%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 5 mm dengan kadar filler kaca 20% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
7. BNPG10F0,5KC10%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 10 mm dengan kadar filler kaca 10% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
8. BNPG10F0,5KC15%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 10 mm dengan kadar filler kaca 15% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
9. BNPG10F0,5KC20%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 10 mm dengan kadar filler kaca 20% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
10. BNPG20F0,5KC10%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 20 mm dengan kadar filler kaca 10% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
11. BNPG20F0,5KC15%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 20 mm dengan kadar filler kaca 15% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1
12. BNPG20F0,5KC20%-AC2:1: beton non pasir menggunakan gradasi agregat 20 mm dengan kadar filler kaca 20% dan perbandingan rasio volume agregat - semen 2:1

3.4. Pembuatan Benda Uji

3.4.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan pembuatan benda uji beton non pasir dilakukan di Laboratorium Beton. Dalam tahap persiapan dilakukan pengumpulan bahan, alat dan studi literatur yang akan digunakan dalam proses penelitian.

3.4.2. Tahap Pengujian Bahan Utama Beton Non Pasir

Dalam pembuatan beton non pasir yang terpenting adalah pemeriksaan sifat fisik bahan utama penyusun beton yaitu agregat dan semen. Pemeriksaan ini hanya dilakukan terhadap agregat dan semen karena dalam pembuatan beton non pasir tidak menggunakan agregat halus dan hanya menggunakan agregat kasar yang bersifat material. Pemeriksaan sifat fisik dilakukan dengan pengujian menurut standar ASTM. sebelum dilakukan pengujian agregat yang digunakan di timbang sesuai ukuran yang akan dipakai menggunakan alat timbang triple beam dengan kapasitas alat 20 kg.

1. Semen

Pemeriksaan semen yang dilakukan adalah pengujian terhadap berat isi semen. Pemeriksaan berat isi semen menggunakan standard ASTM C29-78.

2. Agregat kasar

Pemeriksaan material agregat kasar yang dilakukan adalah pengujian terhadap berat isi agregat kasar sesuai standard ASTM C29-78 dan ASTM C136-95a.

3.4.3. Rencana Campuran Beton Non Pasir

Rencana campuran atau mix design sangat penting untuk mendapatkan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini dalam merancang komposisi campuran beton non pasir. pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karwur Yohanes Handy dkk (2013).

3.4.4. Tahap Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Siapkan semua bahan yang dibutuhkan, lalu timbang bahan yang telah disediakan sesuai dengan takaran dalam mix design yang telah dihitung.
2. Masukkan semua bahan agregat, semen, fly ash, filler serbuk kaca dan air kedalam mesin molen untuk melakukan proses pencampuran
3. Cetakan silinder dilumuri dengan minyak pelumas dengan tujuan agar pada saat pembongkaran cetakan beton tidak melekat pada dinding silinder cetakan
4. Masukkan campuran kedalam cetakan sebanyak 1/3 dari tinggi silinder beton lalu ditumbuk sebanyak 25 kali dan lakukan secara berulang sampai beton terisi penuh.
5. Diamkan cetakan selama 24 jam, lalu bongkar cetakan silinder
6. Pastikan permukaan benda uji beton benar benar rata atau keping dengan menggunakan acian sampai rata.
7. Setelah itu benda uji dilakukan perawatan sampai beton berumur 28 hari dan lakukan pengujian kuat tekan beton.

3.4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir

Pengujian kuat tekan beton non pasir dilakukan pada benda uji silinder 15 x 30 cm yang berumur 28 hari sesuai ASTM C579-01. Pengujian dilakukan dengan alat uji *Compressing Testing Machine* (CTM) dengan kapasitas beban 3000 kN untuk mengetahui besarnya beban P maksimum terhadap benda uji (A) untuk mendapatkan nilai kuat tekan (f'_c) dan mengetahui model kehancuran benda uji ketika mencapai nilai P maks

Langkah-langkah pengujian kuat tekan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menimbang dan memberi tanda pada benda uji.
2. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan periksa kembali garis marking yang dibuat pada alas plat mesin *Compressing Testing Machine* (CTM) 3000 kN, agar benda uji yang dilakukan tepat berada di tengah.
3. Letakan benda uji tepat pada garis marking yang sudah dibuat.

4. Pastikan jarum beban tepat berada pada posisi titik nol, kemudian memompa mesin secara perlahan sampai menekan benda uji.
5. Mengamati perubahan kenaikan beban tekan yang terjadi pada jarum beban, bila jarum berhenti dan benda uji sudah hancur maka pemompaan dihentikan.
6. Setelah itu membaca, mendokumentasikan serta mencatat nilai beban tekan pada jarum beban yang adalah besarnya beban tekan beton yang dapat diterima oleh benda uji.
7. Langkah terakhir adalah menghitung kuat tekan yang terjadi akibat beban tekan maksimum dibagi dengan luas penampang benda uji beton.

3.4.6. Analisa Data

Hasil dari pengujian semua benda uji beton non pasir berupa data-data yang akan diolah untuk mengetahui nilai kuat tekan. Kemudian dari hasil kuat tekan beton masing-masing populasi dicari nilai rata-rata. Setelah itu dibuat perbandingan kuat tekan rata-rata antara satu populasi dengan populasi lainnya. Analisa terakhir yang dilakukan adalah membandingkan kuat tekan antara beton non pasir dengan menggunakan filler serbuk kaca dengan beton non pasir yang tidak menggunakan filler. Untuk melihat seberapa pengaruh penggunaan bahan berbasis *filler* material yang dapat meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton Non pasir (Mpa)

P = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

3.4.7. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada tabel 3.3

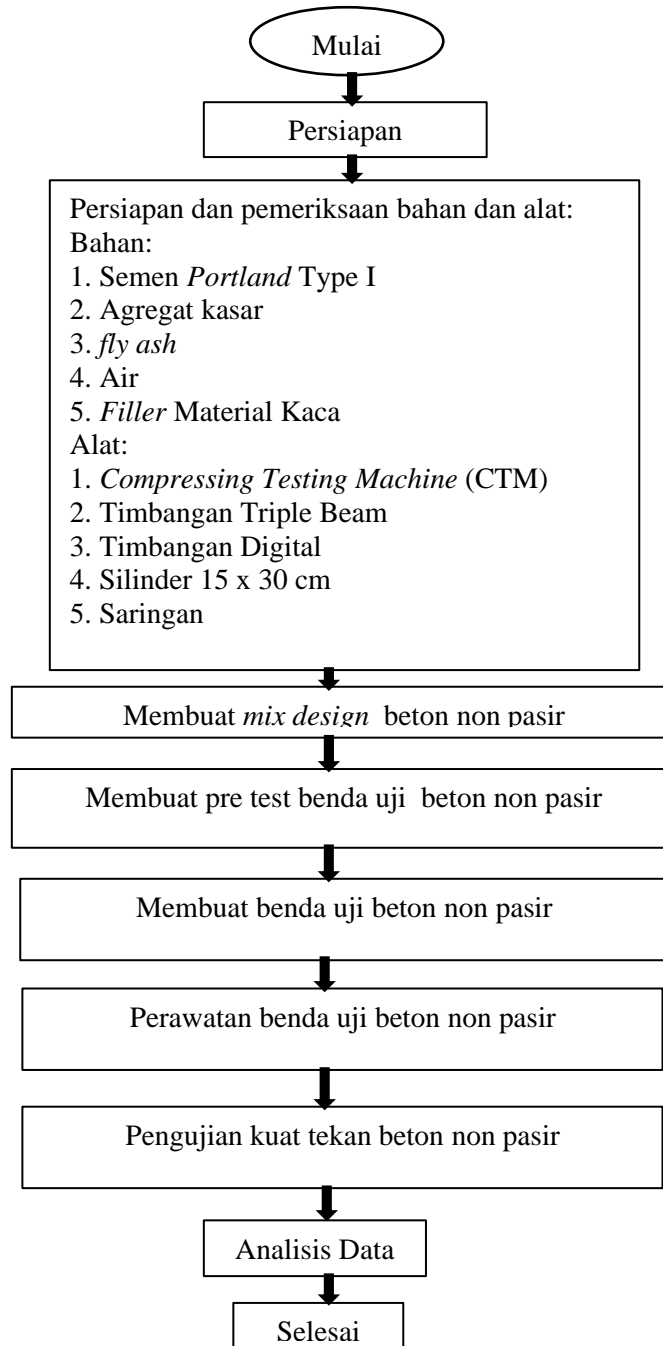


Table 3. 3 Diagram Aliran Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Umum

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dilaboratorium beton berupa pengujian terhadap sejumlah benda uji. dalam penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh gradasi agregat kasar dan kadar filler terhadap kuat tekan beton non pasir. Tahapan pembuatan benda uji dimulai dari melakukan perencanaan campuran beton non pasir (*concrete mix design*), pengujian material beton, pembuatan benda uji beton non pasir, perawatan benda uji dan pengujian kuat tekan benda uji.

Hasil penelitian yang dilakukan berupa data nilai kuat tekan yang kemudian dibagi dengan luas penampang benda uji untuk mendapatkan nilai uji kuat tekan dari masing-masing benda uji untuk setiap populasi. kemudian dilakukan perbandingan untuk setiap benda uji dalam satu populasi. analisis terakhir membandingkan nilai kuat tekan antara beton non pasir normal tanpa menggunakan filler dengan beton non pasir menggunakan filler dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ukuran agregat dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.

4.2. Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mencapai suatu kualitas material beton non pasir sehingga memenuhi syarat sesuai dengan standar ASTM.

Material penyusun beton non pasir yang diuji yaitu agregat kasar dan semen portland. pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian berat isi, berat jenis dan analisa saringan.

4.2.1. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat isi agregat kasar sesuai dengan standard ASTM C29/C29M-97 tentang metode uji untuk masa jenis, pengujian berat jenis sesuai ASTM C127-88 tentang metode standar uji gravitasi spesifik dan penyerapan agregat kasar dan analisa saringan sesuai ASTM C136-06 tentang metode uji standar untuk analisa saringan agregat halus dan kasar. Ukuran agregat kasar yang digunakan adalah 5 mm, 10 mm dan 20 mm. hasil pengujian seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Standar	Hasil			Syarat ASTM
			5 mm	10 mm	20 mm	
1	Berat jenis curah	ASTM C128-88R.38	2,440 gram/cm	2,47 gram/cm	2,59 gram/cm	
2	Berat jenis SSD	ASTM C128-88R.38	2,59 gram/cm	2,57 gram/cm	2,65 gram/cm	$\geq 2,50 \text{ gram/cm}^3$
3	Berat jenis semu	ASTM C128-88R.38	2,87 gram/cm	2,73 gram/cm	2,76 gram/cm	$\geq 2,50 \text{ gram/cm}^3$
4	Absorpsi air	ASTM C128-88R.38	6,010 %	3,75%	2,39%	$\leq 1,50\%$
5	Kadar air	ASTM C128-88R.38	9,02%	0,97%	4,52%	$\geq 1,50 \text{ gram/cm}^3$
6	Berat isi	ASTM C29/C29M-91a	1,356 gram/cm	1,41 gram/cm	1,44 gram/cm	ZONE AK max 20 mm
7	Analisa saringan (Zone gradasi)	ASTM C136-9	ZONE AK max 20 mm	ZONE AK max 20 mm	ZONE AK max 20 mm	7,49-9,55
8	Analisa saringan (Modulus kehalusan)	ASTM C136-95	6,97	8,83	9,37	7,499,55

Sumber : hasil penelitian (paskalis jemada 2022)

4.2.2. Pengujian Berat Isi Semen

Dalam penelitian ini menggunakan semen PC type 1, dengan melakukan pemeriksaan terhadap semen maka perlu dilakukan pengujian terhadap berat isi semen sesuai standard ASTM 188-89 tentang metode uji kepadatan semen hidraulik. Hasil pengujian seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Pengujian Berat Isi Semen

Jenis Pengujian	Standar	Hasil
Berat Isi	ASTM 188-89	1,44 g/cm ³

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

4.3. Kebutuhan Material

Perhitungan kebutuhan campuran beton non pasir didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Kurniadi Edi dkk,2019) yang mengacu pada SNI 03-6882-2002 tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan. Berdasarkan pertimbangan mengenai perencanaan kebutuhan material beton non pasir yang belum diatur pada SNI 03-6882-2002 maka pada pasal 7 lampiran A berat isi pasir diganti dengan berat isi agregat kasar.

4.3.1. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 cetakan beton

Pembuatan beton non pasir berukuran 15 x 30 cm didasarkan pada perencanaan campuran beton non pasir dengan perbandingan agregat semen 2 : 1 (Edi K dkk, 2019) dan fly ash 8% (Kisa Maikel dkk, 2022) dengan variabel gradasi batu 5 mm, 10 mm, 20 mm, kadar filler kaca 10%, 15%, (Karwur Yohanes Handy dkk) dan faktor air semen 0,5 (Ginting Arsumalem) dengan perhitungan kebutuhan bahan sebagai berikut :

4.3.2. Perhitungan Kebutuhan Material Untuk Populasi I (Beton Normal)

Kebutuhan campuran beton per 1 m³ dilakukan sesuai perencanaan campuran. Pada penelitian ini variabel bebas berupa ukuran agregat 5 mm, 10 mm dan 20 mm. Pada perhitungan kebutuhan material untuk 1 benda uji silinder berukuran 15 x 30 cm berdasarkan perencanaan campuran dengan proporsi campuran terdiri dari rasio agregat semen 2:1, agregat kasar 5 mm, 10 mm, 20 mm, FAS 0,5 dan fly ash 8%. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 m³ dan 1 silinder beton non pasir normal dapat dilihat pada tabel 4.4, tabel 4.5, tabel 4.6 dan tabel 4.7.

Tabel 4. 3 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi 1 Per 1 m³
(FAS 0,5,AC 2:1 dan GB 5mm, 10mm,20mm)

	GB 5 mm	GB 10 mm	GB 20	Semen	Air (gr)
Proporsi Volume	2	2	2	1	671,933
Berat Isi (kg/m ³)	1356,288	1410,955	1437,671	1343,866	
Berat Bahan	2713,732	2821,910	2875,342	1343,866	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 5mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1356,288 \times 2)$	= 0,4954	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,4954 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3527,962	gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,4954 \times 1356,288 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146	gr
-Air	: $0,5 \times 714,655 \times 0,4954$	= 177,0274	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 5 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk
1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 10 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1410,955 \times 2)$	= 0,476226	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,476226 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3391,273	gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,476226 \times 1410,955 \times 0,005299 \times 1000$	= 6845,239	gr
-Air	: $0,5 \times 714,655 \times 1000$	= 170,1685	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 6 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk
1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 20 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1437,671 \times 2)$	= 0,467376	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $1 \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3328,253	gr
-Berat agregat	: $2 \times 0,467376 \times 1437,671 \times 0,005299 \times 1000$	= 6718,035	gr
-Air	: $0,5 \times 714,655 \times 1000$	= 167,0063	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

4.3.3. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi II

Kebutuhan campuran beton per 1 m³ dilakukan sesuai perencanaan campuran. Perhitungan Kebutuhan material untuk 1 benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dengan ukuran agregat 5 mm. berdasarkan perencanaan campuran dengan kadar filler 10%, 15%, 20%, AC 2:1, FAS 0,5 dan fly ash 8%. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 m³ dan 1 silinder beton non pasir populasi II dapat dilihat pada tabel 4.7,tabel 4.8,tabel 4.9, tabel 4.10

Tabel 4. 7 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Per 1 m³
(FAS 0,5,AC 2:1 dan GB 5mm)

	GB 5 mm	Semen	Air (gr)
Proporsi Volume	2	1	
Berat Isi (kg/m ³)	1356,288	1343,866	3560,573
Berat Bahan	2713,732	1343,866	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 8 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 5 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1356,29 \times 2)$	= 0,495421	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,495421 \times (1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000)$	= 3527,816	gr
-Berat agregat	: $0,495421 \times (1356,288 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 712,1146	gr
-Filler Kaca 10%	: $10\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 352,7962	gr
-Air	: $0,5 \times 712,146 \times 0,495421$	= 1763,981	gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 282,237	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 9 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 5 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1356,29 \times 2)$	= 0,495421	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,495421 \times (1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000)$	= 3527,816	gr
-Berat agregat	: $0,495421 \times (1356,288 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 712,1146	gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 529,1943	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,495421$	= 1763,981	gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 282,237	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 5 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1356,29 \times 2)$	= 0,495421	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,495421 \times (1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000)$	= 3527,816	gr
-Berat agregat	: $0,495421 \times (1356,288 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 712,1146	gr
-Filler Kaca 20%	: $20\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 705,5925	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,495421$	= 1763,981	gr
-Fly ash 8%	: $8\% \times 0,495421 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 282,237	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

4.3.4. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi III

Kebutuhan campuran beton per 1 m³ dilakukan sesuai perencanaan campuran. Perhitungan Kebutuhan material untuk 1 benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dengan ukuran agregat 10 mm. berdasarkan perencanaan campuran dengan kadar filler 10%, 15%, 20%, AC 2:1, FAS 0,5 dan fly ash 8%. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 m³ dan 1 silinder beton non pasir populasi III dapat dilihat pada tabel 4.11, tabel 4.12, tabel 4.13, tabel 4.14

Tabel 4. 11 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Per 1 m³
(FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 10 mm)

	GB 10 mm	Semen	Air (gr)
Proporsi Volume	2	1	3560,573
Berat Isi (kg/m ³)	1410,955	1343,866	
Berat Bahan	282,910	1343,866	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 10 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1410,955 \times 2)$	= 0,47623	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,47623 \times (1343,866 \times 0,005299 \times 1) \times 1000$	= 3385,513	gr
-Berat agregat	: $0,47623 \times (1410,955 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 7109,051	gr
-Filler Kaca 10%	: $10\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,47623 \times 1000$	= 339,1273	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,47623$	= 1695,636	gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,47623 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 271,3018	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 13 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 10 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1410,955 \times 2)$	= 0,47623	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,47623 \times (1343,866 \times 0,005299 \times 1) \times 1000$	= 3385,513	gr
-Berat agregat	: $0,47623 \times (1410,955 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 7109,051	gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,47623 \times 1000$	= 508,6909	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,47623$	= 1695,636	gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,47623 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 271,3018	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 14 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 10 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1410,955 \times 2)$	= 0,47623	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,47623 \times (1343,866 \times 0,005299 \times 1) \times 1000$	= 3385,513	gr
-Berat agregat	: $0,47623 \times (1410,955 \times 0,005299 \times 2) \times 1000$	= 7109,051	gr
-Filler Kaca 20%	: $20\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,47623 \times 1000$	= 678,2545	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,47623$	= 1695,636	gr
-Fly ash	: $8\% \times 0,47623 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 271,3018	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

4.3.5. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi IV

Kebutuhan campuran beton per 1 m³ dilakukan sesuai perencanaan campuran. Perhitungan Kebutuhan material untuk 1 benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dengan ukuran agregat 20 mm. berdasarkan perencanaan campuran dengan kadar filler 10%, 15%, 20%, AC 2:1, FAS 0,5 dan fly ash 8%. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 m³ dan 1 silinder beton non pasir populasi IV dapat dilihat pada tabel 4.15, tabel 4.16, tabel 4.17, tabel 4.18

Tabel 4. 15 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Per 1 m³
(FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 20 mm)

	GB 20 mm	Semen	Air (gr)
Proporsi Volume	2	1	3560,573
Berat Isi (kg/m ³)	1437,671	1343,866	
Berat Bahan	2875,342	1343,866	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 16 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 20 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1437,61 \times 2)$	=0,467376	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,467376 \times 1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3328,253	gr
-Berat agregat	: $0,467376 \times 2 \times 1437,671 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146	gr
-Filler Kaca 10%	: $10\% \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	=332,8253	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,467376$	= 1664,127	gr
-Fly ash	: $8\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,467376 \times 1000$	= 266,2602	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 17 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 20 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1437,61 \times 2)$	=0,467376	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,467376 \times 1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3328,253	gr
-Berat agregat	: $0,467376 \times 2 \times 1437,671 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146	gr
-Filler Kaca 15%	: $15\% \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	=499,238	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,467376$	= 1664,127	gr
-Fly ash	: $8\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,467376 \times 1000$	= 266,2602	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

Tabel 4. 18 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV
Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 20 mm)

-Faktor sekali campur	: $1343,866 / (1437,61 \times 2)$	= 0,467376	
-Volume silinder	: $1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30$	= 0,005299	m ³
-Berat semen	: $0,467376 \times 1 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 3328,253	gr
-Berat agregat	: $0,467376 \times 2 \times 1437,671 \times 0,005299 \times 1000$	= 7121,146	gr
-Filler Kaca 20%	: $20\% \times 0,467376 \times 1343,866 \times 0,005299 \times 1000$	= 665,6506	gr
-Air	: $0,5 \times 7121,146 \times 0,467376$	= 1664,127	gr
-Fly ash	: $8\% \times 1343,866 \times 0,005299 \times 0,467376 \times 1000$	= 266,2602	gr

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)

4.4. Proses Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir

Setelah membuat Mix design dan menghitung kebutuhan material yang akan digunakan, proses selanjutnya adalah pembuatan benda uji beton non pasir berukuran 15 x 30 cm sebagai berikut:

1. Menimbang seluruh material benda uji beton non pasir yaitu agregat kasar, semen, filler kaca, fly ash dan air dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Menimbang Material Agregat Kasar, Semen, Filler Kaca, Air Dan Fly Ash

2. Menyiapkan cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm kemudian mengoleskan minyak pelumas pada bagian dalam cetakan.



Gambar 4. 2 Menyiapkan Cetakan Silinder

3. Masukkan Material Beton Kedalam Mesin Molen



Agregat Kasar

Gambar 4. 3 Menuangkan Material Beton Kedalam Mesin Molen

4. Setelah material beton sudah diaduk merata oleh mesin molen selama 2 menit kemudian tuangkan campuran beto ke wadah



Gambar 4. 4 Menuangkan Campuran Beton Ke Wadah

5. Setelah campuran beton dituangkan ke wadah kemudian masukan kedalam silinder sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi silinder



Gambar 4. 5 Masukan Campuran Beton Kedalam Silinder

6. Setelah campuran beton dituangkan kedalam silinder sebanyak $\frac{1}{3}$ kemudian dipadatkan sebanyak 25 kali



Gambar 4. 6 Proses Pemadatan Campuran Beton Didalam Silinder

7. Setelah campuran beton ditumbuk, kemudian ratakan permukaan silinder beton dengan menggunakan cetokan



Gambar 4. 7 Ratakan Permukaan Silinder Dengan Cetokan

- Setelah permukaan silinder diratakan kemudian diamkan silinder beton selama 1 hari



Gambar 4. 8 Diamkan Silinder Beton Selama 1 Hari

- Setelah silinder beton sudah berumur 1 hari dan sudah mengeras, kemudian lepaskan cetakan silinder



Gambar 4. 9 Proses Pembongkaran Cetakan Silinder

- Setelah benda uji dilepas dari cetakan, kemudian lakukan perendaman dalam bak selama 7 hari



Gambar 4. 10 Proses Perawatan Silinder Beton

11. Setelah benda uji berumur 7 hari kemudian diangkat dan diamkan sampai berumur 28 hari untuk dilakukan uji kuat tekan



Gambar 4. 11 Proses Mengeluarkan Benda Uji Dari Bak Perendaman

4.5. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian kuat tekan beton non pasir sesuai SNI 03-6429-200 menggunakan alat uji tekan beton compression testing machine (CTM) berdasarkan standard SNI 03-6429-200. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir sampai umur beton 28 hari. Kuat tekan beton non pasir dihitung dengan persamaan $f'c = P/A$. Gambar perletakan benda uji silinder beton pada compression testing machine (CTM) dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 perletakan Benda Uji Silinder Beton Pada CTM

4.6. Mekanisme Keruntuhan

Keruntuhan beton adalah kondisi pada beton akibat beban yang sangat berat sehingga menyebabkan beton mengalami retak dan sewaktu-waktu akan mengalami keruntuhan. berdasarkan SNI 03-6429-2000 tentang uji kuat tekan beton berupa silinder ada beberapa keruntuhan yang terjadi yaitu keruntuhan kerucut (cone), keruntuhan kerucut dan belah (cone and split), keruntuhan kerucut dan geser (cone and shear), keruntuhan geser (shear) dan keruntuhan sejajar (collumar). berdasarkan hasil pengujian beton non pasir dapat dilihat mekanisme keruntuhan pada gambar 4.13



Gambar 4. 13 Mekanisme Keruntuhan

1. keruntuhan kerucut (cone) Keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba dan keruntuhan ini berbentuk pola x pada silinder.
2. keruntuhan geser (shear) Keruntuhan geser ditandai dengan adanya retak melintang menuju garis berat dapat dilihat pada kode benda uji BG10F0,5KC20%-AC2:1 pada populasi III
3. Keruntuhan kerucut dan geser (cone and shear) dapat dilihat pada kode benda uji BG20F0,5KC20%-AC2:1 pada populasi IV
4. Keruntuhan geser (shear) dapat dilihat pada kode benda uji BG10F0,5KC10%-AC2:1 pada populasi III
5. Keruntuhan Sejajar (Collumar) dapat dilihat pada kode benda uji BG5F0,5KC10%-AC2:1 pada populasi I

4.6.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)

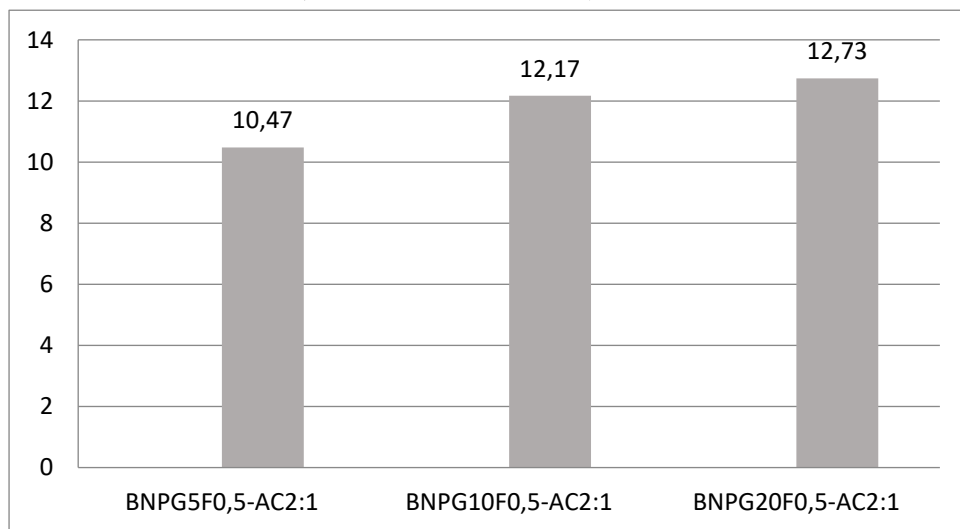
Pengujian kuat tekan beton non pasir normal FAS 0,5, GB 5 mm, 10 mm dan 20 mm dengan AC 2:1 dilakukan kuat tekan pada sat benda uji umur 28 hari dengan menggunakan alat CTM sesuai ASTM. pengujian bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan pada beton non pasir. Perhitungan kuat tekan beton non pasir normal dapat dilihat pada kode benda uji BNPG5F0,5-AC2:1. contoh perhitungan sebagai berikut.

- Tekanan Hancur (P)	= 18000 kg
- Luas Penampang (A)	= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2$
	= 176,625 cm ²
- Kuat Tekan $f_c = P/A$	= 18000/176,625
	= 101910 kg/cm ²
	= 10,20 Mpa

Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)
(FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 5mm, 10 mm, 20 mm)

Benda Uji	Umur Benda Uji	Berat (gr)	P (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Mpa)	f'c rata2 (Mpa)
BNPG5F0,5-AC2:1	28	11672	18000	101,91	10,19	10,47
	28	11860	19000	107,57	10,75	
BNPG10F0,5-AC2:1	28	11725	22000	124,55	12,45	12,17
	28	10876	21000	118,89	11,89	
BNPG20F0,5-AC2:1	28	11684	21000	118,89	11,89	12,73
	28	11132	24000	135,88	13,58	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)



Gambar 4. 14 Histrogram Perbandingan Kuat Tekan Bton Non Pasir Populasi I Normal

Berdasarkan tabel 4.19 dan gambar 4.14 ditemukan rata-rata kuat tekan beton non pasir normal dengan ukuran agregat kasar 5 mm, 10 mm, 20 mm berturut-turut sebesar 10,47: 12,17: 12,73 Mpa. Kuat tekan tertinggi untuk beton non pasir normal pada kode benda uji (BNPG20F0,5-AC2:1) dengan nilai kuat tekan 12,73 Mpa. dibandingkan dengan kode benda uji (BNPG5F0,5-AC2:1) yang mempunyai nilai kuat tekan terkecil sebesar 10,47 Mpa.

4.6.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi II

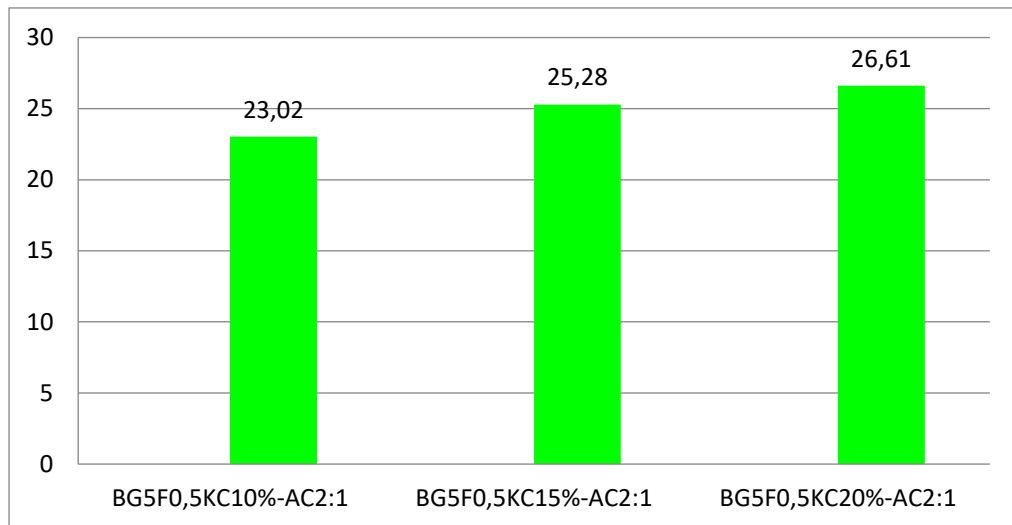
Pengujian kuat tekan beton non pasir dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat CTM. pada pengujian beton non pasir untuk populasi II dikelompokan berdasarkan ukuran agregat dan kadar filler kaca 10%, 15% dan 20% dengan fas 0,5 dan AC 2:1. Perhitungan kuat tekan beton non pasir pada umur 28 hari dapat dilihat pada kode benda uji BG5F0,5KC10%-AC2:1. contoh perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 - \text{Tekanan Hancur (P)} &= 42000\text{kg} \\
 - \text{Luas Penampang (A)} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \\
 &= 176,625 \text{ cm}^2 \\
 - \text{Kuat Tekan } f'c &= P/A = 42000/176,625 \\
 &= 237,791 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 23,78 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II

Benda Uji	Berat (gr)	P (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Mpa)	f'c rata2 (Mpa)
BG5F0,5KC10%-AC2:1	11665	42000	237,79	23,77	23,02
	11430	40000	226,46	22,64	
	11451	40000	226,46	22,64	
BG5F0,5KC15%-AC2:1	11670	46000	260,43	26,04	25,28
	11548	44000	249,11	24,91	
	11447	44000	249,11	24,91	
BG5F0,5KC20%-AC2:1	11872	47000	266,10	26,61	26,61
	11522	47000	266,10	26,61	
	11785	47000	266,100	26,610	

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)



Gambar 4. 15 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II

Berdasarkan tabel 4.20 dan gambar 4.15 ditemukan rata-rata kuat tekan beton non pasir populasi II dengan ukuran agregat kasar 5 mm berturut-turut sebesar 23,024:25,28: 26,61Mpa. Kuat tekan tertinggi untuk beton non pasir pada populasi II terdapat pada kode benda uji (BG5F0,5KC20%-AC2:1) sebesar 26,61 Mpa. dibandingkan dengan kode benda uji (BG5F0,5KC10%-AC2:1) yang mempunyai nilai kuat tekan terkecil sebesar 23,02 Mpa.

4.6.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi III

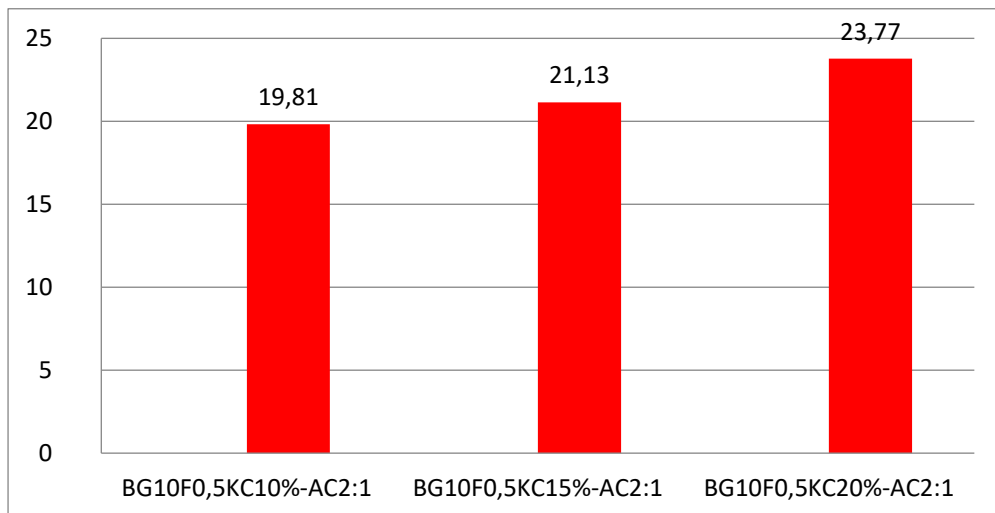
Pengujian kuat tekan beton non pasir dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat CTM . pada pengujian beton non pasir untuk populasi III dikelompokan berdasarkan ukuran agregat dan kadar filler kaca 10%, 15% dan 20% dengan fas 0,5 dan AC 2:1.Perhitungan kuat tekan beton non pasir dapat dilihat pada kode benda uji BG10F0,5KC10%-AC2:1.contoh perhitungan sebagai berikut.

- Tekanan Hancur (P) = 35000 kg
- Luas Penampang (A) = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2$
= 176,625 cm²
- Kuat Tekan $f_c = P/A = 35000 / 176,625$
= 19815kg/cm²
= 20 Mpa

Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III

Benda Uji	Berat (gr)	P (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Mpa)	f'c rata2 (Mpa)
BG10F0,5KC10%-AC2:1	11090	35000	198,16	19,81	19,81
	10685	35000	198,16	19,81	
	10995	35000	198,16	19,81	
BG10F0,5KC15%-AC2:1	10663	35000	198,16	19,81	21,13
	10862	36000	203,82	20,38	
	10090	41000	232,13	23,21	
BG10F0,5KC20%-AC2:1	10900	40000	226,46	22,64	23,77
	10912	43000	243,45	24,34	
	11085	43000	243,45	24,34	

Sumber : Hasil Penelitian (paskalis jemada, 2022)



Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III

Berdasarkan Tabel 4.21 dan gambar 4.16 ditemukan rata-rata kuat tekan beton non pasir populasi III dengan ukuran agregat kasar 10 mm berturut-turut sebesar 19,81:21,13: 23,77 Mpa. Kuat tekan tertinggi untuk beton non pasir pada populasi III terdapat pada kode benda uji (BG10F0,5KC20%-AC2:1) sebesar 23,77 Mpa. dibandingkan dengan kode benda uji (BG10F0,5KC10%-AC2:1) yang mempunyai nilai kuat tekan terkecil sebesar 19,81 Mpa.

4.6.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi IV

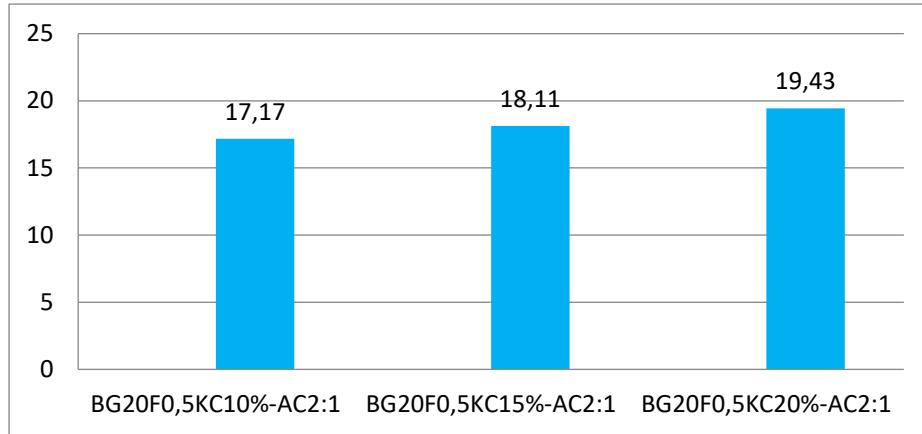
Pengujian kuat tekan beton non pasir dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat CTM. pada pengujian beton non pasir untuk populasi IV dikelompokan berdasarkan ukuran agregat dan kadar filler kaca 10%, 15% dan 20% dengan fas 0,5 dan AC 2:1. Perhitungan kuat tekan beton non pasir dapat dilihat pada kode benda uji BG20F0,5KC10%-AC2:1. contoh perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{- Tekanan Hancur (P)} &= 28000\text{kg} \\
 \text{- Luas Penampang (A)} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \\
 &= 176,625 \text{ cm}^2 \\
 \text{- Kuat Tekan} = P/A &= 28000/176,625 \\
 &= 158527 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 15,85 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV

Benda Uji	Berat (gr)	P (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Mpa)	f'c rata2 (Mpa)
BG20F0,5KC10%-AC2:1	11000	28000	158,52	15,85	17,17
	10536	31000	175,51	17,55	
	10714	32000	181,17	18,11	
BG20F0,5KC15%-AC2:1	10222	34000	192,49	19,25	18,11
	10456	31000	175,51	17,55	
	10870	31000	175,51	17,55	
BG20F0,5KC20%-AC2:1	10665	33000	186,83	18,68	19,43
	10716	38000	215,14	21,51	
	10510	32000	181,17	18,11	

Sumber : Hasil Penelitian (paskalis jemada, 2022)



Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV

Berdasarkan tabel 4.22 dan gambar 4.17 ditemukan rata-rata kuat tekan beton non pasir populasi IV dengan ukuran agregat kasar 20 mm berturut-turut sebesar 17,17:18,11: 19,43 Mpa. Kuat tekan tertinggi untuk beton non pasir pada populasi IV terdapat pada kode benda uji (BG20F0,5KC20%-AC2:1) sebesar 19,43 Mpa. dibandingkan dengan kode benda uji (BG20F0,5KC10%-AC2:1) yang mempunyai nilai kuat tekan terkecil sebesar 16,17 Mpa.

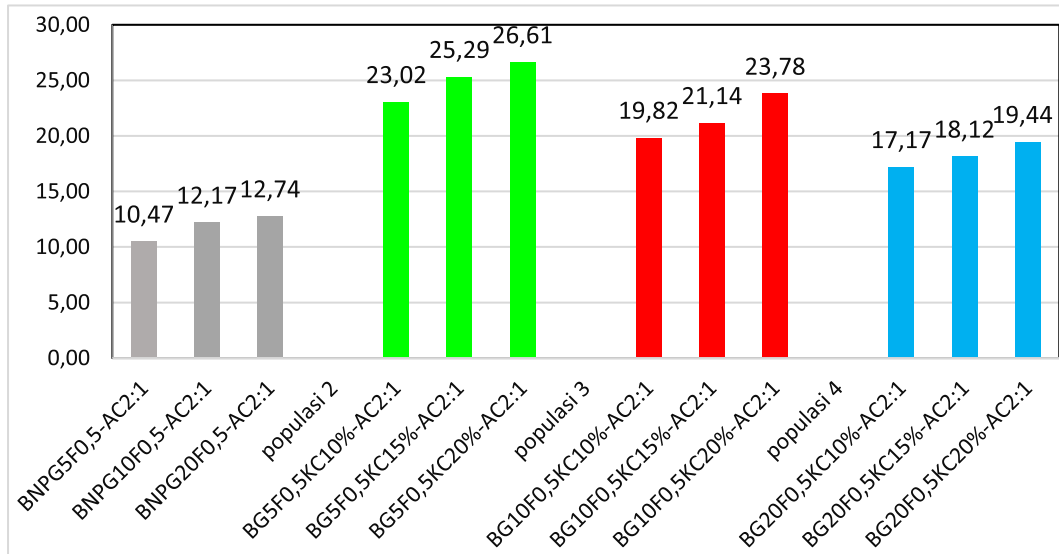
4.6.5. Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV

Berdasarkan Tabel 4. 19, Tabel 4.20, Tabel 21 Dan Tabel 4.22, menunjukkan adanya nilai tertinggi kuat tekan beton non pasir pada setiap populasi. Hasil perbandingan nilai kuat tekan beton non pasir antar populasi dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV

BNPG5F0,5-AC2:1	10,47
BNPG10F0,5-AC2:1	12,17
BNPG20F0,5-AC2:1	12,74
BG5F0,5KC10%-AC2:1	23,02
BG5F0,5KC15%-AC2:1	25,29
BG5F0,5KC20%-AC2:1	26,61
BG10F0,5KC10%-AC2:1	19,82
BG10F0,5KC15%-AC2:1	21,14
BG10F0,5KC20%-AC2:1	23,78
BG20F0,5KC10%-AC2:1	17,17
BG20F0,5KC15%-AC2:1	18,12
BG20F0,5KC20%-AC2:1	19,44

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)



Gambar 4. 18 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III, IV

Berdasarkan tabel 4.23 dan gambar 4.18 menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata yang berbeda-beda. Pada populasi I nilai kuat tekan rata-rata terkecil ditunjukkan pada benda uji (BNPG5F0,5-AC2:1) dengan nilai kuat tekan rata-rata 10,47 Mpa. sedangkan untuk nilai kuat tekan rata-rata terbesar pada populasi I yaitu pada benda uji (BNPG20F0,5-AC2:1) dengan nilai 12,74 Mpa. Pada populasi II nilai kuat tekan rata-rata terkecil ditunjukkan pada benda uji (BG5F0,5KC10%-AC2:1) dengan nilai kuat tekan rata-rata 23,02 Mpa sedangkan untuk nilai kuat tekan rata-rata terbesar pada populasi II yaitu pada benda uji (BG5F0,5KC20%-AC2:1) dengan nilai 26,61 Mpa. Pada populasi III nilai kuat tekan rata-rata terkecil ditunjukkan pada benda uji (BG10F0,5KC10%-AC2:1) dengan nilai kuat tekan rata-rata 19,82 Mpa sedangkan untuk nilai kuat tekan rata-rata terbesar pada populasi III yaitu pada benda uji (BG10F0,5KC20%-AC2:1) dengan nilai 23,78 Mpa. sedangkan untuk nilai kuat rata-rata terbesar pada populasi IV yaitu pada benda uji (BG20F0,5KC20%-AC2:1) dengan nilai 19,44 Mpa. Dari hasil penelitian kuat tekan rata-rata terkecil antara populasi I dan populasi IV ditunjukkan pada populasi I dengan benda uji (BNPG5F0,5-AC2:1) yang memiliki nilai kuat tekan 10,47 Mpa, dan nilai kuat tekan rata-rata terbesar ditunjukkan pada populasi II dengan benda uji (BG5F0,5KC20%-AC2:1) yang memiliki kuat tekan 26,61 Mpa.

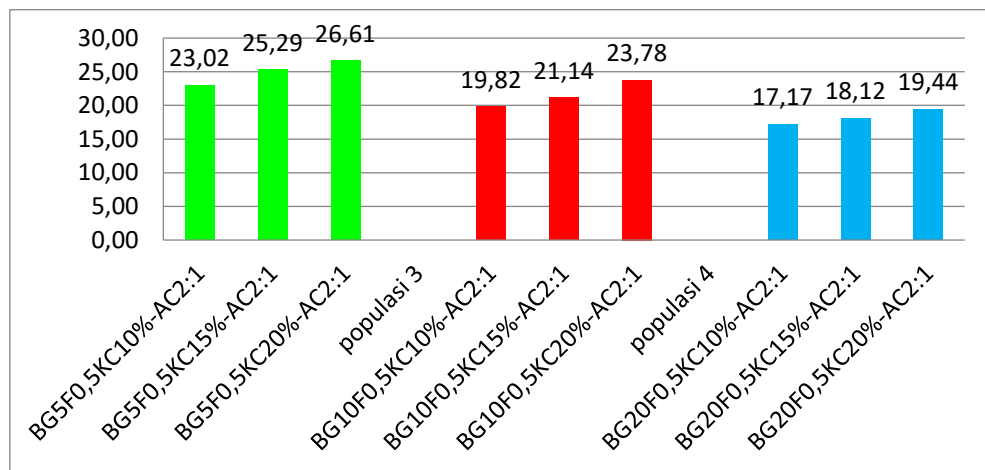
4.6.6. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca

Berdasarkan tabel 4. 20, tabel 4.21 dan tabel 4.22, menunjukkan adanya nilai tertinggi kuat tekan beton non pasir pada setiap populasi. Hasil perbandingan nilai kuat tekan beton non pasir antar populasi dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca

BG5F0,5KC10%-AC2:1	23,02	POPULASI II
BG5F0,5KC15%-AC2:1	25,29	
BG5F0,5KC20%-AC2:1	26,61	
BG10F0,5KC10%-AC2:1	19,82	POPULASI III
BG10F0,5KC15%-AC2:1	21,14	
BG10F0,5KC20%-AC2:1	23,78	
BG20F0,5KC10%-AC2:1	17,17	POPULASI IV
BG20F0,5KC15%-AC2:1	18,12	
BG20F0,5KC20%-AC2:1	19,44	

sumber : hasil penelitian (paskalis jemada 2022)



Gambar 4. 19 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III dan IV dengan menggunakan filler kaca

Berdasarkan Tabel 4.24 dan gambar 4.19 menunjukkan bahwa ukuran agregat dan kadar filler sangat mempengaruhi nilai kuat tekan beton non pasir. Nilai rata-rata kuat tekan tertinggi ditunjukkan pada populasi II dengan kode benda uji (BG5F0,5KC20%-AC2:1) sebesar 26,61 Mpa. Dibandingkan populasi III dengann nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 23,78 Mpa dengan kode benda uji (BG10F0,5KC20%-AC2:1) dan untuk populasi IV mengalami penurunan kuat tekan pada kode benda uji (BG20F0,5KC20%-AC2:1) dengan nilai kuat tekan 19,44Mpa.

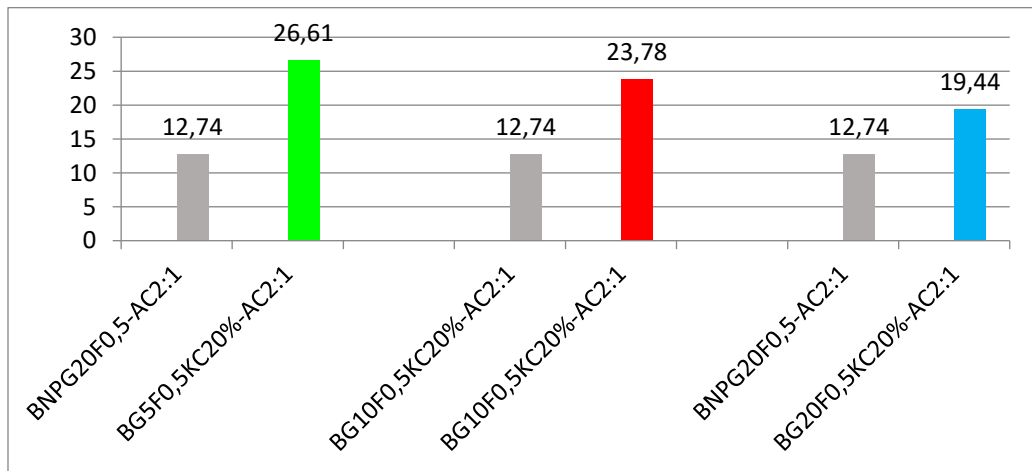
4.6.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV

Berdasarkan tabel 4.19, tabel 4.20, tabel 4.21 dan tabel 4.22 akan dibandingkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi beton non pasir dari setiap populasi. Hasil kuat tekan rata-rata tertinggi dan selisih kuat tekan rata-rata tertinggi dapat dilihat pada tabel 4.24, gambar 4.19.

Tabel 4. 25 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Setiap Populasi I, II, III dan IV

Kode Benda Uji	Populasi	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Selisih Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
BNPG20F0,5-AC2:1	Populasi I	12,74	13,87
BG5F0,5KC20%-AC2:1	Populasi II	26,61	
BNPG20F0,5-AC2:1	Populasi I	12,74	11,04
BG10F0,5KC20%-AC2:1	Populasi III	23,78	
BNPG20F0,5-AC2:1	Populasi I	12,74	6,70
BG20F0,5KC20%-AC2:1	Populasi IV	19,44	

sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)



Gambar 4. 20 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV

Berdasarkan tabel 4.26 dan gambar 4.20 ditemukan selisih kuat tekan rata-rata tertinggi dari setiap populasi antara beton normal dan beton non pasir dengan menggunakan filler kaca pada GB 5 mm, 10 mm dan 20 mm memiliki selisih berturut-turut sebesar 13,87 Mpa; 11,04 Mpa; dan 6,70 Mpa. dari perbandingan dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan paling sensitif terdapat pada populasi II dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa.

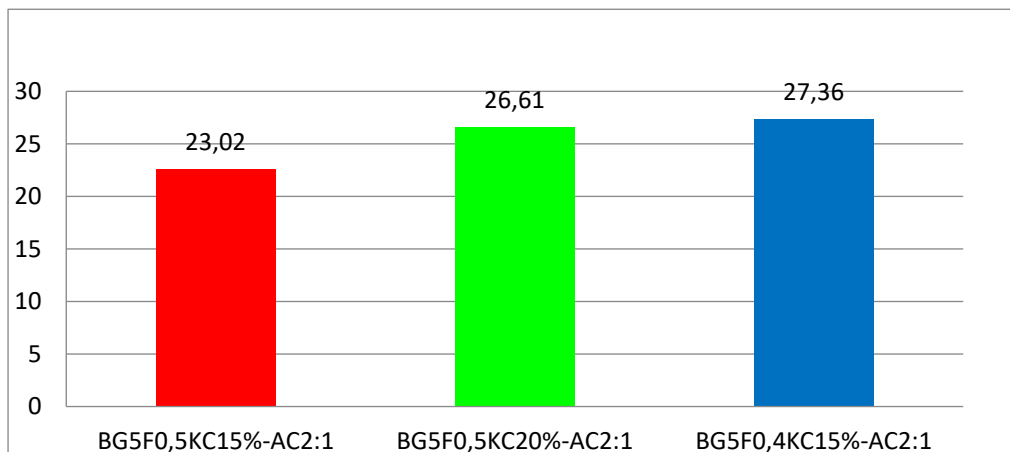
4.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca

Perbandingan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi dari setiap variabel dengan menggunakan filler kaca. Adapun hubungan kadar filler, faktor air semen dan AC terhadap kuat tekan beton non pasir seperti pada tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi beton non pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca

Peneliti	Variabel	F'c Rata-rata terbesar (Mpa)
Paskalis Jemada (2022)	GB 5 mm, Fas 0,5, Filler 20% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	24,35
Nikolaus Kurarob (2022)	GB 5 mm, Fas 0,5, Filler 15% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	23,02
Epafras Edo (2022)	GB 5 mm, Fas 0,4, Filler 15% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	27,36

sumber : hasil penelitian (paskalis jemada)



Gambar 4. 21 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca

Berdasarkan tabel 4.26 dan gambar 4.22 menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda-beda. dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Nikolaus Kurarob (2022) dengan nilai 23,02 Mpa dengan kode benda uji BG5F0,5KC15%-AC2:1. nilai kuat tekan tertinggi yang dilakukan oleh Paskalis Jemada (2022) adalah 26,61 Mpa dengan kode benda uji BG5F0,5KC20%-AC2:1 dan kuat tekan tertinggi yang dilakukan oleh Epafras Edo (2022) adalah 27,36 Mpa dengan kode benda uji BG5F0,4KC15%-AC2:1. Nilai kuat tekan paling sensitif terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh epafras edo dengan nilai 27,36 Mpa.

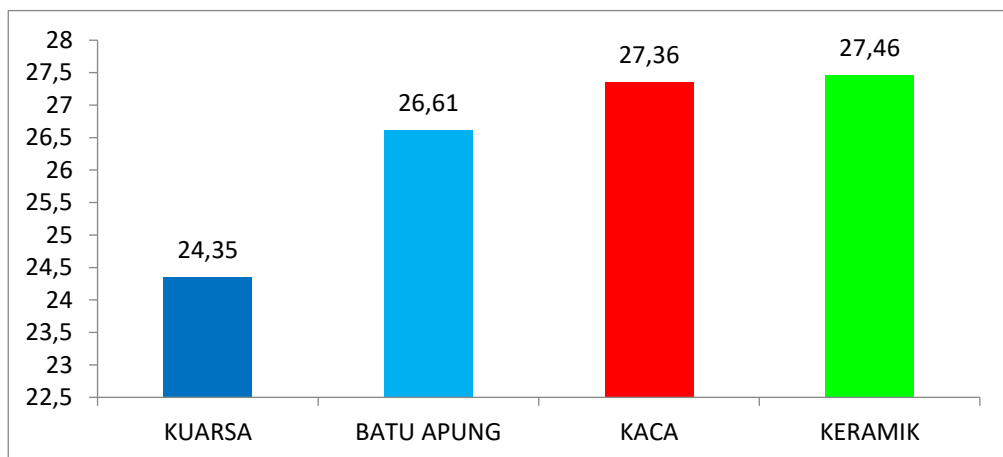
4.8. Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik

Pada penelitian beton non pasir terdapat berbagai macam jenis filler seperti filler batu apung, filler keramik, filler kaca dan filler kuarsa. fungsi filler adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga yang ditinggalkan oleh pasir. pemakaian dengan berbagai jenis filler mendapatkan nilai kuat tekan yang berbeda-beda. Nilai kuat tekan rata-rata untuk semua filler dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik

Nama Peneliti	Jenis Filler	Variabel	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
Philipus (2022)	Pasir kuarsa	GB 5 mm, Fas 0,4, Filler Pasir kuarsa 15% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	24,35
Kanisius (2022)	Batu apung	GB 5 mm, Fas 0,4, Filler Batu Apung 15% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	26,61
Epafras (2022)	Kaca	GB 5 mm, Fas 0,4, Filler Kaca 15% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	27,36
Wihelmus (2022)	Keramik	GB 5 mm, Fas 0,5, Filler Keramik 20% AC 2;1 dan Fly Ash 8%	27,46

Sumber : Hasil Penelitian (Paskalis Jemada, 2022)



Gambar 4. 22 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik

Berdasarkan tabel 4.27, dan gambar 4.23 ditemukan hasil nilai kuat tekan rata-rata terbesar beton non pasir antara filler kuarsa, filler batu apung, filler kaca dan filler keramik dengan nilai kuat tekan 23,35 Mpa, 26,61Mpa, 27,36 dan 27,46 Mpa. dari hasil penelitian nilai kuat tekan terendah dilakukan oleh (Philipus 2022) dengan menggunakan filler kuarsa dengan nilai 24,35 Mpa dan nilai kuat tekan paling sensitif dilakukan oleh (Wihelmus 2022) dengan menggunakan filler keramik dengan nilai 27,46 Mpa.

4.9. Hubungan Hasil Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Karwur Yohanes Handy dkk (2013) tentang “Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Sebagai Penganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton” dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Variasi kadar filler (%)	Kuat tekan rata-rata f'c (mpa)
1	0%	26,23
2	6%	27,69
3	8%	29,15
4	10%	31,07
5	12%	27,12
6	15%	24,13

sumber : Hasil Penelitian (Handy Yohanes Karwur dkk, 2013)

Berdasarkan tabel 4.28 nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi kadar filer 10% dengan nilai kuat tekan 31,07 Mpa dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada kadar filler 15% dengan nilai kuat tekan 24,13 Mpa.

Tabel 4. 29 Hasil Penelitian Sat Ini

No	Variasi kadar filler (%)	Rata-rata F'c (Mpa)
1	10	23,02
2	15	25,28
3	20	26,61

Berdasarkan tabel 4.29 nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada kadar filler 20% dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada kadar filler 10% dengan nilai kuat tekan 23,02 Mpa.

4.10. Pembahasan Hasil Penelitian

Perubahan agregat kasar dapat mempengaruhi tingkat kemudahan dalam mencampur, mengaduk, menuangkan dalam cetakan dan pemadatan (workability). kuat tekan beton non pasir dengan ukuran agregat yang lebih besar mempunyai kuat tekan yang lebih rendah. hal ini bisa dipengaruhi oleh ukuran agregat yang berpengaruh terhadap kepadatan dan porositas. karena ukuran agregat yang besar kurang mampu untuk saling terikat dengan kadar filler, air dan semen. ukuran agregat kasar, kadar filler dan AC mempunyai hubungan dan peran dalam pemadatan beton non pasir. dalam hal ini ditunjukkan pada setiap kode benda uji beton non pasir, semakin besar ukuran agregat kasar dan semakin banyak kadar filler yang digunakan maka tingkat porositas beton non pasir semakin besar dan kuat tekan beton semakin kecil. dalam hal ini bisa dilihat pada kode benda uji BG20F0,5KC20%-AC2:1 dengan nilai kuat tekan 17,17 Mpa.

pada kode benda uji BG5F0,5KC20%-AC2:1 dengan agregat kasar yang kecil dan kadar filler yang banyak mengalami kuat tekan yang sangat besar dengan nilai rata-rata 26,61 Mpa. hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran agregat kasar dan semakin banyak filler yang digunakan maka rongga dan porositas semakin kecil. karena hubungan diantara agregat kasar, filler kaca, air, semen dapat dengan mudah untuk terikat dan saling mengisi rongga-rongga sehingga kuat tekan semakin besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan terdapat kesimpulan sebagai berikut

1. Dari penelitian yang dilakukan pengaruh ukuran agregat kasar sangat mempengaruhi kuat tekan beton non pasir. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada ukuran agregat kasar 5 mm dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa. Nilai kuat tekan beton non pasir terkecil terdapat pada ukuran agregat kasar 20 mm dengan nilai kuat tekan 17,17 Mpa.
2. Dari penelitian yang dilakukan kadar filler kaca sangat mempengaruhi kuat tekan beton non pasir. Kadar filler yang digunakan adalah 10%, 15% dan 20% nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada kadar filler 20% dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa dan kuat tekan terendah terdapat pada beton normal dengan ukuran agregat 5 mm, Fas 0,5 dan AC 2:1 dengan nilai kuat tekan 10,47 Mpa.
3. Ukuran agregat terbaik adalah ukuran agregat 5 mm dengan kuat tekan tertinggi dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa.
4. Kadar filler terbaik terdapat pada kadar filler 20% dengan nilai kuat tekan tertinggi 26,61 Mpa.

5.2. Saran

1. Diharapkan melakukan penelitian tentang beton non pasir dengan memperhalus ukuran filler menjadi nano material.
2. Diharapkan penelitian lebih lanjut tentang beton non pasir dengan gabungan gradasi 5-10 mm, 10-20 mm.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan uji porositas dan probabilitas untuk mengetahui sifat kedap air dari beton non pasir

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C618-93. “Standart Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozolan for Use as a Mineral Admixtures in Portland Cement Concrete”.
- Badan Standar Nasional, 1990. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal. SK SNI T-15-1990-3. Badan Standarisasi Nasional Yayasan Lpmb. Bandung.*
- Badan Standar Nasional. 2004. SNI-15-2049-2004. *Semen Portland. Bandung.*
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6429-2000. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Dengan Cetakan Silinder Didalam Tempat Cetakan. Badan Standar Nasional. Jakarta.*
- Darwis Zulmahdi, Baehaki Baehaki, hery Supryad. 2017. *Beton Non Pasir Dengan Penggunaan Agregat Lokal Dari Merak. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.*
- Ir. Tjokrodimulyo Kardiyono. 2009. *Teknologi Beton. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.*
- Karwur Yohanes Handy, Tenda R, S.E, Wallah, R.S. Windah. 2013. *Pengaruh Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. Universitas Sam Ratulangi, Manado.*
- Kurniadi Edi, Himawan Lava. 2019. *Kajian Kuat Tekan dan Infiltrasi Pada Beton Non Pasir. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.*
- Mulyono T. 2003. *Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi Offset.*
- Prasetya Ady. 2013. *Kajian Jenis Agregat Dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Tembus Beton Porus. Universitas Janabadra. Yogyakarta*
- Purnomo Hendra. 2018. *Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Tarik Belah Beton. Universitas Bangka Belitung.*

Purnomo Julio Much, Much H, ST.MT. 2019. *Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. Universitas Bojonegoro.

SNI 03-4142-1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan NO. 200 (0,075 mm)*

Tjokrodinuljo Sumartono. 1993. *Teori Beton Non Pasir*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Hasil Pengujian Laboratorium

A. Pengujian Material

1. Percobaan Berat Isi Semen Portland Tipe 1 (ASTM 188-89)

No	Percobaan	Dengan Tumbukan (Rodded)
1	Berat Silinder (W1)	3880
2	Berat Silinder + semen (W2)	7207
3	Berat Semen (W2 - W1)	3327
4	Volume Silinder (V)	2475,69
5	Berat Isi Semen = (W2 - W1)/V	1,344

2. Percobaan Berat Isi Agregat Kasar 5 mm ,10 mm dan 20 mm (ASTM C29/C29M-97)

Pengujian Berat Isi Batu Pecah 5 mm

Percobaan Nomor	Standar	Dengan Tumbukan (Rodded)
Berat Silinder (W1)	ASTM C29/C29M-97	12119 gram
Berat Silinder + Batu (W2)	ASTM C29/C29M-97	30751 gram
Berat Batu (W2-W1)	ASTM C29/C29M-97	18632 gram
Volume Silinder (V)	ASTM C29/C29M-97	13738 cm ³
Berat Isi Agregat kasar = (W2-W1) / V	ASTM C29/C29M-97	1,36 gram/cm ³
Syarat ASTM : Berat isi Batu ≥ 1.50 gram/cm ³		

Pengujian Berat Isi Batu Pecah 10 mm

Percobaan Nomor	Standar	Dengan Tumbukan (Rodded)
Berat Silinder (W1)	ASTM C29/C29M-97	12119 gram
Berat Silinder + Batu (W2)	ASTM C29/C29M-97	31502 gram
Berat Batu (W2-W1)	ASTM C29/C29M-97	19383 gram

Percobaan Nomor	Standar	Dengan Tumbukan (Rodded)
Volume Silinder (V)	ASTM C29/C29M-97	13738 cm ³
Berat Isi Agregat kasar = (W2-W1) / V	ASTM C29/C29M-97	1,41 gram/cm ³
Syarat ASTM : Berat isi Batu \geq 1.50 gram/cm ³		

Pengujian Berat Isi Batu Pecah 20 mm

Percobaan Nomor	Standar	Dengan Tumbukan (Rodded)
Berat Silinder (W1)	ASTM C29/C29M-97	12119 gram
Berat Silinder + Batu (W2)	ASTM C29/C29M-97	30751 gram
Berat Batu (W2-W1)	ASTM C29/C29M-97	18632 gram
Volume Silinder (V)	ASTM C29/C29M-97	13738 cm ³
Berat Isi Agregat kasar = (W2-W1) / V	ASTM C29/C29M-97	1,36 gram/cm ³
Syarat ASTM : Berat isi Batu \geq 1.50 gram/cm ³		

3. Percobaan Berat Jenis Agregat Kasar (ASTM C127-88)

Berat Jenis Batu Pecah 5 mm

Percobaan Nomor	1	Ket
Berat batu pecah kering SSD (W1)	965.3	
Berat batu pecah kering SSD dalam air (W2)	593	
Berat batu pecah kering oven (W3)	909.8	
Berat jenis Curah = W3/(W1-W2)	2.44	
Berat jenis SSD = W1/(W1-W2)	2.59	OK !
Berat jenis Semu = W3/(W3-W2)	2.87	
Absorpsi = [(W1-W3)/W3] x 100%	6.10	Tidak OK !
Kadar Air = [(1000-W3)/1000] x 100%	9.02	Tidak OK !
Syarat ASTM :		
Berat jenis SSD = 2,5 \geq	gram/cm ³	
Absorpsi \leq	1,5 %	
Kadar Air = \leq	1,5 %	

Berat Jenis Batu Pecah 10 mm

Percobaan Nomor	1	Ket
Berat batu pecah kering SSD (W1)	1027.4	
Berat batu pecah kering SSD dalam air (W2)	627	
Berat batu pecah kering oven (W3)	990.3	
Berat jenis Curah = $W3/(W1-W2)$	2.47	
Berat jenis SSD = $W1/(W1-W2)$	2.57	OK !
Berat jenis Semu = $W3/(W3-W2)$	2.73	
Absorpsi = $[(W1-W3)/W3] \times 100\%$	3.75	Tidak OK !
Kadar Air = $[(1000-W3)/1000] \times 100\%$	0.97	OK !
Syarat ASTM :		
Berat jenis SSD = 2,5	\geq	gram/cm ³
Absorpsi	\leq	1,5 %
Kadar Air =	\leq	1,5 %

Berat Jenis Batu Pecah 20 mm

Percobaan Nomor	1	Ket
Berat batu pecah kering SSD (W1)	977.6	
Berat batu pecah kering SSD dalam air (W2)	609	
Berat batu pecah kering oven (W3)	954.8	
Berat jenis Curah = $W3/(W1-W2)$	2.59	
Berat jenis SSD = $W1/(W1-W2)$	2.65	OK !
Berat jenis Semu = $W3/(W3-W2)$	2.76	
Absorpsi = $[(W1-W3)/W3] \times 100\%$	2.39	Tidak OK !
Kadar Air = $[(1000-W3)/1000] \times 100\%$	4.52	Tidak OK !
Syarat ASTM :		
Berat jenis SSD = 2,5	\geq	gram/cm ³
Absorpsi	\leq	1,5 %
Kadar Air =	\leq	1,5 %

4. Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisa Saringan Agregat Kasar 5 mm

NO	Nomor Saringan	Berat Saringan	B.Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	Kum B.Tertahan	% Kumulatif	
						Tertahan	Lolos
1	# 3/2" (38.10)	483.1	483.1	0	0	0	100
2	# 3/4" (19.10)	511	511.1	0.1	0.1	0.01	99.99
3	# 3/8" (9.55)	427.6	431.2	3.6	3.7	0.37	99.63
4	No.4 (4.75)	412.5	633.4	220.9	224.6	22.47	77.53
5	No.8 (2.36)	320.7	1020	699.3	923.9	92.45	7.55
6	No.16 (1.18)	316.1	345.4	29.3	953.2	95.38	4.62
7	No.30 (0.60)	308.1	313.1	5	958.2	95.88	4.12

NO	Nomor Saringan	Berat Saringan	B.Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	Kum B.Tertahan	% Kumulatif	
						Tertahan	Lolos
8	No.40 (0.30)	302.2	303.8	1.6	959.8	96.04	3.96
9	No.100 (0.15)	292	302.1	10.1	969.9	97.05	2.95
10	No.200(0.075)	278.9	283.2	4.3	974.2	97.48	2.52
11	Pan	463.5	488.7	25.2	999.4	100.00	0
Jumlah						697.12	
Zone Gradasi : lihat kurva gradasi agregat kasar 4,75-10					Syarat ASTM : Modulus kehalusan batu pecah = 7,49-9,55		
Syarat ASTM : Zone AK max 20mm							
Modulus Kehalusan = (Jlh % Kum. Tertahan)/100 = 6,97							

Analisa Saringan Agregat Kasar 10 mm

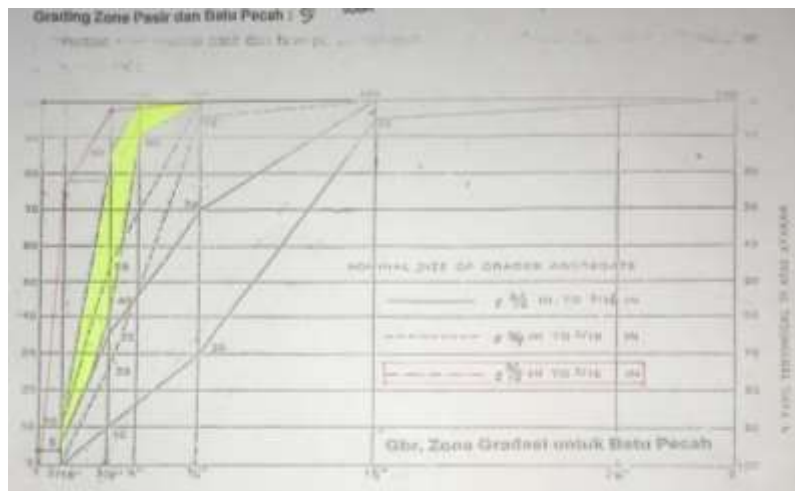
NO	Nomor Saringan	Berat Saringan	B.Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	Kum B.Tertahan	% Kumulatif	
						Tertahan	Lolos
1	# 3/2" (38.10)	483.1	483.1	0	0	0	100
2	# 3/4" (19.10)	511	511	0	0	0.00	100.00
3	# 3/8" (9.55)	427.6	1269.5	841.9	841.9	84.21	15.79
4	No.4 (4.75)	412.5	562.8	150.3	992.2	99.24	0.76
5	No.8 (2.36)	320.7	327.8	7.1	999.3	99.95	0.05
6	No.16 (1.18)	316.1	316.1	0	999.3	99.95	0.05
7	No.30 (0.60)	308.1	308.1	0	999.3	99.95	0.05
8	No.40 (0.30)	302.2	302.2	0	999.3	99.95	0.05
9	No.100 (0.15)	292	292.1	0.1	999.4	99.96	0.04
10	No.200(0.075)	278.9	278.9	0	999.4	99.96	0.04
11	Pan	463.5	463.9	0.4	999.8	100.00	0
Jumlah						883.17	
Zone Gradasi : lihat kurva gradasi agregat kasar 4,75-20					Syarat ASTM : Modulus kehalusan batu pecah = 7,49-9,55		
Syarat ASTM : Zone AK max 20mm							
Modulus Kehalusan = (Jlh % Kum. Tertahan)/100 = 8,83							

Berat Benda uji batu pecah = 1000 gram

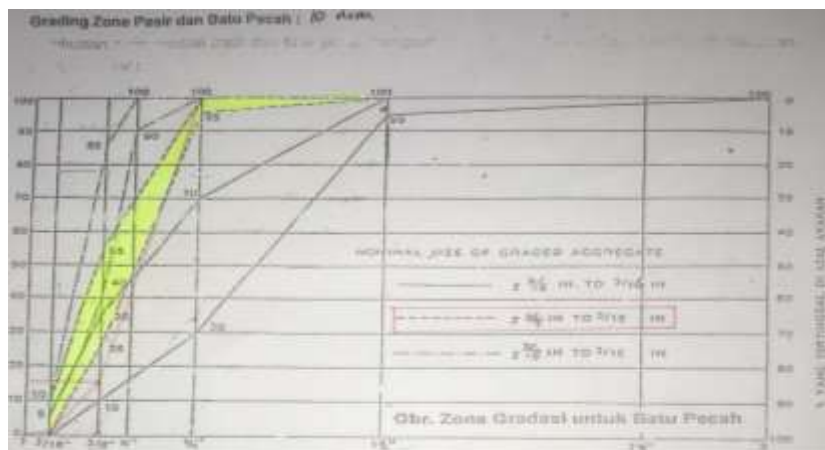
NO	Nomor Saringan	Berat Saringan	B.Saringan + Tertahan	Berat Tertahan	Kum B.Tertahan	% Kumulatif	
						Tertahan	Lolos
1	# 3/2" (38.10)	483.1	483.1	0	0	0	100
2	# 3/4" (19.10)	511	955.3	444.3	444.3	44.44	55.56
3	# 3/8" (9.55)	427.6	970.6	543	987.3	98.76	1.24
4	No.4 (4.75)	412.5	414.2	1.7	989	98.93	1.07
5	No.8 (2.36)	320.7	320.8	0.1	989.1	98.94	1.06
6	No.16 (1.18)	316.1	316.3	0.2	989.3	98.96	1.04
7	No.30 (0.60)	308.1	308.5	0.4	989.7	99.00	1.00
8	No.40 (0.30)	302.2	302.4	0.2	989.9	99.02	0.98
9	No.100 (0.15)	292	294.8	2.8	992.7	99.30	0.70
10	No.200(0.075)	278.9	281.6	2.7	995.4	99.57	0.43
11	Pan	463.5	467.8	4.3	999.7	100.00	0
Jumlah						936.92	
Zone Gradasi : lihat kurva gradasi agregat kasar 4,75-38					Syarat ASTM : Modulus kehalusan batu pecah = 7,49-9,55		
Syarat ASTM : Zone AK max 20mm							
Modulus Kehalusan = (Jlh % Kum. Tertahan)/100 = 9,37							

5. Kurva Gradasi Agregat Kasar

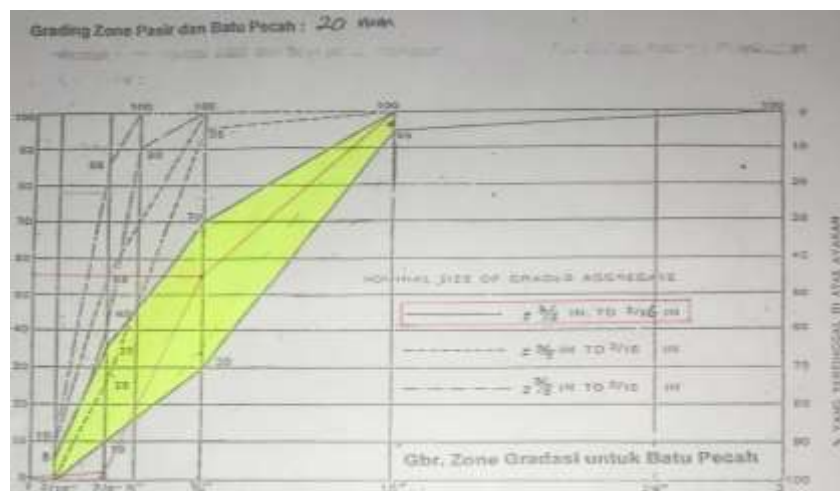
Gambar LI.1 kurva gradasi agregat kasar 5 mm



Gambar LI.2 Kurva Gradasi Agregat Kasar 10 mm



Gambar LI.3 Kurva Gradasi Agregat Kasar 20 mm



LAMPIRAN II

Dokumentasi Penelitian



Gambar LII.1 Penimbangan Material Beton Non Pasir



Gambar LII.2 Penyiapan Silinder Beton Non Pasir Yang Diolesi Minyak Pelumas



Gambar LII.3 Proses Pencampuran Dan Penuangan Campuran Ke Silinder



Gambar LII.4. Proses Perawatan Beton Non Pasir



Gambar LII.5 Penimbangan Beton Non Pasir



Gambar LII.6 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir



Gambar LII.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir
Populasi I



Gambar LII.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II



Gambar LII.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi 3



Gambar LII.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi 4



UNIVERSITAS MERDEKA MALANG FAKULTAS TEKNIK

Status : Program Studi Teknik Sipil - Terakreditasi Program Studi Teknik Industri - Terakreditasi
Program Studi Teknik Mesin - Terakreditasi Program Studi Teknik Elektro - Terakreditasi
Program Studi Arsitektur - Terakreditasi

Jl. Taman Agung No.1 Malang, 65146 Telp./Fak. : (0341) 500838 / 508395 Pox. 658

<https://ft.ummer.ac.id> ft@ummer.ac.id

SURAT KETERANGAN PEMERIKSAAN KEMIRIPAN

No. 822/PSTS / FT / UM / VI / 2023

Tim pemeriksa kemiripan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang menerangkan bahwa telah selesai melakukan pemeriksaan kemiripan dengan membandingkan dari berbagai sumber menggunakan perangkat lunak Turnitin, terhadap karya ilmiah :

Nama : Paskalis Jemada
NIM : 18041000084
Jenis Karya Ilmiah : Naskah Tugas Akhir
Judul : Pengaruh Ukuran Agregat Kasar dan Kadar Filler Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Non Pasir
Hasil cek kemiripan : 18%

NO	PRIMARY SOURCE	PERCENTAGE
1	Submitted to universitas merdeka malang	14%
2	Text-id.123dok.com	1%
3	Repository.uir.ac.id	1%
4	Docplayer.info	1%
5	Stt-pln.e-journal.id	1%
6	Repository.narotama.ac.id	1%
7	Jurnal.uns.ac.id	1%

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Mengetahui;
A.n. Dekan
Ka. Prodi

Ir. Rizki Prasetya, ST., MT
NIP. 968/FT

Malang, 12 Juni 2023
Petugas,

Zaid Dzulkarnain Z., ST., MT.
NIP. 1075/YPTM



KAN
Kantor Akreditasi Nasional
L.S.N.N.I-064-1197





UNIVERSITAS MERDEKA MALANG

FAKULTAS TEKNIK

Status : Program Studi Teknik Sipil - Terakreditasi Program Studi Teknik Industri - Terakreditasi
Program Studi Teknik Mesin - Terakreditasi Program Studi Teknik Elektro - Terakreditasi
Program Studi Arsitektur - Terakreditasi

JL. Taman Agung No. 1 Malang, 65146 Telp./Fax. : (0341) 560836 / 568395 Pes. 658

<https://ft.unmer.ac.id> ft@unmer.ac.id

*) Dilampiri hasil cek similarity Turnitin

TA_18041000084

ORIGINALITY REPORT

18% SIMILARITY INDEX
5% INTERNET SOURCES
4% PUBLICATIONS
14% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Merdeka Malang <small>Student Paper</small>	14%
2	text-id.123dok.com <small>Internet Source</small>	1%
3	repository.uir.ac.id <small>Internet Source</small>	1%
4	docplayer.info <small>Internet Source</small>	1%
5	stt-pln.e-journal.id <small>Internet Source</small>	1%
6	repository.narotama.ac.id <small>Internet Source</small>	1%
7	jurnal.uns.ac.id <small>Internet Source</small>	1%



KAN
Komite Akreditasi Nasional
LSSM-064-IDN



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Paskalis Jemada

NIM : 18041000084

Tanda Tangan



Tanggal : 14 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER
KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

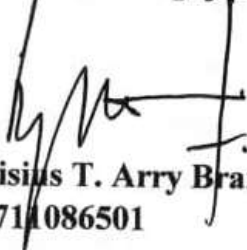
PASKALIS JEMADA

18041000084

Telah Dipertahankan di Dewan Penguji Pada, 24 Februari 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1



**(Ir. Dionisius T. Arry Bramantoro, M.T.)
NIDN. 0711086501**

Dosen Penguji 2



**(Dr. Ninik Catur E.Y., S.T., M.T.)
NIDN. 0004097002**

Dosen Saksi



**(Adi Sunarwan, S.T., M.T.)
NIDN. 002086901**

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik.

Malang, 24 Februari 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**(Prof. Ir. Agus Suprpto, M.Sc., Ph.D., IPM.)
NIDN. 0707095801**

UNGKAPAN TERIMAH KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Ukuran Agregat Kasar dan Kadar Filler Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Non Pasir”.

Tujuan penulisan tugas akhir ini sebagai syarat untuk memenuhi kelulusan bagi mahasiswa program strata-1 (S1) di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Agus Suprpto, MSc., PhD., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang
2. Bapak Ir. Dionisius TAB., MT selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, motivasi dan gagasan mengenai materi penelitian, serta mengarahkan metode penulisan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Bambang Tri Laksono, MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing serta memberikan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT. selaku ketua program studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
6. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. selaku sekretaris program studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
7. Kedua orang tua dan segenap keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi serta kasih sayang dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-Teman Penelitian (Fani, Largus, Revor, Aldo, Kevin, Sinyo, Randi, Edo, Diki, Niko, Naldo) serta adik-adik tingkat yang sama-sama menyelesaikan tugas akhir di laboratorium beton terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.

9. UKM-K St.Ignatiusloyola yang menjadi tempat untuk penulis bertumbuh dalam iman selama ini.

Dengan penuh kesadaran, penulis menyadari bahwa dalam menyusun tugas akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangan sehingga penulis berharap adanya kritikan dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Malang, 14 Juni 2023

Penyusun

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paskalis Jemada
NIM : 18041000084
Jenis Tugas Akhir : Penelitian

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER KACA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR

Berdasarkan perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada tanggal : 14 Juni 2023

Yang menyatakan


(Paskalis Jemada)

PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN KADAR FILLER KACA
TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR

Paskalis Jemada

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang dengan peningkatan pembangunan di setiap wilayah. Akibat dari meningkatnya pembangunan tersebut, kebutuhan akan bahan konstruksi semakin meningkat salah satunya beton. Beton mengalami inovasi-inovasi terbaru seperti beton non pasir. Kekuatan beton non pasir sangat dipengaruhi oleh kadar filler dan jenis ukuran agregatnya. Dalam hal ini filler serbuk kaca bisa dimanfaatkan sebagai bahan penyusun beton non pasir yang bertujuan untuk mengisi rongga-rongga yang ditinggalkan oleh pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran agregat kasar dan kadar filler kaca terhadap kuat tekan beton non pasir.

Penelitian ini menggunakan variasi ukuran agregat kasar 5mm, 10mm, 20mm dan menggunakan filler kaca 10%, 15% dan 20%. Dalam penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dengan umur beton 28 hari untuk melakukan uji kuat tekan.

Beton dengan nilai kuat tekan tertinggi dicapai pada beton non pasir dengan kadar filler kaca 20% dengan nilai kuat tekan 26,61 Mpa dan menggunakan agregat kasar 5 mm. sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada beton normal dengan nilai kuat tekan 10,47 Mpa dan menggunakan agregat kasar 5 mm, fas 0,5 dan AC 2:1. peningkatan kuat tekan antara beton non pasir dengan beton normal adalah 32,28 Mpa.

Kata Kunci : Beton Non Pasir, Kaca, Ukuran Agregat, Kuat Tekan.

EFFECT OF COARSE AGGREGATE SIZE AND GLASS FILLER
CONTENT ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF NON-SAND
CONCRETE

Paskalis Jemada

ABSTRACT

Indonesia is a developing country with increased development in every region. As a result of the increased development, the need for construction materials is increasing, one of which is concrete. Concrete is experiencing the latest innovations such as non-sand concrete. The strength of non-sand concrete is greatly influenced by the filler content and the type of aggregate size. In this case, glass powder filler can be used as a non-sand concrete constituent material which aims to fill the voids left by sand. This study aims to determine the effect of coarse aggregate size and glass filler content on the compressive strength of non-sand concrete.

This study used variations in the size of coarse aggregate 5mm, 10mm, 20mm and used 10%, 15% and 20% glass filler. In this study using a cylindrical specimen with a size of 15 x 30 cm with a concrete age of 28 days to perform a compressive strength test.

Concrete with the highest compressive strength value was achieved in non-sand concrete with 20% glass filler content with a compressive strength value of 26.61 MPa and using 5 mm coarse aggregate. while the lowest compressive strength is found in normal concrete with a compressive strength value of 10.47 MPa and using 5 mm coarse aggregate, fas 0.5 and AC 2:1. the increase in compressive strength between non-sand concrete and normal concrete is 32.28 MPa.

Keywords: Non-sand Concrete, Glass, Aggregate Size, Compressive Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UNGKAPAN TERIMAH KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.1. Penelitian Oleh Much. Julio Purnomo dkk (2019).....	5
2.1.2. Penelitian Lain Oleh Handi Yohanes Karwur dkk (2013)	5
2.2. Teori Beton.....	5
2.2.1. Pengertian Beton	5
2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	6
2.3. Filler	6

2.4.	Beton Non Pasir.....	7
2.4.1.	Pengertian Beton Non Pasir	7
2.4.2.	Kelebihan dan Kekurangan Beton Non Pasir.....	8
2.4.3.	Bahan Penyusun Beton Non Pasir.....	8
2.4.4.	Perencanaan Campuran Beton Non Pasir.....	12
2.5.	Kuat Tekan Beton.....	13
2.6.	Mekanisme Keruntuhan	14
BAB III.....		15
METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1.	Program Penelitian	15
3.2.	Bahan dan Peralatan	16
3.2.1.	Bahan.....	16
3.2.2.	Peralatan	18
3.3.	Benda Uji.....	20
3.3.1.	Perencanaan campuran benda uji beton non pasir.....	20
3.3.2.	Detail Benda Uji.....	23
3.4.	Pembuatan Benda Uji.....	25
3.4.1.	Tahap Persiapan	25
3.4.2.	Tahap Pengujian Bahan Utama Beton Non Pasir.....	25
3.4.3.	Rencana Campuran Beton Non Pasir	25
3.4.4.	Tahap Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir	26
3.4.5.	Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir.....	26
3.4.6.	Analisa Data	27
3.4.7.	Diagram Alir Penelitian.....	28

BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Deskripsi Umum.....	29
4.2. Pengujian Material	29
4.2.1. Pengujian Agregat Kasar.....	30
4.2.2. Pengujian Berat Isi Semen	31
4.3. Kebutuhan Material.....	31
4.3.1. Perhitungan kebutuhan material untuk 1 cetakan beton.....	31
4.3.2. Perhitungan Kebutuhan Material Untuk Populasi I (Beton Normal).....	31
4.3.3. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi II.....	33
4.3.4. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi III	34
4.3.5. Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Untuk Populasi IV	36
4.4. Proses Pembuatan Benda Uji Beton Non Pasir	38
4.5. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	42
4.6. Mekanisme Keruntuhan	42
4.6.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	43
4.6.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi II.....	45
4.6.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi III.....	46
4.6.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Untuk Populasi IV	48
4.6.5. Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV.....	49
4.6.6. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca.....	51
4.6.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV	52
4.7. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53

4.8.	Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54
4.9.	Hubungan Hasil Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	55
4.10.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	56
	BAB V.....	57
	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1.	Kesimpulan	57
5.2.	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ilustrasi Uji Kuat Tekan Beton.....	13
Gambar 2. 2 Mekanisme Keruntuhan	14
Gambar 3. 1 Portland Cement Type 1.....	16
Gambar 3. 2 fly Ash.....	16
Gambar 3. 3 Filer Material Kaca.....	17
Gambar 3. 4 Agregat Kasar.....	17
Gambar 3. 5 Air.....	17
Gambar 3. 6 <i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	18
Gambar 3. 7 Timbangan digital	18
Gambar 3. 8 Cetakan beton	18
Gambar 3. 9 Timbangan triple beam.....	19
Gambar 3. 10 Saringan.....	19
Gambar 3. 11 Mesin molen	19
Gambar 3. 12 Wadah penyimpan campuran	19
Gambar 4. 1 Menimbang Material Agregat Kasar, Semen, Filler Kaca, Air Dan Fly Ash.....	38
Gambar 4. 2 Menyiapkan Cetakan Silinder	39
Gambar 4. 3 Menuangkan Material Beton Kedalam Mesin Molen	39
Gambar 4. 4 Menuangkan Campuran Beton Ke Wadah.....	39
Gambar 4. 5 Masukkan Campuran Beton Kedalam Silinder	40
Gambar 4. 6 Peroses Pemadatan Campuran Beton Didalam Silinder.....	40
Gambar 4. 7 Ratakan Permukaan Silinder Dengan Cetokan	40
Gambar 4. 8 Diamkan Silinder Beton Selama 1 Hari	41
Gambar 4. 9 Proses Pembongkaran Cetakan Silinder.....	41
Gambar 4. 10 Proses Perawatan Silinder Beton.....	41
Gambar 4. 11 Proses Mengeluarkan Benda Uji Dari Bak Perendaman.....	42
Gambar 4. 12 perletakkan Benda Uji Silinder Beton Pada CTM	42
Gambar 4. 13 Mekanisme Keruntuhan	43
Gambar 4. 14 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Non Pasir Populasi I Normal..	44
Gambar 4. 15 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II	46

Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III	47
Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV	49
Gambar 4. 18 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	50
Gambar 4. 19 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	51
Gambar 4. 20 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Antara Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca.....	52
Gambar 4. 21 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Beton Non Pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53
Gambar 4. 22 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Agregat Kasar	30
Tabel 4. 2 Pengujian Berat Isi Semen	31
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material beton non pasir populasi 1 Per 1 m ³	32
Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 5mm).....	32
Tabel 4. 5 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 10 mm).....	32
Tabel 4. 6 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, AC 2:1 dan GB 20 mm).....	32
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material beton non pasir populasi II Per 1 m ³	33
Tabel 4. 8 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II	33
Tabel 4. 9 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 5 mm)	34
Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 5 mm)	34
Tabel 4. 11 Kebutuhan Material beton non pasir populasi III Per 1 m ³	35
Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 10 mm)	35
Tabel 4. 13 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III	35
Tabel 4. 14 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 10 mm)	36
Tabel 4. 15 Kebutuhan Material beton non pasir populasi IV Per 1 m ³	36
Tabel 4. 16 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 10%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	36
Tabel 4. 17 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 15%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	37
Tabel 4. 18 Perhitungan Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder (FAS 0,5, KF 20%, AC 2:1 dan GB 20 mm)	38
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	44
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi 2	45
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III	47

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV	48
Tabel 4. 23 Perbandingan Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca	49
Tabel 4. 24 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara II, III, IV dengan Menggunakan Filler Kaca	51
Tabel 4. 25 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Untuk Antara Setiap Populasi I, II, III dan IV dengan Menggunakan Filler Kaca	52
Tabel 4. 26 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi beton non pasir Antara Variabel FAS, KF dan AC dengan Menggunakan Filler Kaca.....	53
Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Antara Setiap Filler Kuarsa, Batu Apung, Kaca dan Keramik	54
Tabel 4. 28 Hasil Penelitian Terdahulu	55
Tabel 4. 29 Hasil Penelitian Sat Ini.....	55