

PAPER NAME

ZUBAIDI MAHRAZ 2.docx

AUTHOR

ZUBAIDI MAHRAZ

WORD COUNT

10684 Words

CHARACTER COUNT

59086 Characters

PAGE COUNT

69 Pages

FILE SIZE

1.9MB

SUBMISSION DATE

Aug 29, 2022 10:39 AM GMT+8

REPORT DATE

Aug 29, 2022 10:42 AM GMT+8

● 41% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 40% Internet database
- 11% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 27% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GENTENG SEBAGAI CAMPURAN
AGREGAT KASAR PADA BETON NORMAL**

1 **Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram**



DISUSUN OLEH :

ZUBAIDI MAHRAZ

417110135

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

2022

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Bahan-bahan ini diperoleh dengan mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (kadang-kadang dengan bahan tambahan yang sangat bervariasi berupa bahan tambahan kimia, serat, mineral, dan limbah non-kimia) dalam proporsi tertentu. Beton adalah campuran semen portland, agregat, dan air yang dapat ditambahkan berbagai bahan tambahan dalam proporsi tertentu, mulai dari bahan tambahan kimia dan non kimia hingga bahan bangunan non kimia. (Tjokrodimuljo, 2007).

Bahan tambah adalah zat selain komponen utama beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan ke dalam campuran beton sebelum, segera, setelah, atau selama pencampuran campuran beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat beton ketika masih segar atau setelah mengeras. Mempercepat pengerasan, meningkatkan mortar, meningkatkan kuat tekan, meningkatkan daktilitas, mengurangi kerapuhan, mengurangi retak pengerasan. (Tjokrodimuljo, 2007).

Saat membangun rumah, dibutuhkan atap untuk melindunginya. Pelindung adalah bagian penting yang melindungi isi rumah Anda dari hujan dan cuaca panas. Dua jenis bahan bangunan kanopi yang digunakan di Indonesia: bata dan dak (atap besi cor). Dua bahan bangunan untuk atap pelindung yang banyak diminati masyarakat adalah genteng.

Di sisi lain, di kawasan Sandubaya kota Mataram, hampir setiap bulan ada sejumlah besar genteng bekas yang dibuang ke luar kota Mataram tanpa digunakan. Ini digunakan sebagai timbunan sampah rumah tangga umum untuk meningkatkan nilai ekonomi sampah. Ada berbagai jenis genteng seperti genteng tanah liat, genteng logam, genteng keramik, genteng seng, genteng kaca, genteng beton. Ada banyak jenis genteng, tetapi genteng yang paling umum digunakan terbuat dari tanah liat yang keras. Batu bata tanah liat relatif murah, mudah dibuat, dan tahan terhadap berbagai kondisi cuaca.

Dengan perkembangan batu bata yang semakin canggih, berbagai jenis dan kegunaan telah ditawarkan sebagai pelindung atap, dan ada variasi batu bata dengan bahan dan bentuk yang dimodifikasi.

Berdasarkan uraian tersebut, dalam penelitian ini penulis mencoba memanfaatkan limbah batu bata tanah liat sebagai pengganti agregat kasar atau batu pecah dalam pembuatan campuran beton. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium uji beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang di atas, beberapa masalah dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan Limbah Genteng sebagai bahan tambah beton terhadap nilai slump ?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan Limbah Genteng sebagai bahan tambah beton normal sifat yang ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser ?

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah di atas, maka tujuan yang dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan Limbah Genteng sebagai bahan tambah beton terhadap nilai slump.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan Limbah Genteng sebagai bahan tambah beton normal sifat yang ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dengan memberikan informasi mengenai dampak limbah genteng sebagai agregat kasar dalam campuran beton dan jumlah optimal yang diperbolehkan.

1.5 Batasan Masalah

- 1) Benda uji berbentuk silinder dengan diameter (150 x 300) mm.
- 2) Limbah genteng tanah liat yang di gunakan ialah limbah genteng yang di dapat di bongkaran bangunan di Mataram.
- 3) Kuat tekan ($f'c$) rencana yang dipakai adalah 20 MPa untuk beton normal.
- 4) Jenis pengujian yang akan dilakukan yaitu uji tekan, dan uji geser.
- 5) Pengujian dilakukan setelah beton berumur 7 hari dan di konversi ke 28 hari.
- 6) Variasi campuran limbah genteng yang digunakan ialah 0%, 25%, 50%, 75% 100%. Jumlah benda uji setiap pengujian adalah 3/variasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Bahan-bahan ini diperoleh dengan mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (kadang-kadang dengan bahan tambahan yang sangat bervariasi berupa bahan tambahan kimia, serat, mineral, dan limbah non-kimia) dalam proporsi tertentu. Beton adalah campuran semen portland, agregat, dan air yang dapat ditambahkan berbagai bahan tambahan dalam proporsi tertentu, mulai dari bahan tambahan kimia hingga bahan bangunan non kimia. (Tjokrodinuljo, 2007).

Fathurahman dan Wibowo (2000), Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan beton setelah 28 hari menggunakan agregat kasar 100% berbahan genteng socca adalah 326,976 kg/cm² (lebih dari 170 kg/cm²), dengan kesimpulan kuat tekan optimal yang terjadi pada penggunaan 75%. 338.070 kg/cm² kerikil kasar dan 25% bagian genteng "socca".

Dalam penelitian yang dilakukan Hartono dan Yuliandry (2000), Kuat tekan beton agregat kasar genteng Godine yang mengandung abu sekam padi hingga 10% mencapai 16,123 MPa, dan mengalami peningkatan kuat tekan 25,286% dibandingkan dengan beton tanpa abu sekam padi sebesar 12,868 MPa.

Pada penelitian Mersyanti (2007) ingin tahu bagaimana kualitas beton K-175 akan meningkat dengan penambahan pecahan ubin keramik. Variasi jumlah limbah ubin yang ditambahkan adalah 0-40% dari berat agregat kasar. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan campuran normal adalah 210,3019 kg/cm², yang sesuai dengan sifat desain beton K-175. Kuat tekan campuran beton limbah ubin

keramik adalah 148,1169 kg/cm², yang tidak sesuai dengan sifat desain beton K-175.

Penelitian yang dilakukan Warsiti (2011) berjudul “Pengaruh Pemakaian Limbah Genteng Beton Terhadap Mutu Beton Sedang”, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan ubin pecah terhadap agregat kasar agar tidak menurunkan mutu kuat tekan beton, dan untuk mengetahui hubungannya dengan perbandingan ubin beton pecah yang digunakan sebagai pengganti agregat ubin beton kasar. ada. Mengevaluasi mutu beton yang diperoleh dan pengaruh kekerasan pecahan bata beton terhadap kuat tekan beton. Variasi penambahan pelat beton adalah 0, 10, 20, 30, 40, dan 50 persen berat agregat kasar. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton berumur 28 hari. Secara umum hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi bata beton yang digunakan maka semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Proporsi potongan ubin yang tidak mempengaruhi kuat tekan beton adalah 20% dari berat agregat kasar dalam campuran beton.

Pada penelitian Soemantoro (2000) yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar Pada Beton” ingin mempelajari sifat-sifat beton menggunakan 25, 50, 75, dan 100 persen berat agregat kasar dari ubin limbah, termasuk kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan pengujian abrasi beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan campuran limbah genteng sebagai pengganti agregat kasar mengurangnya pada tingkat titik tertentu. Pada tingkat limbah ubin keramik 50% dari total berat agregat kasar, kuat tekannya adalah 232,73 kg/cm² kemudian turun menjadi 222,52 kg/cm² hingga mencapai 75%.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Beton

Beton adalah campuran dari semen *portland*, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan.. Susilo (2016) menyatakan bahwa Beton merupakan bahan utama yang

digunakan dalam konstruksi bangunan. Bahan pembentuk beton dicampur ke dalam campuran plastik dengan komposisi tertentu, dituangkan ke dalam cetakan dan dibentuk sesuai kebutuhan. Campuran beton mengeras dengan usia jika campuran mengeras dalam jangka waktu yang lama karena reaksi kimia semen dan air.

Beton dibuat dengan mencampurkan material batu yang direkatkan dengan semen. Agregat penyusun beton umumnya dibagi menjadi agregat kasar (kerikil/batu pecah) dan agregat halus (pasir). Agregat halus dan kasar disebut agregat campuran dan merupakan komponen utama beton. Penggunaan agregat dalam campuran beton biasanya berjumlah 70-75% dari semua beton.

Komponen beton dapat dibagi menjadi dua kelompok: bahan aktif dan bahan pasif. Komponen aktifnya adalah semen dan air, komponen pasifnya adalah pasir dan kerikil. Tjokrodinuljo (1996) menyatakan bahwa Sekelompok bahan pasif disebut pengisi dan bahan aktif disebut perekat/pengikat.

Beton memiliki kelebihan dibanding material lain, diantaranya:

1. Beton memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan korosi dan runtuh, dan tahan api.
2. Harga relatif murah karena menggunakan bahan dasar dalam negeri kecuali semen portland.
3. Beton siap pakai dapat dengan mudah diangkut dan dituangkan ke dalam bentuk yang diinginkan.
4. Dapat digunakan untuk struktur berat dengan mencapai kuat tekan yang tinggi dalam kombinasi dengan rebar.
3. Dapat disemprotkan ke permukaan beton tua yang retak atau dituangkan ke dalam bekisting beton selama perbaikan, sehingga memungkinkan untuk dituangkan ke tempat-tempat yang sulit diatur posisinya.
2. Biaya perawatan beton relatif rendah karena beton tahan aus dan tahan api.

7. Beton siap pakai dapat dipompa untuk menuangkan beton di area yang sulit.

Adapun kekurangan beton adalah sebagai berikut

1. Beton rentan retak karena kuat tariknya yang lemah.
2. Beton segar menyusut saat mengering dan beton basah mengembang.
3. Beton keras mengeras dan menyusut dengan perubahan suhu.
4. Karena beton sulit untuk kedap air sepenuhnya, air akan selalu meresap dan air asin dapat merusak tulangan beton.
5. Beton bersifat getas, sehingga diperlukan perhitungan yang baik agar beton menjadi ulet setelah disambung dengan tulangan.

2.2.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya) serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

1) Agregat

Agregat adalah partikel mineral yang bertindak sebagai pengisi dalam mortar atau campuran beton. Sekitar 70% dari volume beton diisi dengan agregat. Pemilihan agregat merupakan bagian penting dari produksi beton, karena memiliki pengaruh besar pada sifat mortar dan beton. (Tjokrodinuljo, 1996). Agregat ini harus digradasi sehingga agregat yang lebih kecil bertindak sebagai bahan pengisi antara agregat yang lebih besar dan massa beton keseluruhan bertindak sebagai massa yang homogen dan padat secara keseluruhan.

a. Agregat Halus

Agregat halus menurut SNI 03-2847-2013 adalah pasir alam yang dihasilkan dari peluruhan "alami" batuan atau pasir dari industri penggalian dan memiliki ukuran butir 5,0

mm. Pasir¹⁸ dalam campuran beton sangat penting untuk workability, kekuatan dan durabilitas⁴ beton yang dihasilkan. Kualitas pasir harus dikontrol untuk hasil beton yang seragam. Oleh karena itu, sebagai agregat halus, pasir harus memenuhi kadar dan persyaratan yang ditentukan.⁸ Menurut Tjokrodimuljo (2009), Agregat halus (pasir) adalah batuan dengan ukuran butir antara 0,15-5 mm. Agregat halus dapat ditambang dari tanah, dasar sungai, atau pantai.

Menurut PBI (1971), Syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut.

a) Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras serta tahan retak atau pecah walaupun dalam cuaca panas atau hujan.

² b) Agregat halus tidak boleh mengandung lebih dari 5% lumpur dari agregat kering. Jika kadar lumpur melebihi 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.

c) Agregat halus tidak boleh terlalu banyak mengandung bahan organik. Hal ini dapat ditunjukkan dengan bereksperimen dengan warna header Abrams menggunakan larutan NaOH.

d) Agregat halus terdiri dari partikel-partikel dengan berbagai ukuran⁸¹ dan apabila diayak dengan susunan saringan yang ditentukan, syarat-syarat berikut harus dipenuhi:

⁸ ❖ Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.

❖ Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.

❖ Sisa di atas ayakan 0,25 mm harus bekisar antara 80-90% berat.

Pasir sebagai agregat halus harus memenuhi kadar dan persyaratan yang ditentukan. Batas gradasi partikel halus dapat dinyatakan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan 4 (mm)	Persen Berat Butir Yang Lolos Ayakan			
	Pasir Kasar	Pasir Agak Kasar	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-90	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber: Tjokrodimuljo, 2012)

b. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar adalah kerikil hasil pemecahan batuan secara alami atau berupa batu pecah dari industri batu pecah, dengan ukuran butir antara 5 sampai 40 mm. Distribusi ukuran agregat kasar diklasifikasikan dalam Tabel Batas Kadar Agregat Kasar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Klasifikasi gradasi agregat kasar

Lubang Ayakan (mm)	3 Persen Berat Butir Yang Lolos Ayakan	
	Besar Butir Maksimum 40 mm	Berat Butir Minimum 20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

(Sumber: Tjokrodimuljo, 2012)

2) Semen

Semen portland disebut semen hidrolis karena kemampuannya mengikat atau bereaksi dengan air dan mengeras dalam air. Semen, yang digunakan untuk mengikat partikel agregat bersama-sama, juga digunakan untuk mengisi rongga antara agregat, membuat sekitar 10% dari volume beton, tetapi membentuk massa keras. (Jokrodinuljo, 1996).

Komponen-komponen yang terdapat pada *portland cement* adalah kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), oksida besi (Fe₂O₃), magnesium (MgO), sulfur (SO₃), dan soda/potash (Na₂+K₂O). Namun, terdapat 4 unsur paling penting yang terkandung dalam *portland cement*, yaitu:

a) Trikalsium Silikat (C3S) atau 3CaO.SiO₂.

Ini memiliki sifat yang hampir sama dengan semen, dan ketika air ditambahkan, itu mengeras dan pasta mengeras dalam beberapa jam. C3S mendukung kekuatan awal semen dan menghasilkan sekitar 58 kalori/gram panas hidrasi setelah 3 hari.

b) Dikalsium Silikat (C2S) atau 2CaO.SiO₂.

12 kkal/g dengan air ditambahkan setelah reaksi, ketika pasta mengeras dan menghasilkan panas setelah 3 hari. Saat pasta mengeras, pengembangan kekuatannya stabil dan melambat dalam beberapa minggu, mencapai kekuatan tekan akhir yang hampir sebanding dengan C3S.

c) Trikalsium Aluminat (C3A) atau 3CaO.Al₂O₃.

Ketika unsur ini bereaksi dengan air, ia melepaskan panas hidrasi yang tinggi sebesar 212 kalori/gram setelah 3 hari.

Mengembangkan mutu memerlukan satu atau dua hari, tetapi itu sangat kecil.

- d) ²⁵ Tetrakalsium Aluminoforit (C4AF) atau $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$. Unsur ini bereaksi sangat cepat dengan air, membentuk pasta dalam beberapa menit dan menghasilkan 68 kalori panas hidrasi per ² gram. Warna abu-abu semen adalah karena elemen ini. Silikat dan aluminat dalam semen Portland bereaksi dengan air membentuk lem yang mengeras membentuk massa keras. Reaksi yang membentuk media perekat ini disebut hidrasi. Reaksi kimia dalam semen bersifat eksotermis, menghasilkan hingga ² 110 kalori/gram panas. Reaksi eksotermis menciptakan perbedaan suhu yang sangat kuat yang menyebabkan retakan kecil (microcracks) pada mortar.

² Berdasarkan SNI 15-2049-2004, jenis dan penggunaan *portland cement* dibagi menjadi lima kategori, yaitu sebagai berikut:

1. Jenis I, yaitu Semen *portland* serba guna yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis lainnya.
2. Jenis II, yaitu Penggunaan semen *Portland* membutuhkan ketahanan sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III, Semen *portland* membutuhkan ⁴¹ kekuatan tinggi pada tahap awal pengikatan.
4. Jenis IV, Semen *portland* yang membutuhkan kalor hidrasi yang rendah saat digunakan.
5. Jenis V, Semen *portland* yang membutuhkan ketahanan terhadap sulfat.

3) Air

Produksi beton membutuhkan air karena air ¹² bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta pengikat agregat. Air juga mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri, karena kelebihan air

mengurangi kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air menyebabkan pencampuran. Air dan semen naik ke permukaan campuran beton yang baru dituang. Hal ini menyebabkan sambungan antar lapisan beton menjadi terputus dan beton menjadi lebih lemah.

4) ³ Limbah genteng

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan. Misalnya, genteng datang dalam berbagai bentuk. Genteng biasa (bentuk rangka) adalah elemen bangunan yang digunakan sebagai pelapis atap. Genteng yang ditekan dengan hati memiliki keuntungan karena dicetak dengan mesin untuk menciptakan bentuk yang lebih presisi dan mencegah intrusi air hujan. Atau lebih padat dari genteng biasa. Ubin katak yang ditekan atau ubin pyran karang digunakan dalam penelitian ini. Berat rata-rata ubin adalah ³ 1,2 kg/biji, permukaan ubin atau tekstur ubin halus, ubin permeabel (0,2-0,3%), dan mengandung barium dan air. Bahan untuk ubin pasir adalah ¹⁰ tanah liat hitam dan kuning. Daur ulang limbah genteng yang selama ini populer di kalangan pemerintah daerah dapat membantu:

- ❖ ³ Bahan urugan lapangan golf
- ❖ Untuk urugan rumah, jalan sekitar pabrik.
- ❖ Untuk Urugan Rumah Pribadi

⁹ 2.2.3 Faktor Air Semen

Faktor air-semen (FAS) adalah perbandingan berat air dengan berat semen dalam campuran beton. Hubungan antara berat air yang digunakan dan berat semen dapat dirumuskan sebagai Persamaan 2.1.

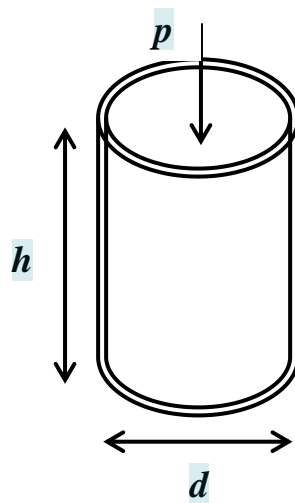
$$FAS = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Semen}} \dots\dots\dots (2-1)$$

¹⁰ Faktor air semen membantu menentukan jumlah semen yang dibutuhkan. Nilai FAS yang lebih tinggi membutuhkan lebih sedikit semen dan nilai FAS yang lebih rendah membutuhkan lebih banyak semen.

2.2.4 Kekuatan Tekan Beton

⁷ Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan suatu beban beton adalah besarnya beban permukaan yang menyebabkan suatu benda uji beton runtuh bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh suatu tekan. tegangan tekan maksimum. ⁸ Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan maksimum (f_c) yang dicapai benda uji setelah 28 hari akibat pembebanan tekan selama pengujian.

Karena beton adalah bahan ⁹ yang heterogen, kekuatannya dipengaruhi oleh rasio pencampuran, bentuk dan ukuran, komposisi komponen beton, rasio dan kepadatan air-semen, dan nilai uji tekanan dari masing-masing benda uji seringkali tergantung pada usia beton, Ini sangat bervariasi tergantung pada jenis dan jumlah semen, jenis beton, agregat, faktor beban, kondisi pengujian, dll. ¹⁷ Gambar sketsa pengujian kuat tekan beton dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sketsa pengujian kuat tekan beton

Berdasarkan pengujian laboratorium, rumus untuk mendapatkan nilai tegangan tekan (f_c) tertinggi adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

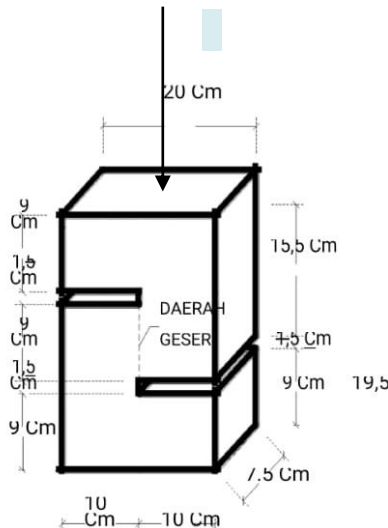
P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang beban uji (mm^2)

2.2.5 Kekuatan Geser Beton

Kuat geser beton merupakan salah satu sifat beton yang diperkeras. Retak terjadi ketika gaya yang diterapkan pada beton melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton. Tegangan geser dibuat oleh gaya gesekan antara satu partikel dengan partikel lainnya. Tegangan geser ini disebut tegangan geser karena gaya geser langsung. Kuat geser harus ditentukan secara eksperimental dibandingkan dengan kekuatan mekanik lainnya karena sulit untuk memisahkan geser dari gaya lain. Kekuatan geser

dalam berbagai studi eksperimental menunjukkan variasi sebesar 20-85% dibandingkan dengan kuat tekan. (Nawy, 1998).¹⁷ Sketsa pengujian kuat geser beton dapat ditunjukkan seperti pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Sketsa pengujian kuat geser beton

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat geser berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut:

$$f_s = \frac{P}{bh} \dots\dots\dots (2-3)$$

dengan :

f_s = ⁷ kuat geser (MPa)

P = beban maksimum (N)

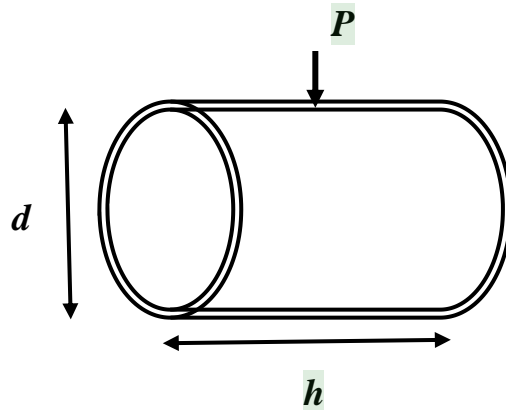
b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

⁴ 2.2.6 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung suatu benda uji beton berbentuk silinder yang disebabkan oleh pembebanan benda uji. Benda uji diletakkan mendatar sejajar

dengan permukaan meja pengujian tekan (SNI 03-2491-2002). Sketsa pengujian kuat tarik belah beton dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sketsa pengujian kuat tarik belah beton

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut:

$$f_t = \frac{2p}{dh} \dots \dots \dots (2-4)$$

dengan :

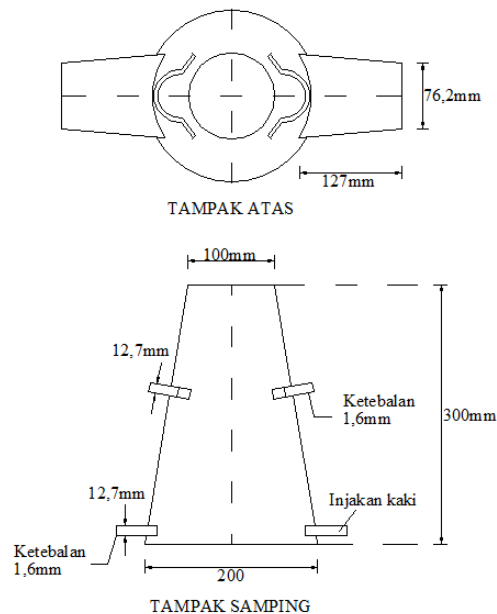
- f_t = kuat tarikbelah beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- h = tinggi silinder (mm)
- d = diameter silinder beton (mm)

2.2.7 Pengujian *Workability* (Slump)

Pengecekan ini dilakukan setelah proses pengadukan berjalan sesuai dengan hasil perencanaan. Salah satu pengujian yang dilakukan pada beton siap pakai adalah uji slump.

Percobaan slump diperkenalkan oleh Chapman di USA (1913) dengan menggunakan alat kerucut terpancung yang berukuran sebagai berikut :

- ❖ Diameter puncak = 100 mm
- ❖ Diameter dasar = 200 mm
- ❖ Tinggi = 300 mm



Gambar 2.4 Sketsa kerucut Abrams

Kehati-hatian harus diperhatikan karena workability dari beton siap pakai sangat dipengaruhi oleh workability. Beton yang memiliki elongasi yang buruk atau mudah kering cenderung menyebabkan pemisahan partikel beton, membuat beton tidak rata dan tidak seragam. Slump test digunakan untuk mengetahui nilai workability beton yang berhubungan dengan kadar air campuran beton.

2.2.8 Perawatan Beton

Perawatan beton adalah tahap akhir dari pekerjaan beton, di mana ia dipadatkan sampai proses hidrasi cukup lengkap (sekitar 28 hari), yang membantu menjaga permukaan beton segar tetap lembab setiap saat. Hal ini diperlukan untuk menjaga kadar air permukaan beton agar kelembaban beton siap pakai tidak merembes keluar. Hal

ini untuk memastikan proses hidrasi semen (reaksi semen dengan air) selesai. Sebaliknya terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar oleh udara panas, sehingga air mengalir keluar dari beton segar, beton segar kekurangan air untuk hidrasi, dan terjadi keretakan. muncul di permukaan beton. (Ijokrodumuljo, 2007)

Perawatan beton (curing) dilakukan setelah beton mencapai setting akhir, yaitu setelah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak terganggu. Dalam hal ini, beton retak karena hilangnya kelembaban dengan cepat. Perawatan harus berlangsung setidaknya 7 hari, dan untuk beton mutu tinggi hijau setidaknya 3 hari, dan harus tetap lembab. Perlakuan ini bertujuan tidak hanya untuk mencapai kuat tekan beton yang tinggi, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas durabilitas, ketahanan air, ketahanan aus dan stabilitas dimensi struktural beton.

Perawatan ini bisa dilakukan dengan beberapa cara. Jadi terlihat seperti ini (Mulyono, 2004):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*

2.2.9 Pengaruh Umur Terhadap Kuat tekan

Kuat tekan beton meningkat dengan bertambahnya umur, tetapi laju peningkatan kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti fas dan perlakuan suhu. Semakin tinggi f.a.s, semakin lambat kekuatan beton meningkat. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971, rasio kuat tekan beton terhadap umur beton ditunjukkan pada Tabel 2.3 umur beton.

Tabel 2.3 Konversi kuat tekan beton berdasarkan umur beton dilihat di (PBI) 1971

³ Umur beton	3	7	14	21	28	90	365
PC, Type 1	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35
²² PC , Type III	0,55	0,75	0,9	0,95	1	1,115	1,2

Sumber : ⁵⁸ peraturan beton bertulang Indonesia (PBI) 1971.

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Matararam.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian**3.2.1 Peralatan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk menyiapkan bahan dan benda uji untuk pengujian. Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Timbangan
- 2) Ayakan/saringan
- 3) Mesin *Siever*
- 4) Nampan dan sikat
- 5) Gelas ukur
- 6) Kuas
- 7) Sendok spesi
- 8) Piknometer
- 9) Oven
- 10) Mesin mixer molen (*concrete mixer*)
- 11) *Slump test apparatus* (kerucut abrams)
- 12) Cetakan benda uji
- 13) Mistar dan jangka sorong
- 14) Alat *capping*.
- 15) Tongkat penumbuk 6 mm
- 16) Mesin uji tekan dan uji geser (*Compression Testing Machine*)

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen

Semen bertindak sebagai pengikat dalam campuran beton. Untuk penelitian ini digunakan Semen Portland (PC) Tipe I pada merek tiga roda dengan penambahan 50 kg/zak.

2. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram.

3. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan berasal dari Sedau, Lombok Barat, sebelum dilakukan pembuatan beton dan analisis filter, penyerapan air dan berat jenis. (memenuhi standar ASTM C33).

4. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar bekas dengan ukuran partikel maksimum 20 mm dikumpulkan dari batuan dasar, dan analisis filter, penyerapan air, berat jenis, dan berat satuan diperiksa sebelum membuat beton. (memenuhi standar ASTM C-33).

5. Belerang

Menurut SNI 6369-2008 belerang digunakan sebagai capping agent. Jika kuat tekan beton kurang dari 35 MPa, tutup harus dirawat selama 2 jam sebelum pengujian beton, jika kuat tekan beton lebih besar dari 35 MPa, tutup harus dirawat selama 16 jam sebelum pengujian di sana adalah.

6. Oli

Dalam penelitian ini, minyak bumi digunakan sebagai bahan pendukung penelitian, seperti halnya belerang. Sesuai dengan SNI 6369-2008 untuk pembuatan tutup spesimen silinder, oli digunakan untuk melumasi pelat tutup agar spesimen mudah dilepas. Minyak juga digunakan sebagai pelumas untuk bekisting beton.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahap-tahap pelaksanaan dari penelitian ini antara lain :

3.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini yaitu pengumpulan bahan-bahan yang diperlukan yaitu semen, pasir, agregat, tulangan baja ulir. Untuk airnya, gunakan air bersih.

3.3.2 Tahap Pengujian Bahan

Jenis bahan yang diuji dalam penelitian ini adalah pasir, kerikil dan batu apung. Pengujian agregat ini dilakukan untuk mengetahui kondisi, berat satuan, berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur dan SSD (Saturated Surface Dry).

3.3.3 Pengujian Berat Satuan Agregat

Tujuannya adalah untuk menentukan berat satuan agregat lepas dan padat, yang bertindak sebagai konversi dari satuan berat ke satuan volume dan sebaliknya. Berat satuan agregat yang akan diuji adalah :

a) Berat satuan agregat lepas

Cara kerja pengujian satuan agregat lepas:

- ❖ Bejana besi ditimbang terlebih dahulu, lalu catat berat bejana besi
- ❖ Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan
- ❖ Timbang bejana berisi pasir kemudian dicatat beratnya

b) Berat satuan agregat padat

Cara kerja pengujian satuan agregat lepas:

- ❖ Bejana besi ditimbang terlebih dahulu, lalu catat berat bejana besi
- ❖ Masukkan pasir 1/3 bagian bejana tersebut, lalu ditumbuk sebanyak 25 kali
- ❖ Tambahkan pasir hingga mencapai 2/3 tinggi bejana dan tumbuk 25 kali secara merata

- ❖ Kemudian isilah bejana dengan pasir sampai penuh dan tumbuh Kembali sebanyak 25 kali secara merata, lalu permukaan bejana diratakan
- ❖ Timbang bejana berisi pasir lalu catat beratnya

3.3.4 Analisis Saringan Agregat

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis distribusi ukuran partikel (gradasi) menggunakan ayakan dan mendapatkan nilai modulus halus butir (MHB). Analisis saringan agregat yang diuji adalah:

a) Analisis saringan agregat halus

Cara kerja pengujian analisis saringan agregat :

- ❖ Pertama, benda uji yang dikeringkan dengan oven ditimbang hingga 500 gram.
- ❖ Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam saringan yang disusun dari yang terbesar sampai yang terkecil
- ❖ Tempatkan filter yang diisi dengan artikel uji di mesin pengocok filter dan kocok mesin selama ± 15 menit
- ❖ Timbang dan hitunglah perbandingan berat benda uji dengan berat total benda uji yang tertahan pada masing-masing ayakani

b) Analisis saringan agregat kasar normal dan agregat ringan

Cara kerja pengujian analisis saringan agregat kasar :

- ❖ Pertama, benda uji yang dikeringkan dengan oven ditimbang hingga 5000 gram.
- ❖ Benda uji kemudian dimasukkan ke dalam saringan yang disusun dari yang terbesar sampai yang terkecil
- ❖ Tempatkan filter yang diisi dengan artikel uji di mesin pengocok filter dan kocok mesin selama ± 15 menit
- ❖ Timbang dan hitung perbandingan berat sampel yang tertahan pada setiap saringan dengan berat total benda uji

3.3.5 ²⁶ Pengujian Berat Jenis Agregat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan berat jenis, berat jenuh kering, dan penyerapan air. Berat jenis agregat yang diuji adalah:

a) ² Pemeriksaan berat jenis agregat halus

Cara kerja pengujian berat jenis agregat halus :

- ❖ Pastikan Anda memiliki cukup pasir
- ❖ ⁹⁰ Rendam pasir selama 24 jam
- ❖ Setelah direndam, pasir didinginkan sampai ¹⁶ kering permukaan (SSD).
- ❖ Untuk menentukan pasir kering dalam kondisi SSD, gunakan kerucut terpotong untuk menguji pasir. Isi kerucut terpotong dengan hingga 3 lapis pasir dan hancurkan 25 kali (lapisan ⁸² pertama 8 kali, lapisan kedua 8 kali, lapisan terakhir 9 kali) sebelum dihaluskan. Setelah kerucut penuh, diamkan selama 30 detik. Kerucut kemudian diangkat secara perlahan. Jika pasir hancur di bagian tepi, itu berarti ⁵³ pasir dalam kondisi SSD.
- ❖ Masukkan 500 gram pasir SSD ke dalam piknometer, tambahkan air hingga tanda batas piknometer dan kocok hingga terbentuk gelembung.
- ❖ Timbang dan catat piknometer ³² yang berisi pasir dan air
- ❖ Keluarkan pasir dari piknometer dan ⁹ panggang pada suhu (110 ± 5) selama 24 jam dan catat hasilnya setelah dipanggang
- ❖ Timbang piknometer berisi air sampai tanda piknometer dan catat beratnya.

b) ⁴² Pemeriksaan berat jenis agregat kasar normal dan agregat ringan

Cara kerja pengujian berat jenis agregat kasar :

- ❖ Pertama kerikil disortir, kemudian screen 19,1 mm dan screen 4,75 mm dikeluarkan.
- ❖ Rendam kerikil dalam ember selama 24 jam

- ❖ Kerikil yang direndam harus dikeringkan hingga Surface Dry (SSD) menggunakan lap.
- ❖ Siapkan 500 gram kerikil untuk setiap sampel
- ❖ Masukkan kerikil dalam status SSD ke dalam keranjang berisi air dan catat berat kerikil dalam air
- ❖ Ulangi proses ini untuk sampel berikutnya

3.3.6 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur secara hati-hati jumlah lumpur (tanah liat dan debu) di pasir.

3.3.7 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mendapatkan berat jenis, berat jenuh kering, dan penyerapan air. Konfirmasi kadar air agregat yang diuji adalah sebagai berikut:

a) Pemeriksaan kadar air agregat halus

Cara kerja pengujian kadar air agregat halus :

- ❖ Siapkan hingga 500 gram pasir dalam kondisi SSD
- ❖ Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
- ❖ Setelah 4 jam, singkirkan pasir kue dan catat beratnya

b) Pemeriksaan kadar air agregat kasar normal dan agregat ringan

Cara kerja pengujian kadar air agregat kasar

- ❖ Siapkan hingga 500 gram kerikil dalam kondisi SSD
- ❖ Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
- ❖ Setelah 4 jam, singkirkan pasir kue dan catat beratnya

3.3.8 Pemeriksaan Berat Jenis Limbah Genteng

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis limbah genteng yang digunakan sebagai campuran agregat kasar. Prosedur pengetesan:

- ❖ Limbah material atap diayak terlebih dahulu, kemudian saring 19,1 mm dan ayakan 4,75 mm dikeluarkan.

- ❖ Rendam ubin limbah dalam ember selama 24 jam
- ❖ Keringkan serutan ubin yang sudah direndam dengan lap sampai kering permukaan (SSD)
- ❖ Siapkan 500 gram ubin limbah untuk setiap sampel
- ❖ Masukkan ubin yang dibuang dalam kondisi SSD ke dalam keranjang berisi air dan catat berat ubin yang dibuang di dalam air.
- ❖ Ulangi proses ini untuk sampel berikutnya

3.3.9 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Desain campuran beton bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi dari komponen-komponen yang menyusun beton. Proporsi unsur-unsur penyusun beton ditentukan oleh desain beton (mixed design). Rencana Pencampuran Beton Reguler, Perencanaan Rencana Pencampuran Beton Reguler, lihat SNI 03-7656-2012, Tata Cara Pencampuran Beton Reguler.

3.3.10 Pengujian *Slump* Beton Segar

Kemampuan kerja beton siap pakai biasanya dikonfirmasi dengan uji penuangan beton siap pakai. Concrete Slump menentukan nilai slump yang digunakan sebagai ukuran workability beton segar yang berhubungan dengan workability beton. Secara umum, semakin tipis beton segar, semakin mudah untuk diproses.

Uji workabilitas menggunakan kerucut Abrams, prosedur uji kerucut Abrams adalah sebagai berikut:

1. Campuran beton secara bertahap dimasukkan ke dalam kerucut secepat mungkin, hingga 3 lapis dengan ketinggian yang sama. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang baja yang jatuh bebas dan dibor. Ini dilakukan 25 kali untuk setiap lapisan.
2. Sebarkan campuran di atas kerucut Abrams dan diamkan selama 30 detik.

3. Perlahan angkat kerucut Abrams secara vertikal, hati-hati jangan sampai menyentuh campuran beton.
4. Pengukuran kemerosotan dilakukan dengan membalik posisi kerucut Abrams di sebelah mortar. Kemudian ukur ketinggian jatuh relatif terhadap puncak kerucut Abrams.

3.3.11 Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah

Pada penelitian ini benda uji yang digunakan berbentuk silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) untuk uji kuat tekan dan kuat ikat serta double L (ukuran 30 cm x 20 cm x 7,5 cm) untuk uji geser.

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan bahan yaitu pasir, semen dan agregat.
- 2) Siapkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- 3) Siapkan dan timbang bahan yang akan digunakan dalam proporsi yang ditentukan.
- 4) Membuat campuran untuk campuran beton dengan bahan yang dicampur sesuai dengan variasi campuran masing-masing.
- 5) Ukur kemerosotan setiap variasi campuran. 6) Tuang beton yang baru dicampur ke dalam cetakan yang sudah disiapkan dengan tongkat dan ratakan (25 kali per lapisan) dengan sendok logam.
- 6) Buka cetakan benda uji dan setelah benda uji mengeras (± 24 jam sehari dalam cetakan), perlakukan beton sampai saat pengujian.

3.3.12 Pembuatan Benda Uji untuk Kuat Geser

- 1) Siapkan bahan untuk pasir, semen dan agregat.
- 2) Siapkan cetakan double L dengan ukuran bekisting 30cm x 20cm x 7,5cm.
- 3) Siapkan dan timbang bahan yang akan digunakan dalam proporsi yang ditentukan.

- 4) Membuat campuran beton dengan bahan yang dicampur sesuai dengan variasi campuran masing-masing.
- 5) Ukur kemerosotan setiap variasi campuran.
- 6) Tuang beton yang baru disiapkan ke dalam cetakan yang sudah disiapkan dengan tamper dan kompak (25 kali per lapisan) dan ratakan dengan sendok logam.
- 7) Buka cetakan benda uji dan setelah benda uji mengeras (± 24 jam sehari dalam cetakan), perlakukan beton sampai saat pengujian.

3.4 Perawatan Benda Uji

Perlakuan yang diuji sedemikian rupa sehingga permukaan beton segar tetap lembab setiap saat. Jika beton mengering terlalu cepat, permukaannya bisa retak. Kekuatan beton berkurang tidak hanya oleh ketidakmampuan untuk mencapai hidrasi kimia lengkap, tetapi juga oleh retak. Objek uji tertentu dapat ditangani dengan cara berikut:

1. Beton dibasahi secara terus menerus
2. Beton direndam dalam air
3. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastik atau kertasperawatan terhadap air

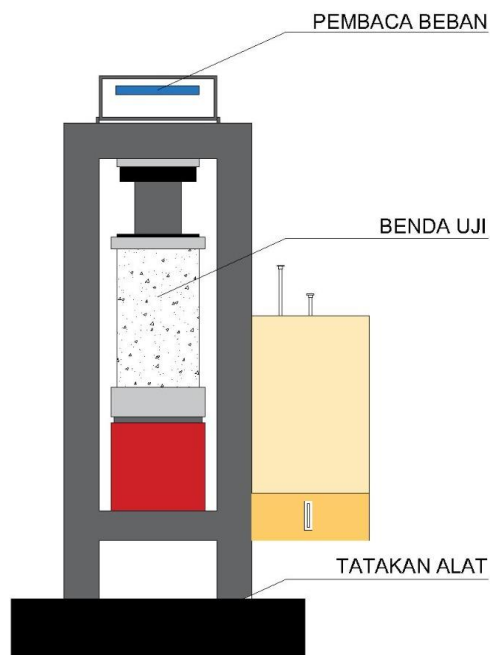
Pada penelitian ini, perlakuan beton dilakukan dengan merendam beton dalam air sampai sesaat sebelum pengujian. Satu hari sebelum pengujian, angkat dan beri ventilasi pada benda uji untuk mengeringkan benda uji. Namun pengolahan beton ringan sedikit berbeda dengan pengolahan beton biasa dan mutu tinggi. Artinya, beton direndam selama tujuh hari kemudian dimasukkan ke dalam karung goni untuk menahan kelembapan pada beton sebelum dilakukan pengujian. Kekuatan beton meningkat selama ada cukup air untuk memastikan hidrasi semen yang tepat.

3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Tata cara pengujian kuat tekan beton (SNI 03-1974-2011) adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan silinder beton dari bak dan biarkan mengudara atau menyeka permukaan.
2. Timbang dan catat contoh beton berbentuk silinder.
3. Uji kuat tekan menggunakan alat (compression tester).
4. Masukkan sampel beton ke dalam tester, hidupkan mesin, dan alat akan mendorong sampel beton secara perlahan.
5. Catat hasil kuat tekan beton untuk setiap sampel.

59
Setup alat uji kuat tekan dapat di lihat pada gambar 3.1.

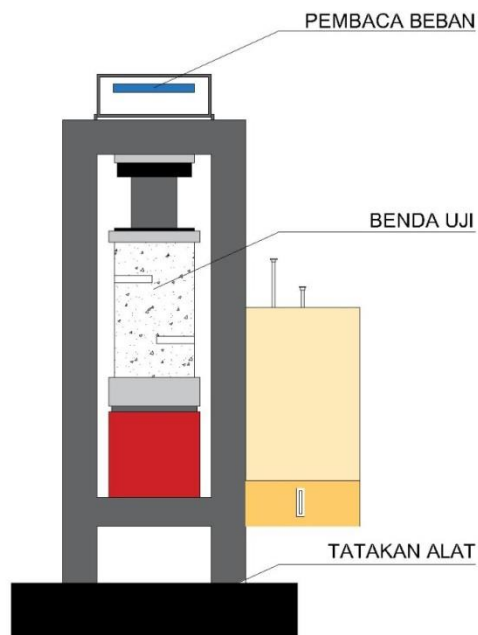


Gambar 3.1 Setup alat uji kuat tekan

3.6 Pengujian Kuat Geser beton

Pengujian kuat geser beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Prosedur pengujian kuat geser beton adalah sebagai berikut:

1. Sampel dorong *double-L* (20 cm x 7,2 cm x 30 cm) yang akan diuji menurut usia perawatan dikumpulkan dari tempat perawatan satu hari sebelum pengujian.
2. Timbang dan catat contoh beton *double-L*.
3. Uji kuat geser beton menggunakan alat uji tekan.
4. Tempatkan benda uji di tengah alat uji tekan beton. Kemudian nyalakan mesin dan dorong perlahan sampel beton.
4. Berikan beban yang seragam sampai bidang geser benda uji gagal.
6. Catat beban maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen *double-L*



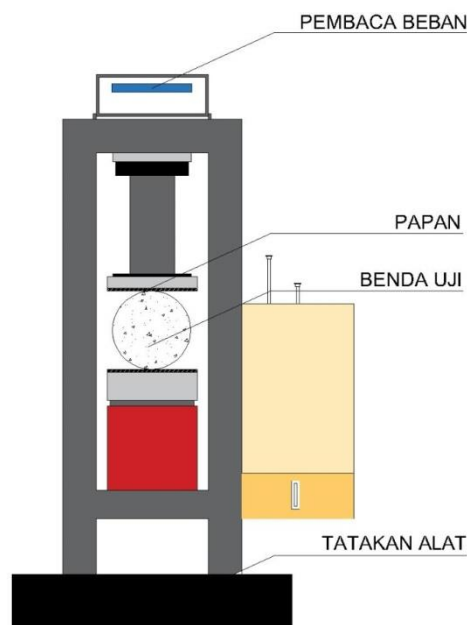
66 Setup alat uji kuat geser dapat di lihat pada gambar 3.2

Gambar 3.2 Setup pengujian kuat geser

3.7 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik beton setelah 28 hari. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm digunakan untuk pengujian ini. Jumlah benda uji untuk pengujian ini adalah 3 buah untuk setiap variasi. Langkah-langkah pengujian kuat Tarik (SNI 03-2491-2002) adalah:

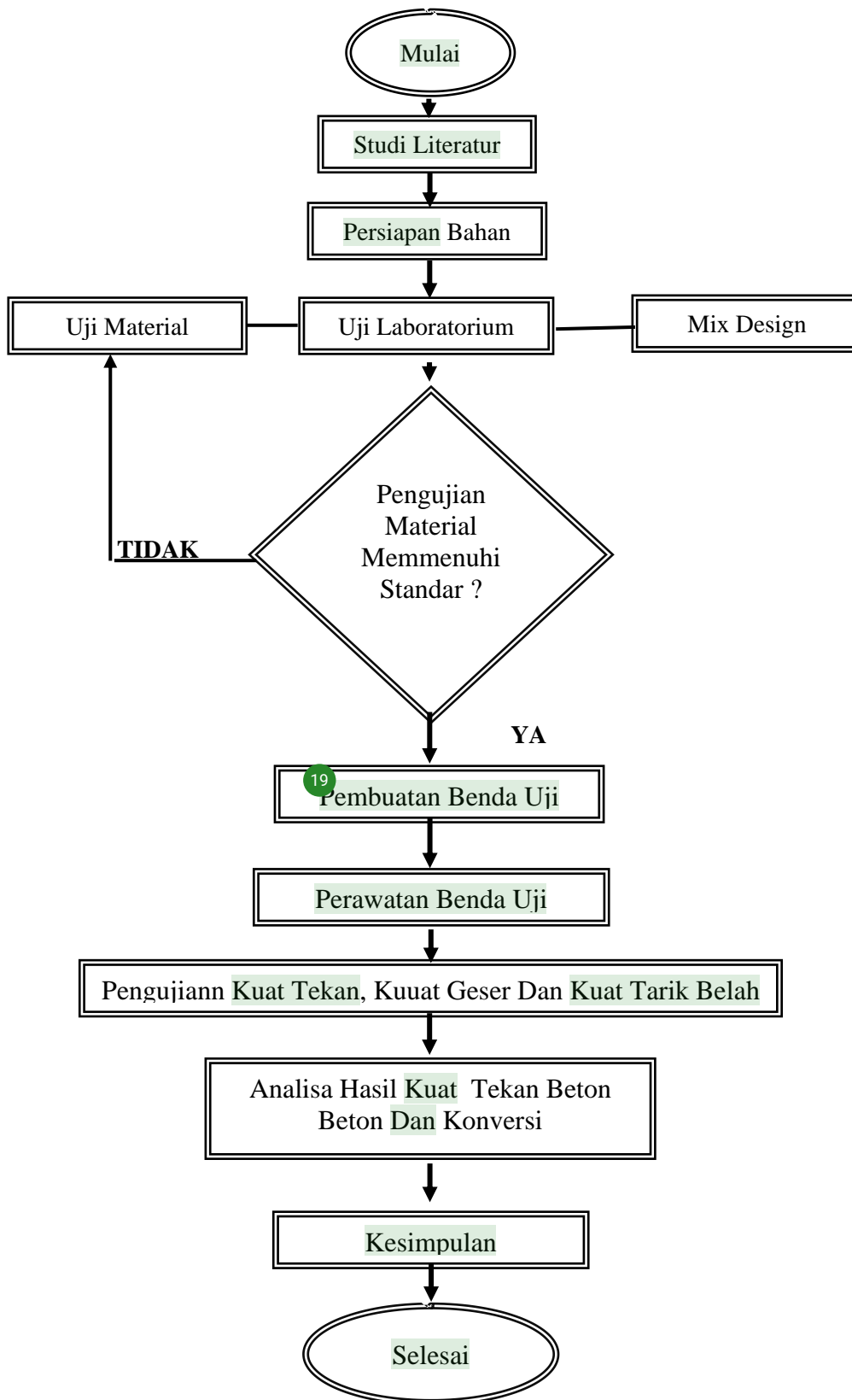
1. Lepaskan silinder beton dari bak dan keringkan atau bersihkan permukaan beton dengan kain.
2. Timbang dan catat sampel beton
3. Sebelum tes, subjek tes menerima nilai
4. Tempatkan benda uji pada tester (penguji kompresi) berdasarkan tanda garis tengah di kedua ujungnya
5. Berikan beban konstan secara bertahap sebesar 0,7 hingga 1,4 MPa/menit hingga benda uji runtuh.
6. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.



Gambar 3.3 Setup Pengujian kuat tarik belah

3.8 Bagan Alir Peneliti

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

4.1.1 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus

Pengujian yang dilakukan sesuai dengan SNI 03-4804-1998 menggunakan data berupa berat satuan padat dan berat satuan gembur.

1) Berat Satuan Padat

Hasil uji berat satuan untuk padatan berbutir halus ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian berat satuan padat agregat halus

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	8100	8200
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	4100	4200
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	
Berat Isi Padat = B ₃ /V (gr/cm ³)	1,412	1,447
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	1,429	

Analisa Data :

❖ Perhitungan Volume Bejana

Diameter bejana = 15,2 cm

Tinggi = 16 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16 \\ &= 2901,86 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

❖ Pasir padat (I)

Berat bejana (B₁) = 4000 gram

Berat bejana + benda uji (B₂) = 8100 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Berat benda uji (B}_3\text{)} &= B_2 - B_1 \\
 &= 8100 - 4000 \\
 \text{Bert satuan agregat} &= 4100 \\
 &= \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}} \\
 &= \frac{4100}{2901,86} = 1,412 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

❖ Pasir padat (II)

$$\text{Berat bejana (B}_1\text{)} = 4000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat bejana + benda uji (B}_2\text{)} = 8200 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat benda uji (B}_3\text{)} &= B_2 - B_1 \\
 &= 8200 - 4000 \\
 &= 4200 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat satuan agregat} &= \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}} \\
 &= \frac{4200}{2901,86} = 1,447 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata berat satuan} &= \frac{1,412 + 1,447}{2} \\
 &= 1,429 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, hasil pengujian berat satuan agregat halus menghasilkan agregat padat sebesar $1,429 \text{ g/cm}^3$.

2) Berat Satuan Lepas

Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji berat satuan agregat halus.

Tabel 4.2 Hasil pengujian berat satuan lepas agregat halus

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	7900	7950
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	3900	3950
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	

13 Berat Isi Padat = B_3/V (gr/cm ³)	1,343	1,361
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	1,352	

Analisa Data :

❖ Perhitungan Volume Bejana

28 Diameter bejana = 15,2 cm

Tinggi = 16 cm

1
Volume = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16$
= 2901,86 cm³

❖ Pasir padat (I)

Berat bejana (B₁) = 4000 gram

6 Berat bejana + benda uji (B₂) = 7900 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁

= 7900 - 4000

= 3900 gram

Berat satuan agregat = $\frac{B_3}{Volume\ benda\ uji}$

= $\frac{3900}{2901,86} = 1,343\text{ gr/cm}^3$

❖ Pasir padat (II)

Berat bejana (B₁) = 4000 gram

6 Berat bejana + benda uji (B₂) = 7950 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁

= 7950 - 4000

= 3950 gram

Berat satuan agregat = $\frac{B_3}{Volume\ benda\ uji}$

= $\frac{3950}{2901,86} = 1,361\text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{❖ Rata-rata berat satuan} &= \frac{1,342 + 1,361}{2} \\ &= 1,352 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Hasil pengujian berat satuan agregat halus, fraksi berat t agregat lepas adalah 1.352 g/cm³.

56 4.1.2

Gradasi Agregat Halus

Hasil gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-1968-1990 ditunjukkan pada Tabel 4.3.

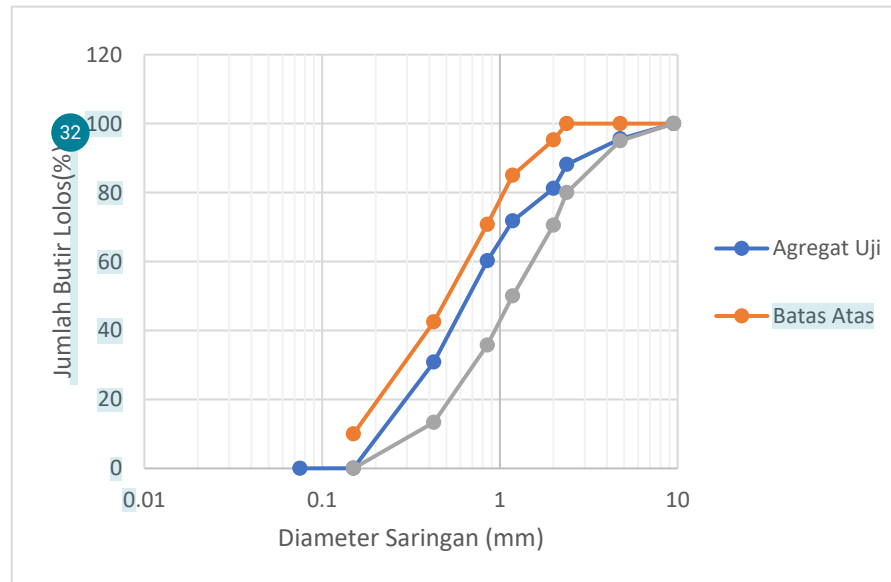
2 Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan analisa gradasi agregat halus

lubang ayakan (mm)	berat tertinggal (gram)	berat Tertinggal (%)	berat tertinggal kumulatif %	persen Lolos kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4.75	22.11	4.422	4.422	95.578
2.38	37.09	7.418	11.84	88.16
2	34.91	6.982	18.822	81.178
1.18	47.11	9.422	28.244	71.756
0.85	57.71	11.542	39.786	60.214
0.425	147.01	29.402	69.188	30.812
0.15	153.81	30.762	99.95	0.05
0.075	0.15	0.03	99.98	0.02
Sisa	0.1	0.02	100	0
jumlah	500		372.232	
			MHB=	3.7

$$\text{alusan butir (MHB) pasir} = \frac{372,232}{100} = 3,7$$

Nilai MHB yang diperoleh sebesar 3,7 termasuk dalam kriteria menurut (SNI 03-1750-1990) untuk modulus elastisitas halus partikel, yaitu antara 1,5 dan 3,8, sehingga agregat ini dapat digunakan secara memuaskan sebagai komponen beton normal. Dari bagan kadar pasir desain pada Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa

semua agregat halus yang melewati saringan berada dalam batas kadar pasir ASTM C33 atas dan bawah.



Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus

4.1.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji pengeringan permukaan jenuh dan penyerapan air menurut SNI 1970-2008.

Tabel 4.4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat pasir SSD (gram)	500	500
Berat Piknometer + Pasir SSD + Air, Bt (gram)	1534,3	1530,7
Berat Pasir setelah kering oven, Bk (gram)	483,1	479,4
Berat Piknometer + Air, B (gram)	1244,4	1244,4
Berat jenis (Bulk) = $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,229	2,243

Berat jenis (Bulk) rata-rata	2,236	
68 Berat jenis SSd = $500/(B + 500 - Bt)$	2,379	2,339
Berat jenis SSD rata-rata	2,359	
35 Berat jenis semu = $Bk/(B+Bk-Bt)$	2,500	2,482
Berat jenis semu rata-rata	2,491	
Penyerapan = $(\frac{500-Bk}{Bk}) \times 100$ (%)	3,489	4,297
Penyerapan rata-rata (%)	3,893	

Dari tabel tersebut, SSD memiliki kepadatan rata-rata 2.359 gram dan penyerapan air rata-rata 3,893%.

30 4.1.4 Hasil pengujian kadar air

Berdasarkan pengujian kadar air pasir dengan 24 kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*) yang dilakukan 62 sesuai dengan SNI 03-1971-1990 5 ditunjukkan pada Tabel 4.5

2 Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air agregat halus

Pemeriksaan	I	II
Berat pasir SSD, B ₁ (gram)	500	500
Berat pasir kering oven, B ₂ (gram)	483,1	480,1
Berat air, B ₃ = B ₁ – B ₂	16,9	19,9
Kadar air = $(\frac{B3}{B2}) \times 100$ (%)	3,496	4,144
Kadar air rata-rata (%)	3,82	

Tabel di atas menunjukkan hasil sebesar 3,82%. Hasil pengujian yang dilakukan tidak memenuhi persyaratan umum untuk

⁴⁹ kadar air normal agregat halus. Secara umum, kadar air normal agregat halus adalah antara 1% dan 2%. (Tjokrodinuljo, 2007).

³ 4.1.5 Hasil pengujian berat satuan agregat kasar

Pengujian yang dilakukan sesuai dengan ¹⁹ SNI 03-4804-1998 menggunakan data berupa berat satuan padat dan berat satuan gembur.

1) Berat Satuan Padat

Tabel 4.6 menunjukkan ¹ hasil pengujian berat satuan agregat halus.

Tabel 4.6 Hasil pengujian berat satuan padat agregat kasar

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
⁶ Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	8400	8500
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	4400	4500
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	
¹³ Berat Isi Padat = B ₃ /V (gr/cm ³)	1,516	1,550
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	1,533	

Analisa Data :

❖ Perhitungan Volume Bejana

$$²⁸ \text{Diameter bejana} = 15,2 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 16 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16 \\ &= 2901,86 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

❖ Kerikil padat (I)

$$\text{Berat bejana (B}_1) = 4000 \text{ gram}$$

$$⁶ \text{Berat bejana + benda uji (B}_2) = 8400 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat benda uji (B}_3\text{)} &= B_2 - B_1 \\ &= 8400 - 4000 \\ &= 4400 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan agregat} &= \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{4400}{2901,86} = 1,516 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

❖ Kerikil padat (II)

$$\text{Berat bejana (B}_1\text{)} = 4000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat bejana + benda uji (B}_2\text{)} = 8500 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat benda uji (B}_3\text{)} &= B_2 - B_1 \\ &= 8500 - 4000 \\ &= 4500 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan agregat} &= \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}} \\ &= \frac{4500}{2901,86} = 1,550 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ Rata-rata berat satuan padat} &= \frac{1,516 + 1,550}{2} \\ &= 1,533 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, hasil pengujian berat satuan agregat halus menghasilkan agregat padat sebesar 1,533 g/cm³.

2) Berat Satuan Lepas

Tabel 4.7 menunjukkan hasil uji berat satuan agregat halus.

Tabel 4.7 Hasil pengujian berat satuan lepas agregat kasar

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	8100	8000
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	4100	4000

Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	2901,86
¹³ Berat Isi Padat = B ₃ /V (gr/cm ³)	1,412	1,378
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	1,395	

Analisa Data:

❖ Perhitungan Volume Bejana

²⁸ Diameter bejana = 15,2 cm

Tinggi = 16 cm

¹ Volume = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16 = 2901,86 \text{ cm}^3$

❖ Kerikil padat (I)

Berat bejana (⁶B₁) = 4000 gram

Berat bejana + benda uji (B₂) = 8100 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁
= 8100 - 4000
= 4100 gram

Bert satuan agregat = $\frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$
= $\frac{4100}{2901,86} = 1,412 \text{ gr/cm}^3$

❖ Kerikil padat (II)

Berat bejana (⁶B₁) = 4000 gram

Berat bejana + benda uji (B₂) = 8000 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁
= 8000 - 4000
= 4000 gram

Berat satuan agregat = $\frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$
= $\frac{4000}{2901,86} = 1,378 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{❖ Rata-rata berat satuan} &= \frac{1,412+1,378}{2} \\ &= 1,395 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, hasil pengujian berat satuan agregat halus didapatkan agregat bebas sebesar 1,395 g/cm³.

4.1.6 Gradasi Agregat Kasar

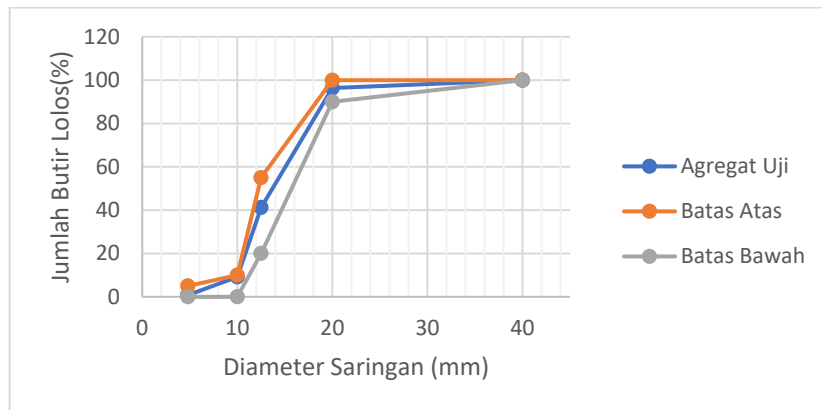
Tabel 4.8 menunjukkan hasil uji butir kasar menurut SNI 03-1968-1990.

Tabel 4.8 Hasil pemeriksaan Analisa gradasi agregat kasar

Lubang Ayakan (mm)	berat tertinggal (gram)	berat Tertinggal (%)	berat tertinggal kumulatif %	Persen Lolos Kumulatif (%)
25,4	0	0	0	100
3/4'	19,3	3,86	3,86	96,14
12,7	270,3	54,06	57,92	42,08
3/8'	164,3	32,86	90,78	9,22
4,75	42,3	8,46	99,24	0,76
2,38	3,8	0,76	100	0
1,18	0	0	100	0
0,85	0	0	100	0
0,425	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	0	0	100	0
Jumlah	500	100	751,8	
			MHB=	7,518

$$\text{Modulus kehalusan butir (MHB) kerikil} = \frac{751,8}{100} = 7,518$$

Nilai MHB yang diperoleh adalah 7,518 yang termasuk dalam kriteria material dan pengujian PERMEN PUPR 2017 untuk material hard paving (5-8), menjadikan agregat ini sebagai bahan bangunan yang cukup untuk beton mutu tinggi. Dari diagram gradasi kerikil pada Gambar 4.2, terlihat bahwa semua agregat kasar yang melewati saringan berada di antara batas gradasi pasir atas dan bawah per SNI 7656-2012.



25. **Gambar 4.2** Grafik gradasi agregat kasar

4.1.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tabel 4.9 menunjukkan 58 berat jenis kering permukaan (saturated surface dry) dan penyerapan air, berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dalam SK SNI M-10-1989.

30. **Tabel 4.9** hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat tempat dan SSD Agregat, (gram)	653,7	572,7
Berat tempat (gram)	153,7	72,3
Berat SSD Agregat (gram), Bj	500	500
Berat SSD Agregat dalam air, Ba	300	300
Berat tempat dan SSD Agregat kering oven	643,3	555,2 ⁴²
Berat Agregat kering oven, Bk (gram)	489,6	482,9
Berat jenuh bulk = $Bk/(Bj-Ba)$ ²⁶	2,448	2,414
Berat jenis bulk rata-rata	2,431	

73 Berat jenis SSD = $B_j/(B_k-B_a)$	2,637	2,733
Berat jenis SSD rata-rata	2,685	
35 Berat jenis semu = $B_k/(B_k-B_a)$	2,582	2,64
Berat jenis semu rata-rata	2,611	
Penyerapan = $(\frac{500-B_k}{B_k}) \times 100$ (%)	2,124	3,541
Penyerapan rata-rata	2,832	

86 4.1.8 Hasil pengujian kadar air

Berdasarkan pengujian tinggi muka air pada kerikil dengan kondisi permukaan kering jenuh (*saturated surface dry*) yang dilakukan menurut SNI 03-1971-1990 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

2 49 **Tabel 4.10** Hasil pengujian kadar air agregat kasar

Pemeriksaan	I	II
Berat pasir SSD, B ₁ (gram)	500	500
Berat pasir kering oven, B ₂ (gram)	490,7	492,1
Berat air, B ₃ = B ₁ -B ₂ (gram)	9,3	7,9
Kadar air = $(\frac{B_3}{B_2}) \times 100$	1,896	1,605
Kadar air rata-rata (%)	1,750	

Dari tabel di atas, hasilnya adalah 1,750%. Artinya agregat yang digunakan adalah agregat beraturan karena syarat kadar air maksimum untuk agregat beraturan adalah 2% (SNI 03-2834-2002).

51

4.1.9 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar Tambahan

(Limbah Genteng)

Pengujian yang dilakukan sesuai dengan SNI 03-4804-1998 menggunakan data berupa bobot tetap dan bobot lepas.

1) Berat Satuan Padat

Lihat Tabel 4.11 untuk hasil uji berat satuan untuk padatan kasar (limbah genteng).

Tabel 4.11 Hasil pengujian berat satuan padat limbah genteng

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	7000	7142
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	3000	3142
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	
Berat Isi Padat = B ₃ /V (gr/cm ³)	1,033	1,082
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	1,057	

Analisa Data :

❖ Perhitungan Volume Bejana

$$\text{Diameter bejana} = 15,2 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 16 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16 \\ &= 2901,86 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

❖ Limbah genteng (I)

$$\text{Berat bejana (B}_1\text{)} = 4000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat bejana + benda uji (B}_2\text{)} = 7000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat benda uji (B}_3\text{)} = B_2 - B_1$$

$$= 7000 - 4000$$

$$= 3000\text{gram}$$

$$\text{Berat satuan agregat} = \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$$

$$= \frac{3000}{2901,86} = 1,033\text{gr/cm}^3$$

❖ Limbah genteng (II)

$$\text{Berat bejana (B1)} = 4000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat bejana + benda uji (B2)} = 7142 \text{ gram}$$

$$\text{Berat benda uji (B3)} = B2 - B1$$

$$= 7142 - 4000$$

$$= 3142 \text{ gram}$$

$$\text{Berat satuan agregat} = \frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$$

$$= \frac{3142}{2901,86} = 1,082 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{❖ Rata-rata berat satuan padat} = \frac{1,033+1,082}{2}$$

$$= 1,057 \text{ gr/cm}^3$$

Dengan demikian, hasil pengujian berat satuan agregat kasar (limbah genteng) adalah 1,057 g/cm³ agregat padat.

2) Berat Satuan Lepas

Lihat Tabel 4.12 untuk hasil uji berat satuan agregat kasar lepas (limbah genteng).

Tabel 4.12 Hasil pengujian berat satuan lepas agregat tambahan limbah genteng

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B ₁ (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B ₂ (gram)	6650	6751
Berat Benda Uji, B ₃ (gram)	2650	2751

Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm ³)	2901,86	2901,86
Berat Isi Padat = B ₃ /V (gr/cm ³)	0,913	0,948
Berat Isi Rata-rata (gr/cm ³)	0,930	

Analisa Data:

❖ Perhitungan Volume Bejana

Diameter bejana = 15,2 cm

Tinggi = 16 cm

Volume = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (15,2)^2 \times 16 = 2901,86 \text{ cm}^3$

❖ Limbah gennteng (I)

Berat bejana (B₁) = 4000 gram

Berat bejana + benda uji (B₂) = 6650 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁
= 6650 - 4000
= 2650 gram

Bert satuan agregat = $\frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$
= $\frac{2650}{2901,86} = 0,913 \text{ gr/cm}^3$

❖ Limbah genteng (II)

Berat bejana (B₁) = 4000 gram

Berat bejana + benda uji (B₂) = 6751 gram

Berat benda uji (B₃) = B₂ - B₁
= 6751 - 4000
= 2751 gram

Berat satuan agregat = $\frac{B_3}{\text{Volume benda uji}}$
= $\frac{2751}{2901,86} = 0,948 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{❖ Rata-rata berat satuan} &= \frac{0,913+0,948}{2} \\ &= 0,930\text{gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Uji berat satuan agregat kasar lepas (limbah genteng) menunjukkan 0,930 g/cm³ pada sisi barat agregat lepas.

4.1.10 Gradasi Agregat Kasar (limbah genteng)

Tabel 4.13 menunjukkan hasil uji ukuran partikel kasar (limbah genteng) menurut SNI 03-1968-1990.

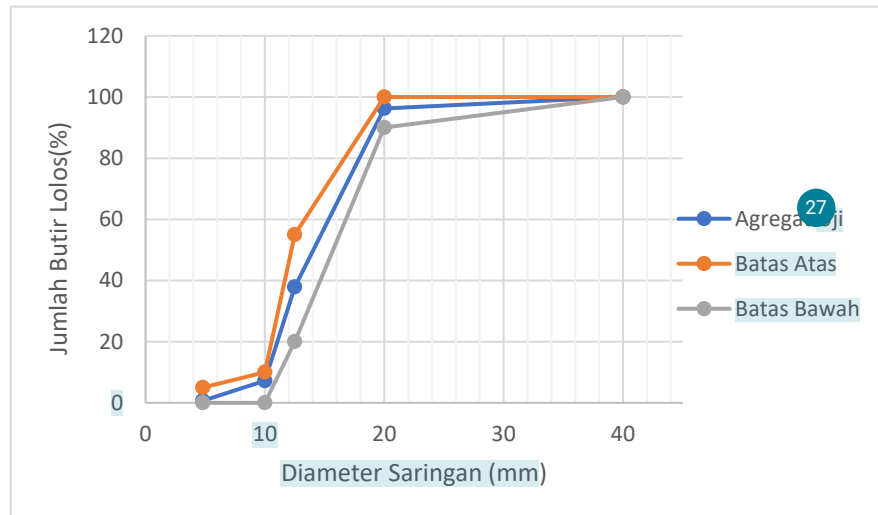
Tabel 4.13 Hasil pemeriksaan Analisa gradasi agregat tambahan limbah genteng

lubang ayakan (mm)	berat tertinggal (gram)	berat Tertinggal (%)	berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
25,4	0	0	0	100
3/4'	30,1	6,02	6,02	93,98
12,7	263,8	52,76	58,78	41,22
3/8'	166,3	33,26	92,04	7,96
4,75	35	7	99,04	0,96
2,38	4,8	0,96	100	0
1,18	0	0	100	0
0,85	0	0	100	0
0,425	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	0	0	100	0
Jumlah	500	100	755,88	
			MHB=	7,5588

$$\text{genteng} = \frac{755,8}{100} = 7,558$$

Nilai MHB yang diperoleh adalah 7,558 yang termasuk dalam kriteria menurut PERMEN PUPR Tahun 2017, bahan dan rentang uji untuk bahan hard paving adalah 5 sampai 8, sehingga agregat ini cocok digunakan sebagai komponen beton mutu tinggi. sesuai. Dari plot gradasi tile debris pada Gambar 4.2, terlihat bahwa semua

agregat kasar yang melewati saringan berada di antara batas gradasi pasir atas dan bawah per SNI 7656-2012.



Gambar 4.3 Grafik gradasi limbah genteng

4.1.11 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tabel 4.14 menunjukkan densitas kering permukaan jenuh dan penyerapan air berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan oleh SK SNI M-10-1989.

Tabel 4.14 hasil pengujian berat dan penyerapan air agregat kasar (limbah genteng)

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat tempat dan SSD Agregat, (gram)	572,3	572,3
Berat tempat (gram)	72,3	72,3
Berat SSD Agregat (gram), B _j	500	500
Berat SSD Agregat dalam air, B _a	310	310
Berat tempat dan SSD Agregat kering oven	434,1	434,6

Berat Agregat kering oven, Bk (gram)	361,8	362,3
Berat jenuh bulk = Bk/(Bj-Ba)	1,904	1,906
Berat jenis bulk rata-rata	1,905	
Berat jenis SSD = Bj/(Bk-Ba)	9,652	9,560
Berat jenis SSD rata-rata	9,606	
Berat jenis semu = Bk/(Bk-Ba)	6,984	6,927
Berat jenis semu rata-rata	6,955	
Penyerapan = $\left(\frac{500-Bk}{Bk}\right) \times 100$ (%)	38,197	38,007
Penyerapan rata-rata	38,102 gram	

61 4.1.12 Hasil pengujian kadar air

Kerikil dengan kejenuhan permukaan (*saturated surface dry*) ditunjukkan pada Tabel 4.15 berdasarkan uji ketinggian air yang dilakukan menurut SNI 03-1971-1990.

2 Tabel 4.15 Hasil pengujian kadar air agregat kasar limbah genteng

Pemeriksaan	I	II
Berat agregat SSD, B ₁ (gram)	500	500
Berat agregat kering oven, B ₂ (gram)	434,1	434,6
Berat air, B ₃ = B ₁ -B ₂ (gram)	65,9	65,4
Kadar air = $\left(\frac{B_3}{B_2}\right) \times 100$	15,180	15,048
Kadar air rata-rata (%)	15,114	

Dari tabel di atas, hasilnya adalah 15.114. Hal ini menunjukkan bahwa agregat yang digunakan tidak memenuhi syarat untuk agregat beraturan karena syarat kadar air maksimum untuk agregat beraturan adalah 2% (SNI 03-2834-2002).

4.2 Desain Campuran Bahan Penyusun Beton (*Mix Design*)

Perhitungan Mix Design untuk komponen beton berdasarkan SNI 7656-2012. Persyaratan komponen beton per m³ ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Kebutuhan Bahan Penyusun Beton per 1 m³

Variasi campuran	Air	Semen	Pasir	Kerikil	Limbah genteng
Limbah Genteng	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
0% Limbah Genteng	8,299	16,139	34,568	42,860	-
25% Limbah Genteng	8,299	16,139	34,568	32,145	10,715
50% Limbah Genteng	8,299	16,139	34,568	21,430	21,430
75% Limbah Genteng	8,299	16,139	34,568	10,715	32,145
100% Limbah Genteng	8,299	16,139	34,568	-	42,860

4.3 *Workability* Beton (*Slump Test*)

Workability atau kelecakan adukan beton dapat diukur dari nilai slump test. Seperti terlihat pada Tabel 4.17, hasil uji *workability* beton (slump test) semakin menurun.

Tabel 4.17 Tabel hubungan nilai slump dengan variasi campuran limbah geteng.

No	Variasi Campuran	Tinggi Slump (cm)
1	Campuran 0%	8.5
2	Campuran 25%	7.9
3	Campuran 50%	7,8
4	Campuran 75%	7,6
5	Campuran 100%	7.5

Berdasarkan Gambar 4.17, nilai slump tertinggi terdapat pada variasi limbah genteng 0% (8,1 cm) dan nilai slump terendah terdapat pada variasi campuran 100% (7 cm). Semakin tinggi tingkat penambahan limbah genteng, semakin rendah nilai slumpnya. Nilai slump ini menunjukkan bahwa campuran dapat ditangani dengan baik karena terdapat slip pada rentang nilai slump antara 5 cm dan 12,5 cm. (Tjokrodimuljo, 2007).

4.4 Gambar Beton Dengan Variasi Limbah Genteng

4.4.1 Beton campuran limbah genteng dengan variasi 25%

Beton dengan campuran agregat kasar (limbah genteng) 25% dan



campuran kerikil 75% memiliki kenampakkan permukaan seperti pada

Gambar 4.4

Gambar 4.4 beton dengan campuran limbah genteng 25%

Pada Gambar 4.4, beton terlihat bagus, tetapi masih terlihat basah. Hal ini karena ubin terbuat dari tanah liat merah, sehingga puing-puing ubin menyerap banyak air. Hal ini berbeda dengan agregat kasar yang lebih sedikit menyerap air. Perlu untuk mengeringkan kaleng selama 24 jam. Dan Anda dapat menjalankan tes Anda secara optimal.

4.4.2 Beton campuran limbah genteng dengan variasi 50%

Seperti terlihat pada Gambar 4.5, tampak permukaan beton bercampur 50% agregat kasar (limbah ubin) dan 50% campuran kerikil.



Ga nteng 50 %
ena ukuran butir
agregat kasar (tile scrap) tidak berbeda nyata dengan agregat kasar
(batu pecah) yang berada pada kisaran 5-40 mm. Itu dapat
mempertahankan kepadatan yang sama seperti beton biasa.

4.4.3 Beton campuran limbah genteng dengan variasi 75 %

Gambar 4.6 menunjukkan penampakan permukaan beton yang dicampur dengan 75% agregat kasar (limbah genteng) dan 25% kerikil.



Gambar 4.6 beton dengan campuran limbah genteng 75%

Pada Gambar 4.6, 75% limbah ubin dan 25% limbah ubin dengan daya serap air tinggi tercampur, sehingga kedua ujung beton pecah dan retak, serta beton menjadi kurang tahan lama dan getas meningkat. Karena banyaknya puing-puing ubin, beton memiliki kuat tekan yang buruk karena semen menyerap air.

4.4.4 Beton campuran limbah genteng dengan variasi 100 %

Beton yang dicampur dengan campuran 100% agregat kasar (limbah genteng) dan kerikil 0% memiliki kenampakan permukaan seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 beton dengan campuran limbah genteng 100%

Pada Gambar 4.7 beton sama dengan campuran 75%, mencampurkan 100% tile scrap dan 0% gravel ke dalam beton, variasi 100% tile scrap yang membuat beton memiliki daya serap tinggi. Ubin limbah menyerap air semen dalam jumlah besar, membuatnya kurang tahan lama dan lebih mudah diproses, dan lebih sedikit retak dan ikatan, yang mengurangi kuat tekan beton.

4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya tegangan per satuan luas yang menyebabkan suatu benda uji beton runtuh apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh *Compression Tester Machine* (CTM).

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Kuat tekan beton

dilakukan dengan menggunakan alat uji kompresi (CTM) dan hasilnya digunakan untuk menentukan kuat tekan yang akan diuji yaitu beban maksimum dibagi luas permukaan tekan yang akan diuji. Gambar 4.8 dan Tabel 4.18 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan pada beton konvensional dengan bahan tambahan.

Gambar 4.8 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder

Dari uji kuat tekan, hasil yang akan dikonversi atau nilai rata-rata dari uji kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Rata Rata Dan Nilai Konversi

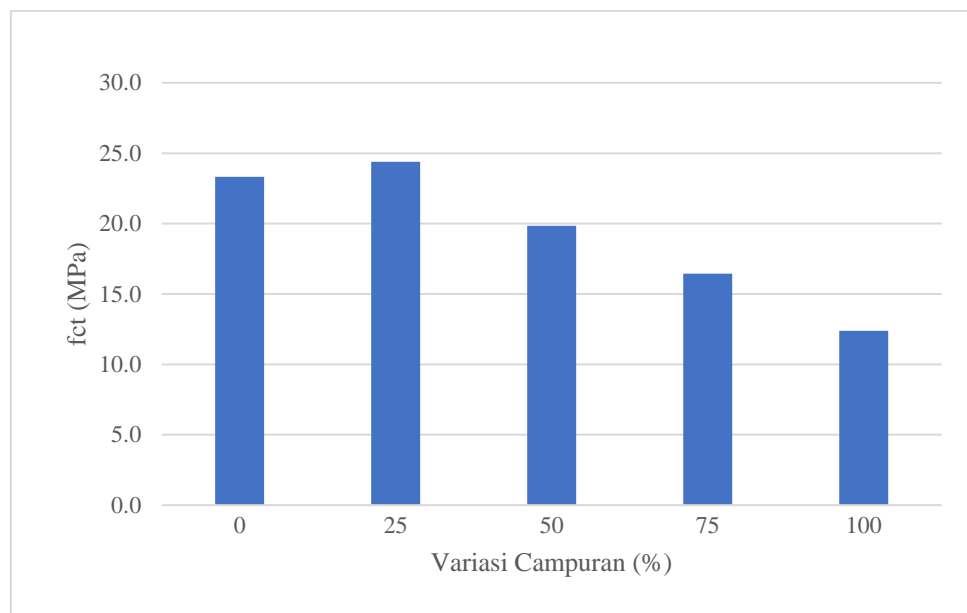
No	Umur Beton	Variasi	Kuat tekan	Konversi	Hasil Mpa	Standar
1	7 hari	0%	15.16	0.65	23.323	Memenuhi Standar
2	7 hari	25%	15.857	0.65	24.395	Memenuhi Standar
3	7 hari	50%	12.897	0.65	19.842	Tidak Memenuhi Standar
4	7 hari	75%	10.691	0.65	16.448	Tidak Memenuhi Standar
5	7 hari	100%	8.051	0.65	12.386	Tidak Memenuhi Standar

Standar Kuat tekan beton normal umur 28 hari : 20 MPa

Hasil konversi nilai kuat tekan dari beton umur 7 hari menjadi beton umur 28 hari menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi campuran 25%

dengan nilai kuat tekan sebesar 24.395. MPa dan formulasi minimum adalah 100 persen. Untuk variasi campuran yang memenuhi syarat beton normal, yaitu variasi campuran 25 persen dengan nilai kuat tekan 24,395. Beton biasa adalah beton dengan berat sekitar (2200-2500) kg/m³ dan mutu beton 20-60 MPa.

Gambar 4.9 menunjukkan grafik konversi untuk uji kuat tekan rata-rata.



Gambar 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Setelah Di Konversi

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa karena 75% agregat kasar masih tercampur dengan kerikil, maka kuat tekan minimum pada variasi 100% terjadi pada nilai kuat tekan 12,386 MPa, sedangkan pada pencampuran 25% menunjukkan kuat tekan maksimum sebesar 24.395MPa. Hal ini membuat faktor kepadatan beton sangat stabil. Pada campuran 50%, 75%, dan 100% dicampurkan agregat kasar limbah genteng dengan daya serap air yang cukup tinggi dan rasio limbah ubin yang tidak terlalu kuat dicampur, dan gaya tekan dinaikkan, sehingga menurun secara berurutan. 50 persen, 75 persen, dan 100 persen pengurangan kekuatan variasi campuran. Tabel 4.19 menunjukkan perbedaan nilai kuat tekan.

Tabel 4.19 selisih nilai kuat tekan setelah di konversi

Kuat Tekan Beton 0%	Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan Mpa	Selisih Kuat Tekan Beton	
			Mpa	%
23.323	25%	24.395	1.072	-4.394
	50%	19.842	-3.481	-14.925
	75%	16.448	-6.875	-29.477
	100%	12.386	-10.937	-46.893

Berdasarkan Tabel 4.19, hasil pengujian menunjukkan penurunan kuat tekan beton dan peningkatan variabilitas campuran limbah genteng. Variabel, atau 1,072 MPa. Sedangkan variasi campuran 50%, 75% dan 100% mengalami penurunan masing-masing sebesar -3,481%, -6.875 dan -10.937. Penurunan nilai kuat tekan beton diduga disebabkan oleh penggunaan ubin bekas sebagai pengganti agregat kasar yang kurang optimal dan mengakibatkan tekanan beton lebih rendah dari maksimum. Namun pada campuran 25% meningkat sebesar 24,395 dan dapat memenuhi standar beton normal pada kisaran 20-60 MPa.

4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Nilai kuat tarik belah beton tidak diperoleh secara langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari pembebanan benda uji secara horizontal sejajar dengan permukaan alat uji tekan (SNI 03-2491-2002).

Setelah benda uji berumur 7 hari, dilakukan pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Konversi 28 hari Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan alat uji kompresi (CTM). Hasil pengujian beton split ditunjukkan pada Gambar 4.10 dan Tabel 4.20.



Gambar 4.10 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder

Hasil tes split atau rata-rata dikonversi dari tes split. dapat dilihat pada Tabel 4.20

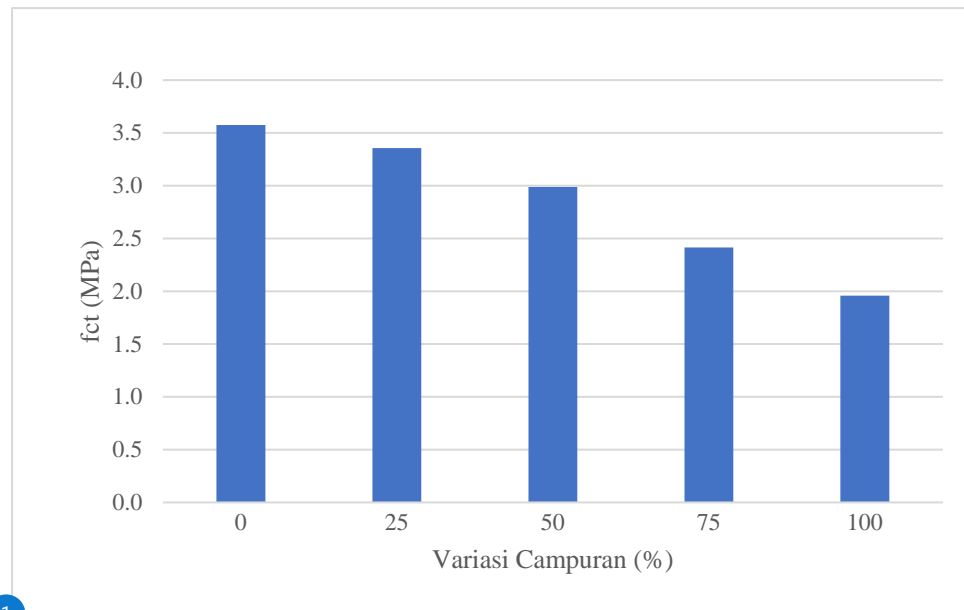
Tabel 4.20 hasil nilai-rata rata dan nilai kuat tarik belah setelah di konversi

No	Umur Beton	Variasi	Kuat Tarik belah	Konversi	Hasil Mpa	Standar
1	7 hari	0%	2.324	0.65	3.575	Memenuhi Standar
2	7 hari	25%	2.182	0.65	3.357	Memenuhi Standar
3	7 hari	50%	1.942	0.65	2.988	Memenuhi Standar
4	7 hari	75%	1.57	0.65	2.415	Memenuhi Standar
5	7 hari	100%	1.273	0.65	1.958	Memenuhi Standar

Standar Kuat tarik belah beton normal umur 28 hari : 1.6-3 MPa

Nilai konversi kuat belah beton umur 7 sampai 28 hari menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada varian campuran 0% dengan nilai kuat tekan 3,575. Walaupun nilai MPa dan campuran 25%, 50%, 75%, 100% mengalami penurunan, standar kuat tarik belah standar adalah dari 1,6 MPa menjadi 3 MPa untuk kuat belah semua variasi campuran menggunakan genteng.

Gambar 4.11 menunjukkan hasil konversi uji kuat tekan rata-rata.



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Tarik Belah Beton Silinder Stelah Di Konversi

Gambar 4.11 menunjukkan kuat pecah beton maksimum terjadi pada kuat belah 3,575 MPa dengan variasi 0%. Untuk nilai kuat belah beton terendah, aplikasi 100% menghasilkan nilai kuat belah beton sebesar 1.273 MPa. Lihat Tabel 4.21 untuk perbedaan kekuatan tarik beton.

Tabel 4.21 Selisih Nilai Kuat Tarik Belah Beton Stelah Di Konfersi

Kuat Tekan Beton 0%	Variasi Campuran Beton	Kuat TARIK (Mpa)	Selisih Kuat Tekan Beton	
			Mpa	%
3.575	25%	3.357	-0.218	-6.097
	50%	2.988	-0.587	-16.419
	75%	2.415	-1.160	-32.447
	100%	1.958	-1.617	-45.230

Dari Tabel 4.21, nilai tegangan belah beton dengan rasio campuran limbah ubin yang berbeda mengalami penurunan dengan urutan 25%, 50%, 75%, 100%, -0,218, dan -0,587. , -1,160 dan -1,617 untuk memperkuat kekuatan tarik belah maksimum diperoleh dengan variasi 0%. Artinya, 3,575 MPa atau -1,617% lebih sedikit.

4.7 Kuat Geser Beton

Salah satu sifat beton keras adalah kuat gesernya. Retak terjadi ketika gaya yang diterapkan pada beton melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton. Pengujian kuat geser beton memberikan data dalam bentuk tegangan maksimum (P) pada saat beton mengalami keruntuhan. Hasil pengujian kuat geser beton ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan Tabel 4.22.



Tabel 4.22 menunjukkan hasil uji geser, atau nilai rata-rata uji kuat geser yang akan dikonversi.

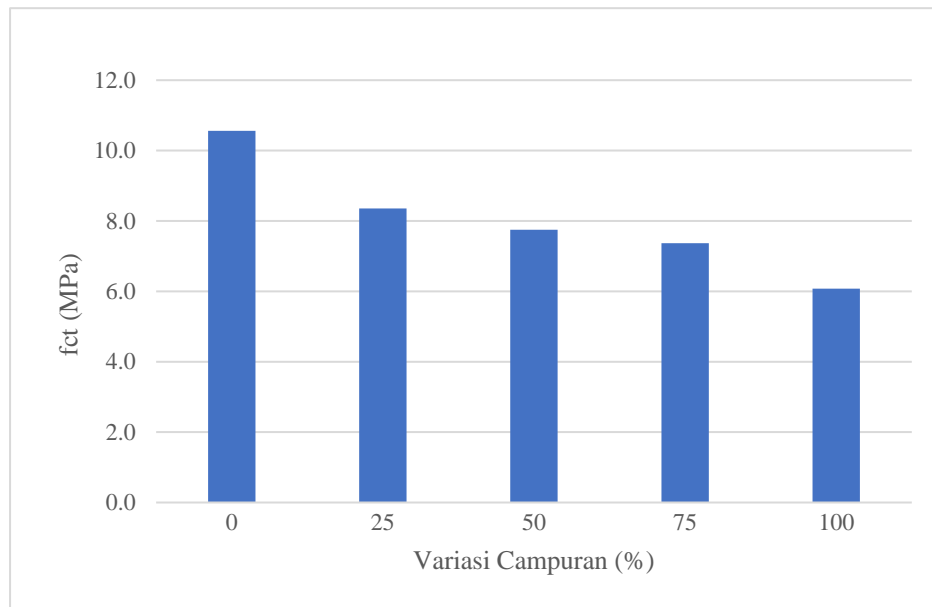
Tabel 4.22 hasil rata-rata dan nilai kuat geser beton yang sudah di konversi

No	Umur Beton	Variasi	Kuat Geser	Konversi	Hasil Mpa	Standar
1	7 hari	0%	6.864	0.65	10.560	Memenuhi Standar
2	7 hari	25%	5.432	0.65	8.357	Memenuhi Standar
3	7 hari	50%	5.037	0.65	7.749	Memenuhi Standar
4	7 hari	75%	4.79	0.65	7.369	Memenuhi Standar
5	7 hari	100%	3.951	0.65	6.078	Memenuhi Standar

Standar Kuat geser beton normal umur 28 hari : 4-17 MPa

Dari hasil konversi nilai kuat geser beton dari umur 7 hari menjadi 28 hari, nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada varian 0% campuran dengan nilai kuat geser 10.560 MPa, 25 %, 50%, Dari segi kekuatan, kuat geser campuran limbah genteng campuran sebanding dengan kuat geser standar beton polos, yaitu berkisar antara 4 MPa hingga 17 MPa, walaupun nilai sebesar 75% dan 100% campuran telah berkurang.

Gambar 4.13 menunjukkan hasil tabel konversi nilai rata-rata untuk uji kuat geser.



Gambar 4.13 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa nilai kuat geser minimum pada variasi 100% (menggunakan limbah genteng) terjadi pada nilai kuat geser beton sebesar 6.078 MPa, dan nilai kuat geser beton maksimum pada variasi 0% (menggunakan limbah genteng). Nilai kuat geser sebesar 10.560 MPa. Tabel 4.23 menunjukkan perbedaan nilai kuat belah beton pada penelitian ini.

Tabel 4.23 Selisih Nilai Kuat Geser Beton Yang Stelah Di Konversi

Kuat Tekan	Variasi Campuran	Kuat Geser	Selisih Kuat Geser Beton
------------	------------------	------------	--------------------------

Beton 0%	Beton	Mpa	Mpa	%
10.560	25%	8.357	-2.203	-20.861
	50%	7.749	-2.811	-26.619
	75%	7.369	-3.191	-30.217
	100%	6.078	-4.482	-42.443

Hasil pengujian menunjukkan penurunan kuat geser beton dengan meningkatnya hamburan bila menggunakan tile scrap. Dari Tabel 4.23 dapat kita lihat bahwa variasi tanpa pencampuran tile scrap memberikan variasi kuat geser beton terbesar 0 persen, atau 10.560 MPa. Terjadi penurunan sebesar -2203 (8357 MPa), -2811 (7749 MPa), -3191 (7369 MPa), dan -4482 (6078 MPa) untuk variasi 25 persen, 50 persen, 75 persen, dan 100 persen. Karena pecahan genteng menyerap terlalu banyak air dan berat jenis genteng kurang dari kerikil, nilai slump standar untuk kuat geser standar dalam campuran beton normal diberikan pada kenaikan 25%, 50%, 75% dan 100%. Semua variasi campuran memenuhi kriteria, dengan kuat geser tipikal beton polos antara 4 dan 17 MPa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan kami, kami dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai slump 25%, 50% dan 100% yang dicapai menggunakan limbah genteng sebagai pengganti agregat kasar menurun pada setiap variasi campuran, tetapi tetap dalam standar slump yang ditentukan yaitu 5,0 hingga 12,5.
2. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa penggunaan ubin limbah sebagai agregat kasar dalam campuran beton biasa tidak banyak merugikan karena kuat tekan beton menurun meskipun berubah dengan persentase tersebut. Namun kuat tekan beton pada campuran waste tile dengan variasi 25% meningkat sebesar 24.395 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton pada campuran 50%, 75%, dan 100% secara signifikan lebih tinggi dari kuat tekan, masing-masing kuat tekan terendah terdapat pada variasi 100% sebesar 12.386 MPa. Selain itu, walaupun uji kuat tarik belah dan kuat gesernya lebih rendah, memenuhi kriteria kuat tarik belah 1,6 sd 3 Mpa dan kuat geser 4 sd 17 Mpa. Komponen utama limbah genteng adalah lempung merah, yang banyak menyerap air dan bersifat rapuh, dan campuran berubah bentuk, kuat tekan berkurang, dan kuat tarik dan kuat geser beton berkurang, sehingga semua campuran dikurangi. lakukan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan selama pengujian ini, saran berikut dibuat.

1. Bagi peneliti lebih lanjut, kuat tekan beton berguna karena dimungkinkan untuk mencampur variasi skrap genteng dengan variasi yang berbeda.
2. Studi lebih lanjut tentang sifat mekanik dan kimia diperlukan untuk penggunaan agregat daur ulang sebagai campuran agregat kasar biasa.
3. Karena ubin tanah liat bersifat rapuh, diharapkan peneliti selanjutnya dapat menggunakan sisa ubin sebagai pengganti sebagian agregat halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, Semen Portland (NI-8), Jajasan Dana Normalisasi Indonesia. Semarang.
- Anonim, 2002, *SNI 03-3449-2002* Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 1998. SNI 03-1750-1990 Mutu dan Cara Uji Agregat. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. SNI 1970-2008. "Cara Uji Berat Jenis dan penyerapan Air Agregat Halus". Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971). Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Dewanto, D. J. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Genteng Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Doctoral Dissertation, Universitas Sangga Buana Ypkp).
- Ginting, A. (2011). Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur pada Berbagai Umur Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 110-125.
- Hansen, T.C. 1992. *Recycling of Demolished Concrete and Masonry*. 1st ed. Taylor & Francis Group.
- Indonesia, S. N. (1974). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta*.
- Muhammad Asri, ST. 2014. *Pemanfaatan Limbah Bangunan Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campuran Beton*. Langsa.
- Neville, A. M. dan Brooks, J. J, 1987. *Concrete Technology*. Longman Scientific & Technical, New York
- SNI 03-6820-2002. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran.
- Soemantoro M, Safrin Zuraidah, Rika Nosen, 2015. *Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar Pada Beton*
- Soemantoro, M., Zuraidah, S., & Nosen, R. (2017). *Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar Pada Beton*. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*,
- Tjokrodikuljo, K., 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodikuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.
- Tjokrodikuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.

● **41% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 40% Internet database
- 11% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 27% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	repository.ummat.ac.id Internet	7%
2	Dspace.Uii.Ac.Id Internet	6%
3	scribd.com Internet	2%
4	text-id.123dok.com Internet	2%
5	docplayer.info Internet	2%
6	kampungku3bukit.blogspot.com Internet	2%
7	eprints.unram.ac.id Internet	1%
8	id.scribd.com Internet	1%

9	dspace.uui.ac.id Internet	1%
10	123dok.com Internet	<1%
11	slideshare.net Internet	<1%
12	jurnal.syntaxliterate.co.id Internet	<1%
13	Universitas Islam Indonesia on 2018-07-30 Submitted works	<1%
14	pt.scribd.com Internet	<1%
15	repository.uhn.ac.id Internet	<1%
16	repositori.usu.ac.id Internet	<1%
17	e-journal.uajy.ac.id Internet	<1%
18	repository.ub.ac.id Internet	<1%
19	Higher Education Commission Pakistan on 2019-08-22 Submitted works	<1%
20	Repository.Umsu.Ac.Id Internet	<1%

21	eprints.polbeng.ac.id	<1%
	Internet	
22	digilib.polban.ac.id	<1%
	Internet	
23	adoc.pub	<1%
	Internet	
24	repository.its.ac.id	<1%
	Internet	
25	repository.umsu.ac.id	<1%
	Internet	
26	eprints.itn.ac.id	<1%
	Internet	
27	Universitas Muhammadiyah Sukabumi on 2022-08-05	<1%
	Submitted works	
28	adiyana038.wordpress.com	<1%
	Internet	
29	eprints.undip.ac.id	<1%
	Internet	
30	repository.unja.ac.id	<1%
	Internet	
31	docobook.com	<1%
	Internet	
32	eprints.uns.ac.id	<1%
	Internet	

33	eprints.ums.ac.id	Internet	<1%
34	id.123dok.com	Internet	<1%
35	repository.maranatha.edu	Internet	<1%
36	lib.ui.ac.id	Internet	<1%
37	repository.ung.ac.id	Internet	<1%
38	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-09-30	Submitted works	<1%
39	Universitas Bina Darma on 2022-05-19	Submitted works	<1%
40	media.neliti.com	Internet	<1%
41	Sriwijaya University on 2019-07-31	Submitted works	<1%
42	Universitas Islam Indonesia on 2018-01-02	Submitted works	<1%
43	sipil.studentjournal.ub.ac.id	Internet	<1%
44	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-09-30	Submitted works	<1%

45	jurnal.untad.ac.id Internet	<1%
46	lib.unnes.ac.id Internet	<1%
47	91lapc.blogspot.com Internet	<1%
48	Universitas Negeri Jakarta on 2019-03-03 Submitted works	<1%
49	eprints.polsri.ac.id Internet	<1%
50	garuda.ristekbrin.go.id Internet	<1%
51	repository.ubb.ac.id Internet	<1%
52	Universitas Bung Hatta on 2022-02-09 Submitted works	<1%
53	core.ac.uk Internet	<1%
54	ejournal.unsrat.ac.id Internet	<1%
55	eprints.uny.ac.id Internet	<1%
56	ojs.unik-kediri.ac.id Internet	<1%

57	rekayasapil.ub.ac.id Internet	<1%
58	Universitas Islam Indonesia on 2021-09-02 Submitted works	<1%
59	Universitas Merdeka Malang on 2020-03-23 Submitted works	<1%
60	Universitas Bung Hatta on 2022-02-04 Submitted works	<1%
61	Universitas Bung Hatta on 2022-03-11 Submitted works	<1%
62	Universitas Bina Darma on 2022-07-21 Submitted works	<1%
63	Universitas Islam Indonesia on 2018-07-31 Submitted works	<1%
64	anzdoc.com Internet	<1%
65	Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta on 2022-04-26 Submitted works	<1%
66	Sriwijaya University on 2019-07-30 Submitted works	<1%
67	Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2015-08-06 Submitted works	<1%
68	journal.uny.ac.id Internet	<1%

69	repository.usbypkp.ac.id	Internet	<1%
70	repository.ppns.ac.id	Internet	<1%
71	ejournal.ftunram.ac.id	Internet	<1%
72	phiral.net	Internet	<1%
73	repository.upstegal.ac.id	Internet	<1%
74	Universitas Negeri Jakarta on 2021-01-21	Submitted works	<1%
75	Universitas PGRI Palembang on 2022-07-20	Submitted works	<1%
76	cot.unhas.ac.id	Internet	<1%
77	e-journal.unwiku.ac.id	Internet	<1%
78	eprints.umm.ac.id	Internet	<1%
79	eprints.unm.ac.id	Internet	<1%
80	jurnal.pnj.ac.id	Internet	<1%

81	nanopdf.com Internet	<1%
82	yumpu.com Internet	<1%
83	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-10-16 Submitted works	<1%
84	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta on 2018-06-07 Submitted works	<1%
85	Universitas Pelita Harapan Submitted works	<1%
86	Universitas Tidar on 2021-06-15 Submitted works	<1%
87	jurnal.untan.ac.id Internet	<1%
88	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-09-30 Submitted works	<1%
89	Universitas Muhammadiyah Sukabumi on 2022-07-06 Submitted works	<1%
90	Universitas Negeri Jakarta on 2021-01-29 Submitted works	<1%