

## ANALISIS PENGARUH LIMBAH KARDUS SEBAGAI PENGGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS (PASIR) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Memenuhi Penyusunan Skripsi Jenjang S1 Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

## MOCH RIZQI RAMAYANSAH NPM. 6517500059

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2023**

i

# LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH PROPOSAL

Judul : Analisis Pengaruh Limbah Kardus Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Pasir) Terhadap Kuat Tekan Beton

Nama Penulis : Moch Rizqi Ramayansah NPM : 6517500059

Skripsi ini telah disetujui untuk diseminarkan :

Hari : Jumat

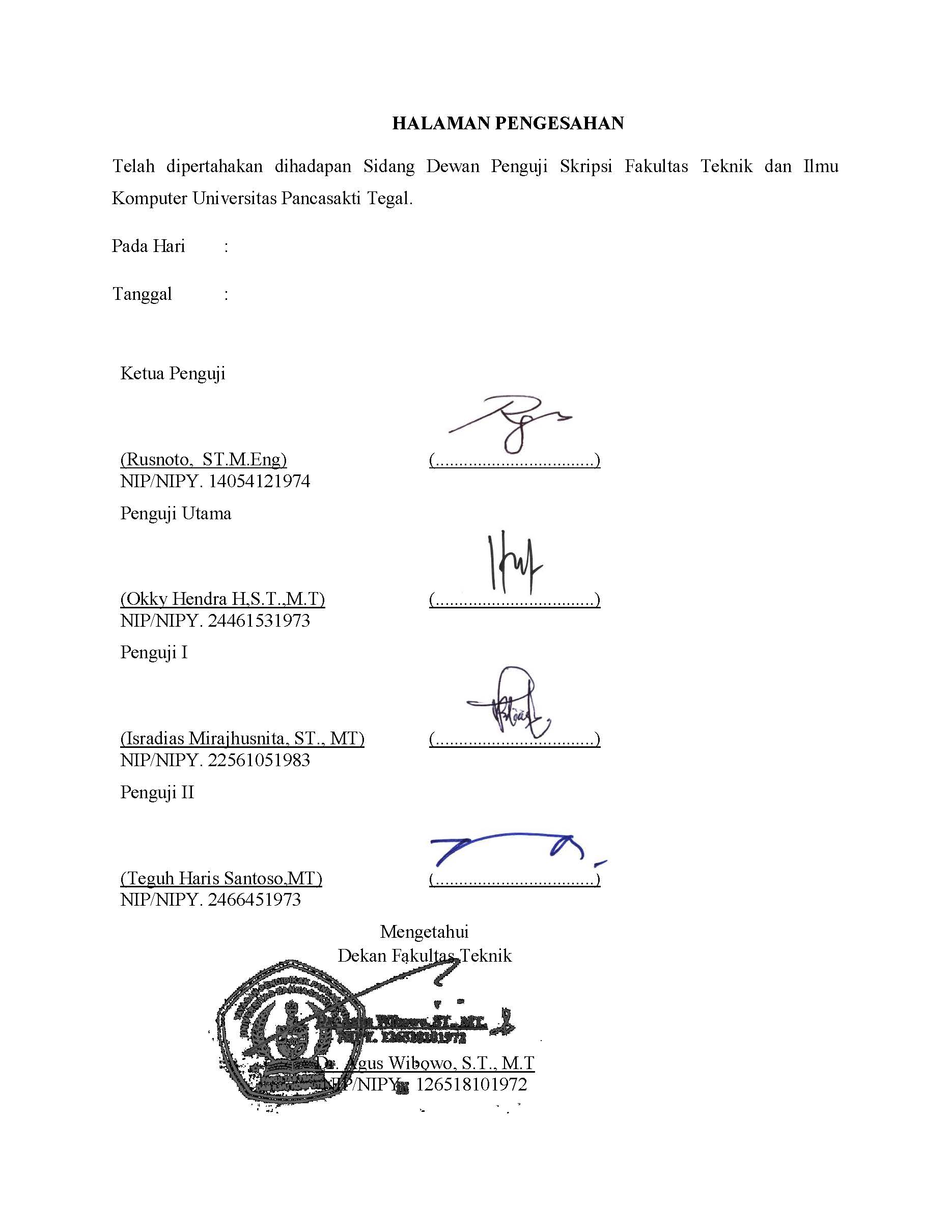
Tanggal : 10 Desember 2022

Pembimbing I Pembimbing II



(**Isradias Mirajhusnita, ST., MT.**) (**Teguh Haris Santoso,ST.,MT.**) **NIPY**. 22561051983 **NIPY**. 24461531983

ii

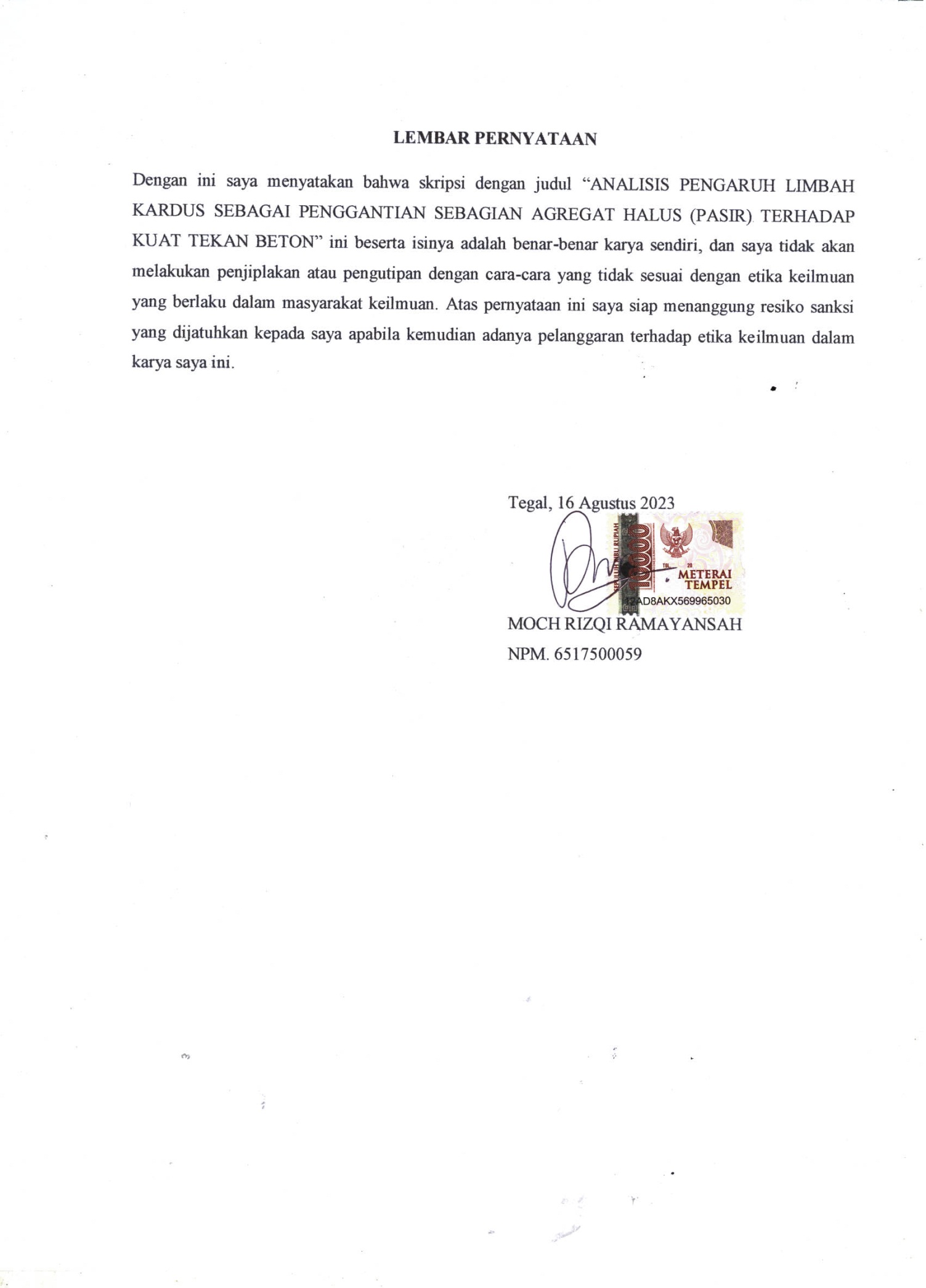
**HALAMAN PENGESAHAN**

Telah dipertahakan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari : Jumat

Tanggal : 04 Agustus 2023

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Ketua Penguji  (Rusnoto, ST.M.Eng)  NIP/NIPY. 14054121974 | C:\Users\ANUGRAH1\Downloads\11.jpg  (..................................) |
| Penguji Utama  (Okky Hendra H,S.T.,M.T)  NIP/NIPY. 24461531973 | C:\Users\ANUGRAH1\Downloads\22.jpg  (..................................) |
| Penguji I  (Isradias Mirajhusnita, ST., MT)  NIP/NIPY. 22561051983 | C:\Users\ANUGRAH1\Downloads\3.jpg  (..................................) |
| Penguji II  (Teguh Haris Santoso,MT)  NIP/NIPY. 2466451973 | C:\Users\ANUGRAH1\Downloads\2.jpg  (..................................) |
| Mengetahui | |
| Dekan Fakultas Teknik | |



**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH LIMBAH KARDUS SEBAGAI PENGGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS (PASIR) TERHADAP KUAT TEKAN BETON” ini beserta isinya adalah benar-benar karya sendiri, dan saya tidak akan melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini.

Tegal, 16 Agustus 2023

MOCH RIZQI RAMAYANSAH

NPM. 6517500059

# KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “Analisis Pengaruh Limbah Kardus Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Pasir) Terhadap Kuat Tekan Beton “ Penyusunan proposal skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan Strata Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Ibu Isradias Mirajhusnita, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing I ,Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak Teguh Haris Santoso ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
5. Teman-teman dikampus & keluargaku khususnya Ibu dan Bapak, yang tak pernah lelah memberikan do’a & semangat kepadaku.
6. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai.

Akhir kata, penulis telah berusaha memeberikan hasil yang terbaik, kesalahan yang ada pada penelitian ini. Mohon izin, diberikan masukan yang membangun. Semoga penelitian berguna dan bermanfaat bagi pembaca. Amiin.

Tegal, 3 November 2022

Penulis

Moch Rizqi Ramayansah

iii

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDU[L i](#_bookmark0)

[HALAMAN PERSETUJUAN ii](#_bookmark1)

[KATA PENGANTAR iii](#_bookmark2)

[DAFTAR ISI iv](#_bookmark3)

[DAFTAR GAMBAR vi](#_bookmark4)

[DAFTAR TABEL vii](#_bookmark5)

[BAB I 1](#_bookmark6)

[PENDAHULUAN 1](#_bookmark7)

1. [Latar Belakang 1](#_bookmark8)
2. [Batasan Masalah 4](#_bookmark9)
3. [Rumusan Masalah 4](#_bookmark10)
4. [Tujuan Penelitian 5](#_bookmark11)
5. [Manfaat Penelitian 5](#_bookmark12)
6. [Sistematika Penulisan 5](#_bookmark13)

[BAB II 7](#_bookmark14)

[LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA 7](#_bookmark15)

1. [Landasan Teori 7](#_bookmark16)
   1. [Beton 7](#_bookmark17)
   2. [Bahan Penyusun Beton 8](#_bookmark18)
   3. [Kardus (Limbah Kardus Air Mineral) 22](#_bookmark24)
   4. [Uji Kuat Beton 22](#_bookmark26)
2. [Tinjauan Pustaka 24](#_bookmark28)

iv

[BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31](#_bookmark29)

1. [Metedelogi Penelitian 31](#_bookmark30)
2. [Variabel Penelitian 31](#_bookmark31)

[Variabel Bebas 31](#_bookmark33)

[Variabel Terikat 31](#_bookmark34)

1. [Tempat penelitian 31](#_bookmark35)
2. [Waktu Penelitian 32](#_bookmark37)
3. [Instrumen Penelitian 33](#_bookmark39)
   1. [Bahan-bahan penelitian 33](#_bookmark40)
4. [Prosedur Perencanaan Penelitian 36](#_bookmark42)
5. [Diagram Alir 42](#_bookmark43)

[BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 43](#_bookmark45)

1. [Pengujian fisik material 43](#_bookmark46)
2. [Perhitungan rencana campuran beton (Mixing) 53](#_bookmark63)
3. [Hasil Slump Test 56](#_bookmark71)
4. [Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 57](#_bookmark73)

[BAB V 61](#_bookmark80)

[PENUTUP 61](#_bookmark81)

1. [Kesimpulan 61](#_bookmark82)
2. [Saran 62](#_bookmark84)

[DAFTAR PUSTAKA ................................................................................................](#_bookmark85)

[LAMPIRAN...............................................................................................................](#_bookmark86)

v

[Gambar 2. 1 Semen Portland Gresik 8](#_bookmark19)

[Gambar 2. 2 Kardus 22](#_bookmark25)

[Gambar 3. 1 PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara 32](#_bookmark36)

[Gambar 3. 2 Diagram alur penelitian 42](#_bookmark44)

[Gambar 3. 3 Hasil pengujian kadar air agregat kasar 50](#_bookmark57)

[Gambar 3. 4 Pengujian kadar lumpur agregat kasar 53](#_bookmark62)

[Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus 44](#_bookmark48)

[Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus 46](#_bookmark50)

[Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus 47](#_bookmark52)

[Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar 49](#_bookmark55)

[Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari 57](#_bookmark75)

[Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari 58](#_bookmark77)

[Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari 59](#_bookmark79)

vi

**DAFTAR TABEL**

[Tabel 2. 1 Batas gradasi agregat halus 10](#_bookmark20)

[Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus 14](#_bookmark21)

[Tabel 2. 3 Acuan Nilai Slump Untuk Beton Segar Pada Elemen Struktur 16](#_bookmark22)

[Tabel 2. 4 elemen Struktur 20](#_bookmark23)

[Tabel 2. 5 Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Benda Uji 23](#_bookmark27)

[Tabel 3. 1 hubungan variabel 31](#_bookmark32)

[Tabel 3. 2 Tahapan Kegiatan 32](#_bookmark38)

[Tabel 3. 3 persentase campuran 33](#_bookmark41)

[Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus 44](#_bookmark47)

[Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus 45](#_bookmark49)

[Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus 46](#_bookmark51)

[Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus 48](#_bookmark53)

[Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar 49](#_bookmark54)

[Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar 50](#_bookmark56)

[Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar 51](#_bookmark58)

[Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus 51](#_bookmark59)

[Tabel 4. 9 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar 52](#_bookmark60)

[Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar 52](#_bookmark61)

[Tabel 4. 11 Campuran Beton Normal 54](#_bookmark64)

[Tabel 4. 12 Kebutuhan Material Per M³ 55](#_bookmark65)

[Tabel 4. 13 Kebutuhan Material 5 Benda Uji 55](#_bookmark66)

[Tabel 4. 14 Mix Design Beton (0% Limbah Kardus) 55](#_bookmark67)

[Tabel 4. 15 Mix Design Beton (1% Limbah Kardus) 56](#_bookmark68)

[Tabel 4. 16 Mix Design Beton (3% Limbah Kardus) 56](#_bookmark69)

[Tabel 4. 17 Mix Design Beton (5% Limbah Kardus) 56](#_bookmark70)

[Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Slump 56](#_bookmark72)

[Tabel 4. 19 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari 57](#_bookmark74)

[Tabel 4. 20 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari 58](#_bookmark76)

[Tabel 4. 21 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari 59](#_bookmark78)

vii

[Tabel 5. 1 Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata Beton 61](#_bookmark83)

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Beton dalam konstruksi Teknik didefinisikan sebagai batu buatan yang dicetak pada suatu wadah atau cetakan dalam keadaan cair atau kental, yang kemudian sangat mampu mengeras sangat baik. Beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar dansuatu bahan pengikat. Beton merupakan hal yang paling utama dalam suatu konstruksi, hamper setiap aspek tidak dapat terlepas dari suatu beton.

Beton adalah bagian yang sangat penting perannya karena berhubungan dengan struktur seperti sloof, kolom, dan balok serta bagian lain yang penerapannya menggunakan bahan cor dalam pengerjaaannya. Penggunaan beton dalam konstruksi juga akan sangat berpengaruh terhadap ketahan sebuah bangunan serta dengan didukung oleh kemajuan teknologi dalam konstruksi yang berkembang sehingga terus mengalami peningkatan.

Dunia perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat, seiring dengan hal tersebut mengakibatkan meningkatnya peningkatan mobilisasi penduduk dan pembangunan infrastruktur meningkat, sehingga muncul inovasi terbaru dalam sektor pembangunan dengan mengutamakan alam. Dibutuhkan juga sarana penunjang infrastruktur bangunan dan transportasi yang cukup memadai untuk menampung volume penduduk untuk masa depan. Terutama di fasilitas umum seperti bangunan gedung, jembatan, mall, dll. Oleh karena

1

karena itu penduduk banyak dan bangunan sipil yang sering dipakai maupun lewati kendaraan-kendaraan maupun beban yang terkadang jalanan tersebut walaupun sudah di perbaiki akan tetapi masih saja rusak atau jembatan yang kurang terawat, karena itu Limbah kardus merupakan salah satu produk yang sangat berguna belakangan ini. Kegunaannya antara lain adalah sebagai kemasan, kantong, dan sebagainya. Pada dasarnya yang menyebabkan kardus banyak digunakan karena sifat terurai beserta fleksibel dan kuat. Selain itu bahan baku dari pembuatan kardus murah dan prosesnya juga murah, sehingga harga jual dari kardus tidak terlalu mahal.

Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Kardus Dalam Campuran Beton Kertas (Paper Crete) Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Bata Beton menurut Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air bata beton dengan menggunakan agregat halus berupa kapur alam dan subtitusi bubur kertas kardus. Dalam penelitian ini meninjau penggunaan bubur kertas kardus sebagai bahan subtitusi. Sifat mekanik bata beton yang diuji dengan total benda uji sebanyak 60 buah. Yang meliputi kuat tekan sebanyak 36 benda uji dan absorbsi sebanyak 24 benda uji dengan standart SNI 03- 0349-1989. Pengujian dilakukan pada umur perawatan 3 hari, 7 hari, dan 28 hari, dengan dimensi benda uji 20 cm x 10 cm x 10 cm. Dengan 4 variasi campuran penambahan yaitu 0%, 0,5%, 0,75% dan 1%. Pada umur 28 hari untuk kuat

tekan dengan campuran 0%, 0,5%, 0,75% dan 1% mendapat hasil masing-

masing 68,83 kg/cm2 (6,7 Mpa), 75,63 kg/cm2 (7,4 Mpa), 54,39 kg/cm2 (5,3 Mpa), dan 39,94 kg/cm2 (3,9 Mpa), untuk absorbsinya masing-masing

mendapat 15,13%, 15,33%, 15,62% dan 16,80%. Maka berdasarkan SNI 03- 0349-1989, bata beton dengan campuran 0,5%, dengan nilai kuat tekan sebesar 75,63 kg/cm2 dan nilai serapan air yang Seiring dengan perkembangan zaman, penawaran dan permintaan dari penggunaan karduspun meningkat pada sektor industri atau masyarakat. Namun dengan adanya peningkatan penggunaan dari kardus maka limbah kardus meningkat . Kertas merupakan bahan baku pembuatan kardus sesuai kebutuhan industri yang mudah terurai. Sehingga banyak sampah plastik yang tertimbun dan tidak terolah dengan baik dan benar. Umumnya dimasyarakat maupuni di TPA (Tempat Pembuangan Akhir), timbunan sampah kardus diambil lalu dijual ke pengepul atau sebagian dibakar yang tidak masuk kriteria untuk mengurangi jumlah sampah yang ada. Adapun pengolahan lain yang umum dilakukan adalah dengan cara mendaur ulang sampah. Metode ini salah satu metode yang baik karena memanfaatkan kembali sampah kertas yang ada, namun masyarakat mendaur ulang kardus pada jenis dan warna tertentu. Sampah kardus yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sampah kardus makanan ataupun minuman yang merupakan bahan baku pengemasan dimana umumnya hasil produksi berbentuk macam – macam sesuai penggunaan.

Inovasi dari permasalahan tersebut yaitu penulis berusaha melakukan penelitian berupa inovasi yang di harapkan berguna untuk nantinya menekan jumlah limbah berupa kardus yang banyak menjadi persoalan di berbagai wilayah di Indonesia. Memanfaatkan limbah kardus sebagai campuran agregat yang di harapkan memunculkan baru kuat tekan

beton yang bernilai ekonomis dan sangat mudah dicari menjadikan ramah lingkungan, dengan judul “Analisis Pengaruh Limbah Kardus Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Pasir) Terhadap Kuat Tekan Beton”

## Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Batasan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

* 1. Semen yang di gunakan adalah semen Portland merek gresik.
  2. Pengujian sempel beton slinder dengan uji kuat tekan beton pada masa umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
  3. Pengujian beton menggunakan mesin compression tes atau alat penekan beton yang akan dilaksanakan di PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara.
  4. Limbah yang di gunakan berupa kardus bekas makanan atau minuman.
  5. Presentase limbah kardus yang di gunakan adalah 0%, 1%, 3% dan 5% .
  6. Kardus yang digunakan dari limbah kardus mineral.

## Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

* 1. Berapakah nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada beton dengan menambahkan pecahan limbah kardus 0%, 1%, 3% dan 5%
  2. Berapakah kuat tekan beton maksimal limbah kardus?
  3. Bagimana pegaruh penambahan limbah kardus pada campuran beton

terhadap kuat tekan beton?

## Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

* 1. Mengetahui nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada beton normal dengan menambahkan pecahan limbah kardus 0%, 1%, 3% dan 5%?
  2. Mengetahui kekuatan tekan beton maksimal pada limbah kardus?
  3. Mengetahui pengaruh penambahan limbah kardus pada kuat tekan beton?

## Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

* 1. Memperoleh data maupun nilai hasil uji tes dari hasil kuat tekan beton limbah kardus.
  2. Memperoleh nilai dari hasil kuat tekan beton maksimal pada limbah kardus?
  3. Memperoleh nilai dari hasil pengujian mengenai efesiensi pengunaan beton limbah kardus untuk di terapkan pada kontruksi?

## Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

## BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB I menjelaskan tentang latar belakang masalah,

batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian

## BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB II menjelaskan tentang landasan teori, bahan penyusunan beton, kuat tekan beton, perencanaan campuran beton serta tinjauan pustaka yang berisi penelitian-penelitian sebelumnya.

## BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang data-data penelitian yang selanjutnya akan digunakan dalam analisa data

## BAB IV HASIL DAN PENAMBAHASAN

Pada bab ini tentang uraian data-data yang telah dikumpulkan dalam penelitian yang selanjutnya akan digunakan dalam analisa data.

## BAB V PENUTUPAN

Bab ini memuat kesimpulan dan sarana dari penelitian yang sudah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang material dan metode yang akan digunakan penulis dalam penelitian.

## LAMPIRAN

Memuat data-data dan gambar yang menjadi pendukung dari penelitian yang dilakukan.

# BAB II

**LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

## Landasan Teori

* 1. **Beton**

Beton adalah bahan konstruksi yang terbuat dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan semen sebagai matrik bahan pengikat (Hermawan, 2018). Beton terdiri dari campuran semen, agregat, air dan bahan tambah. Bahan tambah beton (*admixture*) memiliki peran penting dalam pembuatan beton karena mampu mengubah sifat beton agar sesuai dengan kebutuhan (Candra, 2020:330). Beton memiliki sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Selain sifat dasar tersebut, beton juga memiliki sifat kekedapan dan keawetan. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh ketiga faktor penting yaitu: Bahan penyusun beton, Pengerjaan beton, Perawatan beton, dan Umur Beton.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200– 2500) kg/m3 menggunakan agregat alam yang dipecah. Berdasarkan pedoman Pd T-07- 2005-B beton mutu sedang didefinisikan dengan beton yang memiliki kuat tekan 20–<35 MPa. Pengujian mutu kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm. (SNI 0328342000, 2000). Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO2 (*silicon* dioxida) yang dapat diperoleh dari silica mineral, nabati, dan sintesiskristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam

7

tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan *fledsfar* yang mengandung kristal-kristal (SiO2) silica (Bragmann and Goncalves, 2006).

## Bahan Penyusun Beton

* + 1. Semen Portland



## Gambar 2. 1 Semen Portland Gresik

Semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 15-2049- 2004, 2004). Semen dibagi menjadi dua kelompok, yaitu semen hidrolik dan semen non hidrolik. Semen hidrolik memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air sedangkan semen non hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, namun dapat mengeras diudara (Mulyono, 2005).

Berdasarakan SNI 15-2049-2004 tentang semen portland, jenis dan penggunaan semen dibagi menjadi lima jenis, yaitu :

* + - 1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
      2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
      3. Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
      4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
      5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.
    1. Agregat Halus (Pasir)

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kandungan agregat dalam beton biasanya tinggi, berkisar 60%- 70% dari berat campuran beton. Agregat dibagi menjadi dua, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus atau biasa disebut dengan pasir, berdasarakan ulasan PB,1989:9 dalam Tri Mulyono, 2005 agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976). Agregat halus dikelompokan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam tabel berikut ini.

## Tabel 2. 1 Batas gradasi agregat halus

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lubang ayakan (mm) | Persen berat butir yang lewat ayakan | | | |
| I | II | III | IV |
| 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 – 59 | 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 : Tri Mulyono, 2005 Keterangan :

Daerah Gradasi I = Pasir kasar Daerah Gradasi II = Pasir agak kasar Daerah Gradasi III = Pasir agak halus Daerah Gradasi IV = Pasir halus

* + 1. Agregat Kasar (kerikil)

Agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran butir minimal 5 mm dan ukuran maksimum 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan.

Agergat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976). Ukuran agregat dapat

mempengaruhi kekuatan tekan beton dan kemudahan dalam pengerjaannya. (PB, 1989:9) dalam

(Mulyono, 2005)

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 ukuran maksimum butir agregat telah dibatasi dalam ketentuan berikut ini :

1. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
2. Sepertiga dari tebal pelat.
3. Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan beratnya. Menurut Mulyono (2005) agregat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Agregat normal

Agregat normal dihasilkan dari pemecahan batuan dengan *quarry*

atau langsung dari sumber alam. Berat jenis rata-ratanya adalah 2.5-

2.7 gr/cm3. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya.

1. Agregat ringan

Agregat ringan digunakan untuk menghasilkan beton yang ringan. Berat isi agregat ini berkisar 350-880 kg/m3 untuk agregat kasarnya dan 750-1200 kg/m3 untuk agregat halus.

1. Agregat berat

Agregat berat mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m3.

Contohnya adalah magnetic (Fe3O4), barytes (BaSO4) dan serbuk besi. Beton yang menggunakan agregat berat biasanya digunakan sebagai pelindung dari sinar radiasi sinar-X.

* + 1. Pemeriksaan Sifat Fisik Material Penyusun Beton
       1. Pengujian Kadar Lumpur

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui presentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat karena kadar lumpur merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi mutu beton, pengujian ini dilakukan untuk menentukan juga apakah agregat tersebut baik atau tidak jika digunakan untuk campuran beton.

Menurut SK-SNI-S-04-1989-F untuk agregat halus kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 0,074 mm atau No.200 kadar maksimumnya yaitu 5% dari berat pasir. Pengujian kadar lumpur pada agregat halus menggunakan rumus dibawah ini:

* + - 1. Pengujian Kadar Air Agregat

Pengujian kadar air agregat bertujuan untuk menentukan besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat yaitu perbandingan antara berat agregat kering dengan berat semula yang dinyatakan dalam persen.

* + - 1. Pengujian Berat Jenis Agregat dan Pengujian Penyerapan Air

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang akan diisi oleh agregat dan juga untuk menentukan berapa banyaknnya

campuran agregat yang diperlukan dalam campuran beton. Hubungan berat jenis dengan daya serap air agregat adalah semakin tinggi nilai berat jenis maka akan semakin kecil daya serap air dalam agregat tersebut.

* + - 1. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian gradasi agregat dengan menggunakan hasil analisa saringan. Dalam pengujian agregat halus akan diperoleh zona agregat halus yang bisa mempengaruhi porositas dan bisa berpengaruh pula terhadap kedap air dan kepadatan beton akan tetapi sebelum pengujian penyaringan dilakukan agregat halus harus dalam keadaan konstan agar tidak menyerap air, sedangkan agregat kasar akan mendapatkan ukuran agregat yang diteliti.

Gradasi agregat dibagi menjadi tiga macam yaitu menerus, seragam, dan sela, dalam pekerjaan beton yang sering digunakan adalah agregat normal dengan gradasi yang memenuhi standar, akan tetapi dalam keperluan khusus sering kali digunakan agregat ringan maupun berat.

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 zona yaitu sebagai berikut:

## Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lubang Ayakan | Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan | | | |
| Zona I | Zona II | Zona III | Zona IV |
| 10 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | 90 – 100 | 90 – 100 | 90 – 100 | 95 – 100 |
| 2,4 | 60 – 95 | 85 – 100 | 85 – 100 | 95 – 100 |
| 1,2 | 30 – 70 | 75 – 100 | 75 – 100 | 90 – 100 |
| 0,6 | 15 – 34 | 60 – 79 | 60 – 79 | 80 – 100 |
| 0,3 | 5 – 20 | 12 – 40 | 12 – 40 | 15 – 50 |
| 0,15 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 15 |

Sumber: Mulyono T, 2004.

* + - 1. Pengujian Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus, agregat kasar atau campur dan penetapan rongga udara. Berat isi kering udara agregat dihitung dalam keadan kering oven dan kering permukaan, pada kondisi padat dn gembur nilai berat isi kondisi gembur masih terdapat rongga-rongga sedangkan pada kondisi padat tidak terdapat rongga. Berat isi beton menurut SII No.52-1980 diisyaratkan harus lebih dari 1,2 – 1,5 gr/cmᶾ.

* + - 1. Slump Test

Slump test dilakukan tujuannya untuk mengetahui kelecakan atau sebeapa encer adukan beton yang sudah dibuat,dan memastikan bahwa beton yang telah dibuat itu tidak terlalu encer juga tidak terlalu keras. Slump yang diukur harus berada dalam batas toleransi yang telah ditargetkan.

Peralatan yang digunakan untuk melakukan slump tes yaitu ada beberapa diantaranya adalah :

* + - * 1. *Slump cone* standar yang berdiameter atas 100 mm, diameter bawah 200 mm, serta tinggi 300 mm,
        2. Sekop kecil yang akan digunakan untuk mengambil adukan yang akan dilakukan *slump test*,
        3. Batang besi berbentuk silinder dengan panjang 600 mm, dan diameter 16 mm,
        4. Papan slump ukuran 500x500 mm.

Langkah–langkah yang perlu dilakukan ketika akan dilaksanakan slump test yaitu sebagai berikut :

1. Bersihkan dan basahi permukaan cone atau kerucut abrams terlebih dahulu, lalu tempatkan diatas papan slump yang sudah bersih dan tidak mudah geser dan tidak miring, setelah itu ambil sampel betonnya.
2. Pijakan kaki pada bagian kuping yang ada pada kerucut abrams, isi kecurut abrams atau cone sebanyak sepertiga bagian dengan sampel beton yang akan di test, lalu padatkan dengan cara menusuk-nusuk beton sebanyak 25 kali lakukan dibagian luar sampai kebagian dalam.
3. Setelah itu isi lagi sampai 2/3 bagian kerucut abrams dan lakukan lagi menusukk-nusuk beton sebanyak 25 kali sampai dibagian atas lapisan pertama bukan didasar kerucut abrams.
4. Ratakan bagian atas beton yang meluap menggunakan batang besi, dan bersihkan papan slump disekitar kerucut abrams, lalu tekan pijakan kebawah dan lepaskan pijakan.
5. Angkat kerucut abrams secara perlahan-lahan supaya sampel tidak bergerak atau geser.
6. Balikan kerucut abrams, tempatkan disamping sampel kemudian letakan besi batang diatas kerucut abrams yang terbalik.
7. Ukur slump menggunakan meteran atau mistar dibeberapa titik, dan catat rata-ratannya.
8. Jika sampel gagal, maka harus dilakukan test kembali tetapi menggunakan sampel lain, jika masih gagal juga artinya beton tersebut tidak layak untuk digunakan atau boleh ditolak.

## Tabel 2. 3 Acuan Nilai Slump Untuk Beton Segar Pada Elemen Struktur

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Elemen Struktur** | **Slump Maks (cm)** | **SlumpMin (cm)** |
| 1 | Plat pondasi, pondasi telapak bertulang | 12,5 | 5,0 |
| 2 | Pondasi telapak tidak bertulang, konstruksi bawah tanah | 9,0 | 2,5 |
| 3 | Plat lantai, balok, kolom, Dinding | 15,0 | 7,5 |
| 4 | Jalan beton bertulang | 7,5 | 5,0 |
| 5 | Pembetonan masal | 7,5 | 2,5 |

Sumber : PBI 1971 N.I.-2

* + - 1. Perawatan Beton atau *Curing*

Perawatan beton atau curing dilakukan pada saat beton mulai mengeras yang bermaksud untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga suhu beton atau kelembaban beton sehingga beton bisa mencapai mutu beton yang diinginkan.

Curing dilakukan setelah bekisting beton dibongkar dengan durasi yang telah ditentukan yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Proses curing pada beton sangat berperan penting pada pengebangan kekuatan dan daya tahan beton.

1. Tujuan Perawatan beton
   1. Menjaga beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat *setting time concrete.*
   2. Menjaga perbedaan suhu beton dengan lingkungan.
   3. Menjaga beton dari kehilangan air akibat penguapan pada hari- hari pertama.
   4. Menjaga keretakan.
   5. Untuk mendapatkan kekuatan beton yang tinggi
   6. Metode Perawatan Beton

Pemilihan cara yang tepat dalam melakukan perawatan beton merupakan suatu hal yang harus diperhatikan dengan sangat karena

akan berpengaruh pada biaya yang akan dikeluarkan. Metode perawatan beton ada banyak jenis nya yang umum dilakukan

yaitu sebagai berikut:

1. Metode Perawatan Beton
   1. Perawatan Dengan Pembasahan
      1. Menaruh beton segar dalam ruagan yang lembab.
      2. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
      3. Menaruh beton segar dalam genangan air.
      4. Melapisi permukaan beton dengan material khusus

*(Curing Compound).*

* + 1. Menyirami permukaan beton secara continue.
  1. Perawatan Dengan Penguapan

Sebelum perawatan dengan penguapan dilakukan, beton harus didiamkan terlebih dahulu dan berada pada suhu 10° - 30°C selama beberapa jam. Perawatan dengan penguapan biasanya sangan berguna untuk daerah yang mempunyai musim dingin. Perawatan penguapan ini harus diikuti dengan perawatan pembasahan setelah lebih dari 24 jam, minimal selama 7 hari, supaya kekuatan tekan dapat tercpai sesuai dengan rencana pada umur beton 28 hari.

Perawatan dengan cara penguapan dilakukan dengan 2 cara ialah sebagai berikut:

* + 1. Perawatan dengan tekanan yang rendah berlangsung selama 10 – 12 jam denga tekanan berkisar antara 40° - 55°C.
    2. Perawatan dengan tekanan tinggi berlagsung selama 10 –

16 jam dengan tekanan pada suhu 65° - 95°C, dengan suhu akhir 40° - 55°C.

* 1. Perawatan Dengan Membran

Membran yang digunakan untuk perawatan ini merupakan penghalang fisik untuk menghalangi pengupan air. Bahan yang digunakan harus kering dalam waktu 4 jam atau sesuai dengan final time setting. Bahan yang digunkan pada metode ini adalah bahan yang membentuk lembaran yang melekat tapi tidak menyatu pada beton, tidak memiliki lubanglubang kecil, tidak beracun, dan tidak membahayakan kualitas beton. Metode perawatan ini sangat bermanfaat untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton.

* + - 1. Bahan Tambah (*Additive*)

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Dalam *Standard definitions of Terminology Relating to Concrete dan Concrete Agregates* (ASTM C.125-1996:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik

yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

(Mulyono, 2005).

Kardus bekas adalah libah yandg dapat diolah menjadi produk kerajinan tetapi pada penelitian ini kardus bekas digunakan untuk penganti sebagian bahan beton.

## Tabel 2. 4 elemen Struktur

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Elemen Struktur** | **Slump Maks (cm)** | **Slump Min**  **(cm)** |
| 1 | Plat pondasi, pondasi telapak bertulang | 12,5 | 5,0 |
| 2 | Pondasi telapak tidak bertulang, konstruksi bawah tanah | 9,0 | 2,5 |
| 3 | Plat lantai, balok, kolom, Dinding | 15,0 | 7,5 |
| 4 | Jalan beton bertulang | 7,5 | 5,0 |
| 5 | Pembetonan masal | 7,5 | 2,5 |

Sumber : PBI 1971 N.I.-2

* + - 1. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk bereaksi

terhadap semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran- butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Air harus bebas dari bahan yang bersifat asam, alkali, dan minyak. Air yang mengandung tumbuhtumbuhan busuk harus benar-benar dihindari karena dapat mengganggu pengikatan semen. Proses hidrasi dalam

beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan, namun dalam kenyataanya jika nilai faktor air semen kurang dari 35%, beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna, sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat- syarat kekentalan, agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbukan pori-pori. (Santoso, 2012)

Menurut Tjokrodimuljo (2007), air sebagai bahan bangunan seharusnya memiliki persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang

dapat dilihat secara visual, benda benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.

1. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
2. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter, khusus untuk beton pra-tegang kandungan khlorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram/liter.
3. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO3) lebih dari 1 gram/liter

## Kardus (Limbah Kardus Air Mineral)



**Gambar 2. 2 Kardus**

Dibandingkan plastik, kardus merupakan bahan yang lebih ramah lingkungan karena mudah didaur ulang dan juga lebih mudah terurai. Kardus terbuat dari pulp (bubur kertas), ada yang organic terbuat dari kayu atau sintetis. Namun, tidak semua kardus bias didaur ulang begitu saja. Ada baiknya kita terlebih dahulu mengenali jenis-jenis kardus dan bagaimana cara mendaur ulangnya.

Secara jenis, kardus dibagi menjadi 2, yang pertama adalah kardus bergelombang. Kardus ini biasanya dibentuk menjadi boks cokelat yang umumnya digunakan untuk mengemas barang. Kardus bergelombang terdiri dari tiga lapis kardus, sehingga lebih kuat dan tidak mudah rusak. Yang kedua adalah kardus yang terbuat dari paperboard atau karton. Kardus seperti ini biasanya hanya terdiri dari satu lapis dan digunakan untuk boks sepatu atau makanan.

## Uji Kuat Beton

Menurut Mirajhusnita (2020) kuat tekan beton merupakan

karakteristik beton yang paling penting dan umumnya sudah direncanakan pada saat perhitungan campuran (*mix design*). Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Tata cara pengujian nilai kuat tekan beton dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Kuat tekan beton =  Dengan :

Kuat tekan beton (N/mm2 atau MPa) P= beban maksimum (N)

𝐴= luas penampang benda uji (mm2) (SNI 1974:2011)

Dari persamaan (2.16) didapatkan hasil kuat tekan dalam satuan

N/mm2 atau setara dengan MPa. Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton K (kg/cm2) dihitung menggunakan persamaan (2.5).

## Tabel 2. 5 Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Benda Uji

|  |  |
| --- | --- |
| **Benda Uji** | **Perbandingan Kuat Tekan** |
| Kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm | 1,00 |
| Kubus 20 cm x 20 cm x 20 cm | 0,95 |
| Silinder dia. 15 cm x tinggi 30 cm | 0,83 |

Sumber : Peraturan Beton Indonesia 1971

Kuat tekan (kg/cm2) = kuat tekan (N/mm2) / 0,83 x



Dengan :

1 Mpa = (100 / 9,81) kg/cm2

1 kg/cm2 = (9,81 / 100) Mpa 0,83 = faktor konversi

Catatan : untuk mengkonversi hasil uji kuat tekan 14 hari ke 28 hari maka dibagi angka koreksinya yaitu 0,88.

## Tinjauan Pustaka

* 1. **Penelitian oleh Isradias Mirajhusnita, Teguh Haris Santosa, dan Royan Hidayat (2020)**

Judul dari penelitian ini adalah “Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton”. Penelitian ini bertujuan agar limbah B3 yang tidak berguna dapat termanfaatkan sebagai bahan pembuatan beton. Penelitian ini bertempat di PT. Lut Putra Solder yang terletak di Desa Debong Wetan Kecamatan Dukuhturi kabupaten Tegal. Hasil penelitian menunjukan bahwa dari 4 sampel beton, didapat hasil kuat tekan berbeda. Sampel umur 3 hari kuat tekan sebesar 19,9 Mpa, umur 7 hari kuat tekan sebesar 248 Mpa, umur 14 hari kuat tekan sebesar 249, dan umur 28 hari kuat tekan 28 hari kuat tekan sebesar 261 Mpa. Dari 4 Sampel dinilai tidak mencapai target kuat tekan yang direncanakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah B3 ( bata api bekas dan bottom ash ) dalam pembuatan beton kurang efektif karna harus ada koreksi lg atas persentase lg. Penambahan polimer dalam pembuatan beton

konvensional tidak dapat mempercepat pengeringan beton dan beton tersebut memiliki daya tahan terhadap air. Beton konvensional pemanfaatan limbah B3 ini mampu memenuhi aspek ekonomis dan ramah lingkungan.

## Teguh Haris Santoso (2022)

“ *Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton*”. Beton memiliki sifat dasar, yaitu terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Selain sifat dasar tersebut, beton juga memiliki sifat kekedapan dan keawetan. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh bahan penyusun beton. Pengerjaan beton, perawatan beton, umur beton. Metode penelitian ini adalah pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan nilai rata-rata yaitu beton perawatan laboratorium dengan nilai K’ bL = 380.32 kg/cm2 > 300 kg/cm2, Beton peraatan lapangan adalah K’ bF = 299.05 kg/cm2 ≈ 300 kg/cm2 dan beton tanpa perawatan adalah K’ bU = 269.21 kg/cm2 < 300 kg/cm2 . Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan regresi yaitu beton perawatan laboratorium adalah K’ bL = 379.38 kg/cm2 > 300 kg/cm2, beton perawatan lapangan adalah K’ bF = 296.67 kg/cm2 ≈ 300 kg/cm2 dan beton tanpa perawatan yaitu K’ bU = 277.61 kg/cm2 < 300 kg/cm2 .

Kata Kunci : Perawatan, Kuat Tekan Beton.

## Penelitian oleh Okky Hendra Hermawan (2018)

Judul dari penelitian ini adalah “Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton”. Secara umum, hasil penelitian menyimpulkan bahwa

perilaku beton dengan perawatan lapangan dan tanpa perawatan tidak sama dengan perilaku beton dengan perawatan laboratorium. Perilaku beton dengan perawatan lapangan dan tanpa perawatan tersebut bisa menyimpang jauh dari perilaku beton dengan perawatan laboratorium.

## Supriyanto Rahmadhon (2009)

“ beton kertas (*papercrete*) merupakan suatu material yang terbuat dari campuran kertas dengan semen portland. Kertas yang digunakan adalah kertas bekas yang diolah menjadi bubur kertas dengan tujuan mempermudah proses pengadukan campuran. Beton kertas dapat digunakan sebagai salah satu bahan alternatif untuk dinding partisi, blok, panel, plesteran, dan lain-lain yang ramah lingkungan. Untuk menambah kinerjanya, dalam beton kertas,

dapat ditambahkan agregat seperti pasir, kaolin, dan bahan lainnya untuk mendapatkan beton kertas dengan karakteristik yang diinginkan. Semakin banyak bubur kertas yang dicampurkan pada papan beton maka semakin kecil nilai berat/volume, jadi papan beton semakin ringan. Penambahan bubur kertas yang disertai pengurangan pasir dalam papan beton menunjukkan nilai berat panel yang semakin kecil. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh faktor penyusun, salah satunya adalah berat jenis.

## Hartini hartini (2006)

Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Kardus Dalam Campuran Beton Kertas (Paper Crete) Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Bata

Beton menurut Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan penyerapan air bata beton dengan menggunakan agregat halus berupa kapur alam dan subtitusi bubur kertas kardus. Dalam penelitian ini meninjau penggunaan bubur kertas kardus sebagai bahan subtitusi. Sifat mekanik bata beton yang diuji dengan total benda uji sebanyak 60 buah. Yang meliputi kuat tekan sebanyak 36 benda uji dan absorbsi sebanyak 24 benda uji dengan standart SNI 03- 0349-1989. Pengujian dilakukan pada umur perawatan 3 hari, 7 hari, dan 28 hari, dengan dimensi benda uji 20 cm x 10 cm x 10 cm. Dengan 4 variasi campuran penambahan yaitu 0%, 0,5%, 0,75% dan 1%. Pada umur 28 hari untuk kuat tekan

dengan campuran 0%, 0,5%, 0,75% dan 1% mendapat hasil masing-

masing 68,83 kg/cm2 (6,7 Mpa), 75,63 kg/cm2 (7,4 Mpa), 54,39 kg/cm2 (5,3 Mpa), dan 39,94 kg/cm2 (3,9 Mpa), untuk absorbsinya masing- masing mendapat 15,13%, 15,33%, 15,62% dan 16,80%. Maka berdasarkan SNI 03-0349-1989, bata beton dengan campuran 0,5%, dengan nilai kuat tekan sebesar 75,63 kg/cm2 dan nilai serapan air yang mencapai 15,33% dapat digolongkan sebagai bata beton dengan mutu II yang dapat digunakan untuk konstruksi yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).

## Rangga P. Tandipayuk, adiwijaya dan Martha Manganta

Beton menggunkan limbah kertas, penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi pengaruh penambahan limbah kertas pada karakteristik

kuat tekan beton. Limbah kertas diproduksi menjadi butir kertas dimanfaatkan sebagai bahan pengganti anggregat halus dengan presentase sibtituai 25% (P25-0) dan 50% butir kertas (P50-0). Tiga jenis variasi campuran beton menggunakan semen PCC sebagai *binder* (bahan pengikat. Jumlah benda uji pada kuat tekan dan modulus elastilitas sebanyak 18 spesimen slinder . 24 jam setelah specimen beton di cetak, benda uji di rawat dalam air. Kemudian, samapai umur tertentu

7 hari dan 28 hari, kuat tekan dan modulus elastilitas beton diuji menggunkan *compression Testing machines, Universal Testing Machine* dan LVDT. Hasil penelitian menujukan bahwa beon dengan atau tanpa penambahan bulir kertas mengalami kenaikan kuat tekan samapai dengan umur 28 hari.pergantian bulir kertas sebagai agregat halus dapat mereduksi berat isi beton hingga mencapai 3.87%. Penambahan bulir kertas pada campuran beton menurunkan kuat tekan beton (dibandingkan dengan beton normal). Tetapi dapat meningkatkan kuat tekan lentur sebesar 6.79% pada spesismen P25-0. Ini mengindikasikan bahwa bulir kertas berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus dalam produksi beton dengan kuat tekan minimal 37 MPa dengan presentase substitusi bulir kertas sebesar 25%.

## Dedy Mandala Putra, Edy Hermanto, Kamaluddin Lubis

Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Untuk Partisi Gedung, Beton Ringan adalah beton yang memiliki berat dibawah beton normal. Salah satu cara pembuatan

beton ringan adalah dengan mengganti agregat kasar atau kerikil menggunakan agregat ringan. Beton dengan agregat buatan dari limbah kertas koran, yang nantinya disebut beton agregat kertas ini adalah salah satu jenis beton ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji manfaat yang bisa diambil dari pemakaian beton agregat kertas. Pada penelitian ini agregat yang digunakan sebagai penyusun beton agregat kertas berasal dari limbah kertas yang dibentuk menyerupai kerikil berukuran butiran 10-20 mm, perbandingan volume semen : agregat = 1 : 2, dengan nilai faktor air semen (fas) sebesar 0,3-0,4 sebagai acuan awal dalam mix design. Variasi agregat kertas yang digunakan adalah sebesar 10%,25%, dan 40%.Variasi tersebut berdasarkan persentase volume agregat kertas dari agregat keseluruhan. Benda uji beton agregat kertas dibuat dengan bentuk balok dengan ukuran panjang 60cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm, dan setiap variasi dibuat sebanyak 10 buah benda uji yang terdiri dari uji kuat tekan. Pengujian sifat fisik danmekanik beton dilaksanakan saat benda uji berumur 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai berat satuan beton agregat kertas dengan campuran semen : agregat = 1 : 2 dan kandungan agregat kertas sebesar 10%, 25%, dan 40% dari agregat keseluruhan berturut-turut sebesar1.3117,5kg/m3, 1.2013,7 kg/m3, dan 1.0926,8kg/m3 dengan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 6.536341783Mpa, 4.70209Mpa, 5.478232476Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa beton agregat kertas tersebut, termasuk dalam jenis beton ringan yang dapat digunakan dalam konstruksi struktural ringan

**8. Karwur H.Y., 2012**

Kuat Tekan Beton denganBahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. Skripsi S1 Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi.Manado.

**9. Anonimous, 1982**

. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI).Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat jenderal Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masala Bangunan

**10. Kuhu H.Y. 2012**

Kajian Sifat Mekanik Beton Tailing Pada Pengecoran Dalam Air Dengan Menggunakan Bahan Tambah Sikacrete-W. Skripsi S1 Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manad

# BAB III METODELOGI PENELITIAN

## Metedelogi Penelitian

Secara umum pada penelitian ini penulis menggunakan studi eksperimental. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pemanfaatan limbah kardus sebagai pengganti sebagian agregat halus, agar dapat mengetahui seberapa besar kuat tekan beton.

Metode penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan dengan menciptakan fenomena pada kondisi terkendali. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan hubungan sebab-akibat dan pengaruh factor- faktor pada suatu kondisi tertentu. Dalam bentuk yang paling sederhana pendekatan eksperimental ini berusaha agar dapat menjelaskan, mengendalikan, dan meramalkan fenomena seteliti mungkin. Data sebagai hasil dari pengaruh perlakuan terhadap kelompok eksperimen di ukur secara kuantitatif kemudian dibandingkan.

Limbah kardus yang akan digunaka untuk campuran beton pada penelitian metode kuat tekan beton dengan menggunakan kardus minuman atau makanan ringan. Dengan presentase pencampuran sebesar 0%, 1%, 3% dan 5% dari berat semen, jumlah pencampuran tersebut diambil dari beberapa jurnal yang di gunakan oleh masing-masing penelitian yang sudah dilakukan.

Sebagai perbandingan supaya mengetahui perbedaan nilai dari sempel

30

beton tersebut, kemudian nantinya dari persentase penambahan limbah kardus akan menggunkan sempel dengan umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

## Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian memiliki posisi yang penting sebagai objek penelitian. Variable dapat didefinisikan sebagai objek yang mempumyai variasi antara objek satu dengan objek yang lainnya.

* 1. Benda uji 1 menggunakan 1% limbah kardus sebagai bahan penganti sebagian agregat halus
  2. Benda uji 2 menggunakan 3% limbah kardus sebagai bahan penganti sebagian agregat halus.
  3. Benda uji 3 menggunakan 5% limbah kardus sebagai bahan penganti sebagian agregat halus.

## Tabel 3. 1 hubungan variabel

|  |  |
| --- | --- |
| **Variabel Bebas** | penggunaan limbah kardus dengan substitusi sebesar  0%,1%,3% dan5% |
| **Variabel Terikat** | Pengujian kuat tekan untuk mengetahui nilai  kelayakan penggunaan limbah kardus |

*(sumber pribadi)*

## Tempat penelitian

Penelitian ini nantinya akan dilaksanakan di PT.Bangun Anugrah Beton Nusantara yang beralamat di Jl. Raya Yomani Guci km.01 Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal.



## Gambar 3. 1 PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara

1. **Waktu Penelitian**

Berapakah estimasi waktu penelitian yang akan dilakukan untuk menyelesaikan `penelitian ini yaitu :

## Tabel 3. 2 Tahapan Kegiatan

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kegiatan | Tahun 2022-2023 | | | | | |
| November | Desember | Februari | Juni | Juli | Agustus |
| 1 | Penentuan Judul | √ |  |  |  |  |  |
| 2 | Pencarian Referensi | √ |  |  |  |  |  |
| 3 | Penentuan Studi Kasus | √ |  |  |  |  |  |
| 4 | Penyusunan Proposal | √ | √ |  |  |  |  |
| 5 | Bimbingan Proposal |  | √ |  |  |  |  |
| 6 | Seminar Proposal |  | √ |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | Pengolahan Data |  | √ | √ | √ |  |  |
| 8 | Penyusunan Skripsi |  |  |  | √ | √ | √ |
| 9 | Pengujian  Skripsi |  |  |  |  |  | √ |

*Sumber : Pribadi*

## Instrumen Penelitian

1. Bahan-bahan penelitian

Limbah kardus yang di gunakan pada penelitian ini menggunakan kardus dari jenis minuman. Karena kardus dari minuman lebih mudah di peroleh di tempat toko ataupun warung terdekat. Kardus yang akan di gunakan pada penelitian ini akan melewati proses penyortiran karena hanya kardus dengan ukuran dan ketebalan tertentu. Presentase yang akan diujikan untuk campuran beton sebagai berikut.

## Tabel 3. 3 persentase campuran

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Umur Beton | Presentase |
| 1 | 7 Hari | 0% |
| 2 | 7 Hari | 1% |
| 3 | 7 Hari | 3% |
| 4 | 7 Hari | 5% |
| 5 | 14 Hari | 0% |
| 6 | 14 Hari | 1% |
| 7 | 14 Hari | 3% |
| 8 | 14 Hari | 5% |
| 9 | 28 Hari | 0% |
| 10 | 28 Hari | 1% |
| 11 | 28 Hari | 3% |
| 12 | 28 Hari | 5% |

*(Sumber: pribadi)*

* 1. Pasir (agregat halus)

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pecahan batu yang disebut abu bata.

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton, kegunaannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kecelaan.

Pasir yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari Pemalang . Sebelum pasir digunakan akan melewati proses pencucian, guna memperoleh pasir dengan kebersihan dan kualitas yang bagus. Jika diperlukan uji *sand cone* juga dapat pula dilakukan untuk menegtahui kadar lumpur yang terkandung pada pasir yang akan digunakan.

* 1. Kerikil atau split (agregat kasar)

Agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran butir minimal 5 mm dan ukuran maksimum 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan, syarat-syarat agregat kasar yang akan dicampur sebagai adukan beton adalah sebagai berikut:

* + 1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori.

Dari kadar agregat yang lemah bila diuji dengan cara digores

menggunakan batang tembaga, maksimum 5%.

* + 1. Agregat kasar terdiri dari butiran pipih dan panjang, hanya bisa dipakai jika jumlah butiran pipih dan panjang tidak melebihi dari 20% berat agregat seluruhnya.
    2. Butir-butir agregat harus bersifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
    3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, contohnya zat-zat reaktif dan alkali.
    4. Lumpur yang terkandung dalam agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% berat agregat kasarnya, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang bersih.

Kerikil atau split yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari Kaligung Kabupaten Tegal. Peneliti akan langsung membeli dari tempat *stone crusher* yang memang kebetulan ada dan karena batu yang digunakan ditempat tersebut berasal dari batuan hasil galian sehingga memiliki tekstur dan mutu yang lebih baik dari batu kali.

* 1. Semen

Semen yang akan peneliti gunakan yaitu jenis *portland* atau

semen biasa dengan merek gresik . Tidak ada alasan khusus mengenai penggunaan merek tersebut hanya saja karena semen dengan merek tersebut mudah dijumpai.

## Prosedur Perencanaan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahap penelitian supaya bisa mendapatkan hasil yang maksimal. Beberapa tahap yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

## Tahap I Persiapan

Pada tahap 1 (Persiapan) bahan dan alat yang digunakan untuk penelitian harus di siapkan dengan baik agar dalam penelitian sistematika jelas sehingga menghasilkan yang sesuai dengan penelitian.

Berikut alat dan bahan yang di persiapkan :

* 1. Alat
     1. Mesin Mixer (mesin molen)
     2. Timbangan dengan kapasitas 50 kg.
     3. Compression Testing Machine ( mesin uji kuat tekan beton)
     4. Gelas ukur 250 ml.
     5. Pan.
     6. Kompor dan Wajan.
     7. Picnometer.
     8. Keranjang kawat dan pengantug keranjang kawat.
     9. Ember perendam.
     10. Sumbat karet.
     11. Corong plastik kecil.
     12. Silinder fiber glass transparan 2 buah.
     13. 1 set alat slump test.
     14. Kuas dan sikat.
     15. Skop dan sendok semen.
     16. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
     17. 1 set saringan atau ayakan.
     18. Mesin pengetar (silver).
     19. Satu galvasin berat 1000 gr.
     20. Pengaris 30 cm.
  2. Bahan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

;

* + 1. Agregat kasar.
    2. Agregat halus.
    3. Air.
    4. Limbah Kardus.
    5. Semen portland tipe 1 merk Gresik

## Tahap II Pengujian dan Pemeriksaan Material

Pada tahan ke 2 adalah tahap uji bahan yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengetahui dari karakteristik pada bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dan tahap uji bahan yang berguna untuk acuan membuat mix design. Berikut adalan tahapan uji agregat kasar dan agregat halus :

* 1. Pemeriksaan kadar lumpur

Yaitu dengan cara pengujian sederhana untuk melihat kadar lumpur pasar

1. Masukan pasir sebanyak 230 ml kedalam gelas ukur
2. Lalu masukan air lagi sebanyak 70 ml kedalam gelas ukur
3. Diamkan selama 1 jam untuk melihat hasilnya
4. Cara menentukan pasir yang kualitas baik yaitu: warna air naik ke ersihkanpermukaan tidak berwarna coklat lumpur, pasir yang baik diantara beberapa sample tersebut warna airnya paling bening.
   1. Pemeriksaan gradasi
5. Bersihkan agregat yang akan diuji kemudian keringkan dalam oven dengan suhu 110 +/-°C sampai beratnya tetap
6. Kemudian susun saringan dimulai dari saringan paling besar, lalu curahkan benda uji pada perangkat saringan dan digunjangkan dengan mesin selama 15 menit.
7. Setelah di guncangkan masing-masing saringan ditimbang kembali (w2) dan akan diperoleh berat benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
   1. Pemeriksaan kadar air
8. Agregat halus (pasir) sebanyak 600 gram
9. Agregat kasar (ukuran 10 – 10 mm) sebanyak 1.500 gram
10. Agregat kasar (ukuran 10 – 20 mm) sebanyak 2.500 gram

Perhitungan kadar air = (W3-W5)/(W5 x 100% Dimana :W3 = berat contoh semula (gram)

W5 = berat contoh kering (gram)

* 1. Pemeriksaan berat jenis agregat
  2. Pemeriksaan berat satuan
  3. Pemeriksaan keausan agregat

## Tahap III Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ke 3 adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji diawali dengan perencanaan campuran beton (mix design) dilakukan menggunakan mix design yang mengacu pada peraturan (SNI 7656:2012, 2012). Dengan mutu kuat tekan beton fc’21 atau setara dengan K250. Pembuatan bahan campuran beton (mix design) dimulai dari agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan tambahan dari limbah kardus. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampurkan kedalam mesin pengaduk beton kemudian lakukan uji slump sesuai SNI 1972- 2008, setelah beton segar sudah sesuai dengan standar yang ditentukan.

Pembuatan benda uji dilakukan dalam 1(satu) kali pengujian, dengan tahapan produksi sebagai berikut:

* 1. Masukan agregat halus dan semen kedalam *mixer*/mesib molen sampai semen dan agregat halus tercampur dengan halus tercampur dengan baik sambil menambahkan air sedikit demi sedikit.
  2. Putar *mixer*/mesin molen ±2 menit dengan menambahkan semual kerikil (agregat halus) tapi perlahan lalu sedikit demi sedikit.
  3. Setelah semua tercampur rata tambahkan sedikit demi sedikit limbah kardus hingga tercampur rata
  4. Tambahkan sisa air ke *mixer*/mesin molen.
  5. Matikan *mixer*/mesin molen terlebih dahulu untuk memeriksal atau melihat apakah adukan beton yang menempel pada alat didalamnya jika ada yang menempel tusukan dengan, memasukan sendikit besi kedalam lubang agar adukan/adonan beton tercampur rata dengan lalinnya.
  6. Nyalakan Kembali mesin *mixer*/mesin molen, lalu tambahkan sisa air hingga adonan tercampur rata.
  7. Jika campuran/beton tercampur dengan balik, matikan

*mixer*/mesin molen dan lakukan uji slump.

* 1. Setelah hasil uji slump yang baik, campuran beton segar/mortar dimalsukan kedalalm cetakaln silinder.
  2. Kemudian padakan dengan menggunakal besi.
  3. Tekan bagian dalam cetakan. Kemudian biarkan adukan/adonan beton dicetak menjadi lebih padat, lalu gunakan mesin *fibraltor* pada bagian samping cetakaln lalu ratakan dan haluskan bagian permukaalnya.
  4. Diamkan adukan/adonan beton dalam cetakan ±24 jalm. Setelah

±24 jam, bongkar cetakan dan keluarkan betonnya dan rendam

beton selama 7, 14 hari dan 28 hari.

## Tahap IV Perawatan Beton

Pada tahap ke 4 ini adalah tahap perawatan benda uji yang mengacu pada SNI 2493-2011 tentang tata cara dan perawatan beton

## Tahap V Pengujian Beton

Pada tahap ini adalah tahap pengujian beton. Yang dengan uji kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

## Tahap VI Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan analisa data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton untuk mengetahui hasil dari variable yang diteliti.

## Tahap VII Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan kesimpulan dan saran guna sebagai hasil akhir dari tujuan penelitian menggunakan limbah campuran Limbah kardus sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton normal.



## G. Diagram Alir



Mulai

Studi Literasi

Persiapan Alat dan Bahan

Pemeriksaan Fisik Material

Tidak



Perencanaan Campuran (*Mix Design)* Dengan Beton Normal, dan Bahan Variasi Limbah Kardus 0% , 1%, 3% dan 5%

Pembuatan Benda Uji

Pengumpulan Data



Analisa data

Ya

Selesai

1. Pembuatan benda uji
2. Uji kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari



## Gambar 3. 2 Diagram alur penelitian