

ANALISIS CAMPURAN MUTU BETON K200 DENGAN MENGUNAKAN LIMBAH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN NaCl SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AIR

Asri Mulyadi¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾*Dosen Fakultas Teknik Universitas Palembang*

^{2,3)}*Dosen Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

e-mail: asrimulyadi@unpal.ac.id¹⁾, saloma@ft.unsri.ac.id²⁾, sanurjannah@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Dalam perkembangan dunia yang semakin maju dan serbah canggih, teknologi beton mempunyai potensi yang luas dalam bidang konstruksi. Hal ini menyebabkan beton banyak digunakan untuk konstruksi bangunan gedung, jalan, jembatan dermaga dan lain-lain. Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam konstruksi tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, baik itu semen, pasir, maupun koral, sehingga memicu penambangan batuan sebagai salah satu bahan pembentuk beton secara besar-besaran yang menyebabkan turunnya jumlah sumber alam yang tersedia untuk keperluan pembetonan. Memakai material bahan limbah abu ampas tebu sebagai substitusi dalam campuran beton di Indonesia masih belum banyak dilakukan, tetapi limbah abu ampas tebu tersebut digunakan antara lain untuk pengurukan dan sekaligus menjadi pupuk kandang dilokasi perkebunan. Hal ini disebabkan karena bahan baku semen mudah didapat. Namun cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ketahun akan semakin mahal. Berdasarkan dari uraian di atas maka disini timbullah rencana untuk melakukan penelitian inovasi alternatif bahan pengganti material, di sini penulis mencoba pemanfaatan material limbah abu ampas tebu sebagai substitusi semen, dan NaCl sebagai pengganti air, dengan tujuan membandingkan kuat tekan beton normal mutu beton K200 dengan beton memakai bahan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air. Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air. perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu beton normal (BN), beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 18% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air. Pada penelitian ini benda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm. Dari hasil penelitian dan hasil pengolahan data, maka dapat disimpulkan bahwa nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti semen atau beton normal pada umur 28 hari didapat kuat tekan 208,33 kg/cm², nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 6% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air kuat tekan pada umur 28 hari didapat 205,31 kg/cm², nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 12% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air kuat tekan pada umur 28 hari didapat 203,80 kg/cm², dan nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 18% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air kuat tekan pada umur 28 hari didapat 197,76 kg/cm². Jadi dari hasil evaluasi tersebut beton yang menggunakan limbah abu ampas tebu 6%, 12% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air masih memenuhi mutu beton K200.

Kata Kunci : Kuat tekan beton, agregat, limbah abu ampas tebu, NaCl.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Memakai material bahan limbah abu ampas tebu sebagai substitusi dalam campuran beton di Indonesia masih belum banyak dilakukan, tetapi limbah abu ampas tebu tersebut digunakan antara lain untuk pengurukan dan sekaligus menjadi pupuk kandang dilokasi perkebunan. Hal ini disebabkan karena bahan baku semen mudah didapat. Namun cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ketahun akan semakin mahal[1]. Berdasarkan dari uraian di atas maka disini timbullah rencana untuk melakukan penelitian inovasi alternatif bahan pengganti material, di sini penulis mencoba pemanfaatan material limbah abu ampas tebu sebagai substitusi semen, yang diharapkan mampu menghasilkan suatu benton dengan kekuatan yang baik. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu ampas tebu[2]. Abu ampas tebu ini diambil dari hasil pembakaran ampas tebu pada pabrik gula cinta manis yang dibakar antara suhu 600-900⁰C sampai menjadi abu[3].

B. Tujuan Penelitian

1. Membandingkan kuat tekan beton normal mutu beton K200 dengan beton memakai bahan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air.
2. Mengetahui pengaruh limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air. dengan variabel tertentu terhadap kuat tekan beton.

C. Manfaat Penelitian

Pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air pada campuran beton.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air tersebut terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan beberapa variabel campuran limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air terhadap kuat tekan beton.
3. Batasan masalah didalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pekerjaan

pengujian – pengujian bahan material dan benda uji kuat tekan di laboratorium.

E. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan NaCl sebagai pengganti air, perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton Normal (BN) mutu beton K200
2. Beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 6% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air.
3. Beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 12% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air.
4. Beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu 18% dari berat semen dan NaCl sebagai pengganti air.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Nama asing dari beton adalah *concrete*, diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) 1982, beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa bahan tambah lain. Menurut Standar Nasional Indonesia (SK SNI T-15-1991-03) beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air atau dengan bahan tambahan hingga membentuk massa padat. Menurut penelitian *Dipohusodo* (1999) dikemukakan bahwa mutu beton yang digunakan untuk komponen struktural minimal kuat tekannya adalah 14,5 MPa atau kurang lebih setara dengan mutu beton K-175.

A. Persiapan Peralatan

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium test bahan & struktur sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang, sebelum penelitian dilakukan perlu adanya

persiapan peralatan dan bahan.

Peralatan yang digunakan berupa alat-alat untuk memeriksa agregat terdiri dari :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Satu set saringan, untuk memeriksa agregat halus dan kasar.
- 3) Gelas ukur
- 4) Piknometer
- 5) Kerucut terpancung
- 6) Penumbuk
- 7) Pan aluminium
- 8) Pelat kaca
- 9) Cawan
- 10) Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
- 11) Density spoon
- 12) Mesin penggetar ayakan
- 13) Timbangan
- 14) Spatula
- 15) Tabung silinder
- 16) Jangka sorong
- 17) Kuas
- 18) Ember plastic

Alat pembuat benda uji :

1. Timbangan
2. Cawan
3. Sendok spesi
4. Cetakan beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
5. Peralatan pengukur slump, berupa :
 - a) Kerucut dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm, bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
 - b) Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm ujung dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat terbuat dari baja atau tahan karat.
 - c) Plat logam dengan permukaan rata dan kedap air
 - d) Plat siku
6. Peralatan pengukur berat volume yang berupa :
 - a) Wadah baja yang berbentuk silinder dengan alat pemegang
 - b) Tongkat pemadat.
 - c) Mistar perata

B. Persiapan bahan-bahan penelitian

- 1) Semen Portland Padang type I
- 2) Agregat halus (pasir)
- 3) Agregat kasar (split)
- 4) Limbah abu ampas tebu.
- 5) NaCl

Sebelum membeli bahan-bahan tersebut, sebaiknya diperkirakan terlebih dahulu berapa jumlah yang dibutuhkan. Untuk pasir : harus diperhitungkan yang terbuang setelah pengayakan. Sebaiknya jumlah pasir dan koral dilebihkan, agar pemeriksaan agregat tidak terulang lagi, karena mengingat karakteristik agregat tidak akan sama untuk tiap pembelian. Semen sebaiknya dibeli pada waktu mendekati hari pengecoran, karena penyimpanan semen yang terlalu lama akan mengurangi mutu, jika penyimpanan yang kurang tepat dapat menyebabkan semen mengeras dan terjadi penggumpalan[4].

C. Bahan Dasar Pembentuk Beton

Beton terdiri dari tiga bahan, yaitu : semen, pasir, koral (Split), dan air, jika diperlukan dibutuhkan bahan pembantu (*admixture*) untuk merubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan[5]. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air.

Agregat tidak memainkan peranan dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan[6]. Beton pada umumnya mengandung :

- 1) Rongga - rongga udara 1% - 2%;
- 2) Pasta semen (semen + air) 25% - 40%;
- 3) Agregat (Kasar + halus) 60% - 70%.

1. Semen

Semen yang dipakai sebagai petunjuk sekelompok bahan ikat hidrolik untuk pembuatan beton, Hidrolik berarti :

- 1) Semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu batuan massa.
- 2) Suatu produksi keras (batuan semen) yang kedap air.

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup[7].

SKSNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Perikat Hidrolis Sebagai Bahan Bangunan membedakan berbagai jenis semen sebagai bahan perekat antara lain:

1. Semen Portland.

Adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.

2. Semen Portland Pozolan.

Adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus klinker semen Portland dan Pozolan, atau sebagai campuran yang merata antara bubuk pozolan selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan-bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutunya.

3. Semen Pozolan Kapur.

Adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus bahan pozolan dengan kapur atau yang dibuat dengan mengaduk secara cermat dan merata suatu bahan pozolan halus dengan kapur padam.

4. Semen Portland Putih.

Adalah semen hidrolis yang berwarna putih, dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan yang biasanya adalah gips, semen Portland putih dapat digunakan untuk sesam tujuan di dalam pembuatan adukan semen serta beton yang tidak memerlukan persyaratan khusus, kecuali warnanya yang putih.

2. Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil, dan batu pecah[5].

Pemilihan agregat tergantung dari :

- Syarat – syarat yang ditentukan beton (yang dimuat dalam PBI 1971[8] atau SK SNI S-04-1989-F);
- Persediaan lokasi pembuatan beton;
- Perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu.

SK SNI S-04-1989-F Tentang Spesifikasi Agregat sebagai bahan bangunan memuat berbagai jenis agregat sebagai bahan bangunan, yaitu:

- Agregat halus* untuk beton adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat

pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm.

- Agregat kasar* untuk beton adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5 – 40 mm. besar butir maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud pemakaian.
- Sirtu* adalah campuran dari pasir, kerikil / batu – batuan kecil yang diambil dari dasar sungai atau dari daratan.
- Sirtu buatan* adalah sirtu yang dibuat dari campuran pecahan batu berukuran kecil dan tepung batu yang merupakan hasil sampingan alat pemecah batu (Stone crusher) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya.
- Pasir standar* yang dimaksud dengan standar ini adalah pasir kwarsa alam dari Bangka, dengan susunan butir dan sifat-sifat tertentu yang digunakan untuk uji semen Portland.

3. Air

(R.Sagel, P.Kole, Gideon Kusuma, *Bahan dan Praktek Beton*) Dalam pembuatan beton, air digunakan sebagai pereaksi semen menjadi pasta sehingga menjadi campuran beton tersebut menjadi mudah dikerjakan, Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan lainnya yang bersifat perusak. Pada umumnya air dapat dipakai untuk campuran beton, namun air yang dapat digunakan untuk adukan beton tidak berarti tidak dapat diminum. Air yang mengandung zat kimia dalam batas tingkat konsentrasi tertentu masih dapat digunakan dalam adukan beton[5].

Dalam pembuatan adukan beton, air berperan sangat penting karena perbandingan jumlah air dan semen (WC / Ratio), Yaitu nilai banding antara berat air bebas dan berat semen dalam beton. Akan berpengaruh pada :

- Kekuatan beton (Strength of concrete)
- Keawetan beton (Durability of concrete)
- Kemudahan pekerjaan (Workability)
- Kestabilan volume (Volume stability)

Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai faktor air semen 0,40 - 0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. Umumnya semakin tinggi mutu beton rencana semakin rendah nilai faktor air semennya. Akan tetapi untuk mendapatkan kemudahan dalam pengerjaannya dibutuhkan bahan tambahan, seperti : Superplasticizer dengan nilai faktor air semen yang tetap rendah.

Selain untuk adukan beton, air juga berfungsi dalam perawatan basah pada beton. Dalam perawatan ini beton yang telah mengeras dibasahi dengan air secara terus-menerus atau direndam dalam air. Air yang banyak mengandung kotoran akan mengganggu proses pengerasan beton dan kekuatan beton tersebut. Oleh karena itu, air yang akan digunakan harus diperiksa terlebih dahulu secara visual dan kimiawi.

Kandungan air pada agregat

Jumlah air yang terdapat dalam agregat dari keadaan kering oven sampai keadaan kering muka yang disebut air yang diserap dan dinyatakan dalam persen (%) berat kering. Air permukaan atau air yang mengisi semua permukaan agregat dan sudah pada keadaan jenuh disebut air bebas. Air yang diserap oleh agregat akan tetap berada dalam agregat sedangkan air bebas akan bercampur dengan air semen dan akan berfungsi sebagai air yang berbentuk pasta semen. Semakin tinggi kadar air agregat akan semakin kecil pula penambahan air pada campuran beton yang dikehendaki untuk memenuhi kadar air yang dicapai.

4. Limbah Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah diperas niranya dan telah melalui proses pembakaran pada ketel-ketel uap di mana ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap. Ketel uap merupakan sumber pembangkit tenaga untuk menggerakkan alat penggilingan tebu cinta manis[9].

Tabel Komposisi Kimia Limbah Abu Ampas Tebu

Senyawa kimia	Persentase(%)
SiO ₂	70,63
Fe ₂ O ₃	3,96
Al ₂ O ₃	3,48
K ₂ O	1,75

TiO ₂	1,55
P ₂ O ₅	0,927
CaO	0,728
MgO	0,706
SO ₃	0,235
CL	0,134
ZrO ₂	0,0906
MnO	0,0627
Cr ₂ O ₃	0,0424
Na ₂ O	0,0308
V ₂ O ₅	0,0141
ZnO	0,0051
CuO	0,0028
NiO	0,0027

Sumber:Laboratorium Pusat Survei Geologi 2022

5. NaCl

Natrium klorida adalah senyawa ionik dengan rumus kimia NaCl.

6. Pemeriksaan Agregat

Penggunaan agregat dalam beton mencapai 70 % - 75 % dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kekuatan beton yang baik yang sesuai dengan yang direncanakan, maka perlu adanya pemeriksaan agregat.

a. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan untuk agregat halus yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan padat, kadar lumpur, kadar air dan analisa ayak.

b. Pemeriksaan Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan berat isi padat, kadar lumpur dan analisa ayak.

7. Rencana Campuran Beton

Perencanaan campuran beton adalah suatu cara untuk menentukan perbandingan bahan-bahan campurannya sedemikian sehingga untuk keadaan tertentu dihasilkan beton dengan sifat-sifat yang diisyaratkan dan dengan harga ekonomis. Metode perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan campuran beton dengan mutu beton rencana K200.

SK SNI T-15-1990-03 tentang tata cara rencana campuran beton normal mengemukakan persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam hal perencanaan campuran adalah sebagai berikut :

1. Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan:
 - a. Kekentalan yang memungkinkan pekerjaan beton (Penuangan / pemadatan dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen)
 - b. Keawetan
 - c. Kuat tekan
 - d. Ekonomis
2. Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambahan.

Dalam perencanaan beton harus dipenuhi persyaratan :

- a. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton.
- b. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang diisyaratkan.

L.J.Murdock dan K.M.Brook dalam bukunya Bahan dan Praktek beton menjelaskan bahwa tujuan dari perencanaan campuran beton ialah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar, serta air yang memenuhi persyaratan berikut ini:

1. **Kekuatan desak** : Kuat desak yang dicapai pada 28 hari (atau umur yang ditentukan) harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana konstruksi.
2. **Workabilitas** : Untuk memenuhi workabilitas yang cukup, guna pengangkutan, pencetakan dan pemadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia. Pemilihan workabilitas yang paling sesuai biasanya merupakan tanggung jawab pemborong sepenuhnya dalam hal ini penting, terutama bila beton dipompa atau ditertakan. Campuran harus kohesif agar terhindar dari kemungkinan keros ; 'Water Gain'' (berkumpulnya air di bawah partikel agregat sebagai akibat bleeding) dan kesukaran lain akibat segregasi.
3. **Durabilitas** : Durabilitas atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak,

semakin besar kekuatan, semakin awet betonnya. Meskipun demikian sering terjadi kekuatan yang dipersyaratkan dapat tercapai dengan campuran yang besar faktor air semennya daripada yang dapat memberikan durabilitas yang cukup terhadap lingkungan yang dialami beton.

4. **Penyelesaian Akhir dari Permukaan Beton** : Kohesi yang kurang baik dapat merupakan salah satu sebab penyelesaian akhir yang kurang baik, bilamana beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna dan dapat juga menandatangani kesukaran di dalam penambalan bidang horizontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang halus dan padat.

8. Pengujian Slump

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut terpancung dan pelat dibasahi dengan kain basah
2. Letakkan kerucut terpancung di atas pelat.
3. Isilah kerucut terpancung sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan, setiap 25 kali tumbukkan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Segera setelah selesai pemadatan ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama 30 detik dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar kerucut harus disingkirkan.
5. Kemudian angkat kerucut secara perlahan-lahan ke atas secara tegak lurus.
6. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan penurunan benda uji terhadap puncak kerucut terpancung.
Perhitungan : Besar Slump = Tinggi Penurunan Benda Uji.

9. Pembuatan Benda Uji

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung proporsi bahan campuran sesuai dengan mix design
2. Menyiapkan masing-masing bahan campuran sesuai berat proporsi
3. Masukkan semen dan agregat ke dalam bak aduk kemudian aduk hingga tercampur rata.

4. Masukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diaduk sampai keseluruhan air yang telah dihitung habis.
5. Pengadukan dilakukan sampai adukan beton homogen.

10. Perawatan Benda Uji

Setelah beton mengeras atau beton tersebut berumur 1× 24 jam, beton dibuka dari cetakan. Pada saat membuka cetakan usahakan tidak ada getaran yang dapat mengganggu proses pengerasan dan pengikatan beton. Setelah beton dibuka dari cetakan kemudian beton tersebut direndamkan dalam air selama umur beton yang diperhitungkan. Perendaman ini bertujuan untuk membantu proses pengerasan beton tersebut. Pada proses perendaman berfungsi untuk mengisi rongga-rongga yang ada pada beton , air beraksi dengan semen sehingga tidak ada rongga / pori yang belum terisi benar oleh adukan maka reaksi dari semen dan air tersebut akan menutup pori tersebut. Dengan perendaman ini maka diharapkan kekuatan yang ditargetkan dapat dicapai. pada perendaman ini juga dijaga agar jangan sampai beton mengalami getaran / gangguan yang dapat mengganggu pengerasan.

11. Kuat Tekan Beton

Setelah diperoleh data dari hasil uji kuat tekan beton, maka data tersebut diolah dengan menggunakan rumus ketentuan dari SK.SNI.T-15-1990-03[10] sebagai berikut :

$$\sigma b' = \frac{W}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- $\sigma b'$ = Kuat tekan beton masing-masing sample (kg/cm²)
- W = Berat beban masing-masing sample (kg)
- A = Luas penampang kubus (cm²)

$$\sigma bm = \frac{\sum \sigma b'}{N} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

- σbm = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)
- σbi = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- N = Jumlah seluruh sample

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian laboratorium yang dilakukan untuk agregat halus meliputi berat isi gembur dan

berat isi padat, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan kadar air, agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai musi.

Dari pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium didapat data – data sebagai berikut :

1. Agregat Halus

Tabel Data – data Pasir

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,091 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,427
4	Berat jenis kering	2,362
5	Penyerapan	2,775 %
6	Kadar Lumpur	0,807 %
7	Kadar Air	7,13 %
8	Gradasi Butiran	Zona 4
9	Modulus Kehalusan	3,861

Sumber : Hasil penelitian

2. Agregat Kasar

Tabel Data – data kerikil

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	7 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	5 kg / cm ³
3	Berat jenis SSD	77
4	Berat jenis kering	26
5	Penyerapan	54 %
6	Kadar Lumpur	97 %
7	Kadar Air	02 %
8	Modulus Kehalusan	7

Sumber : Hasil penelitian

Tabel Daftar Isian (formulir) Perencanaan Campuran Beton

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan	Ditetapkan	K200 pada 28 hari bagian cacat 5%
2	Deviasi Standar	Ayat 3.3.1	7,5 N / mm ² atau tanpa data...N/mm ²
3	Nilai Tambah (margin)	Tabel 1	(k=1,64) 1,64 × 7,5 = 12,3 N/mm ²
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	Ayat 3.3.2 (1+3)	22,5 + 12,3 = 34,8 N/ mm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Portland Type I
6	Jenis agregat : kasar	Ditetapkan	Split
7	Jenis agregat : halus	Ditetapkan	Pasir
8	Faktor air semen bebas	Tabel 2 Grafik1/2	0,560 (ambil nilai yang terkecil)
9	Faktor air semen maksimum	Ayat 3.3.3	0,61
10	Slump	Ditetapkan	Slump 60 – 100 mm
11	Ukuran agregat maksimum	Ayat 3.3.4	40 mm
12	Kadar air bebas	Tabel 6 Ayat 3.3.5	215 kg/m ³
13	Jumlah semen	Tabel 4	215 : 0,61 = 352

13	Jumlah semen maksimum	11:8 atau 7	kg/m ³ 352 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	Daerah gradasi susunan butir IV
16	Susunan besar butir agregat halus	Ayat 3.3.2	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	26 persen
18	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Grafik 3 s/d 6	2,473
19	Berat jenis beton	Grafik 13	2215 kg / m ³
20	Kadar agregat gabungan	19 - (12 + 11)	2215 - (352 + 215) = 1.648 kg/m ³
21	Kadar agregat halus	17 × 20	1.648 × 26% = 428,48 kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	20-21	1.648 - 428,48 = 1.219,52 kg/m ³

Sumber : Hasil penelitian

B. Koreksi Campuran Beton Normal

Tabel koreksi campuran

Uraian	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Koral (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Total
Bahan campuran untuk 1m ³ beton	352	731	1031	215	2.329
Kadar air (%)	-	7,131	1,069	-	-
Penyerapan agregat (%)	-	2,775	1,715	-	-
Air bebas agregat (%)	-	4,356	-0,646	-	-
Air bebas × bebas agregat (kg)	-	19,250	-8,125	-	-
Total	352	404,512	3.806,229	215	2.329

1. Perbandingan berat antara masing – masing campuran 1 m³ beton sebelum dikoreksi dan setelah dikoreksi kadar airnya adalah :

$$\text{Semen} = \frac{352}{352} = 1$$

$$\text{Pasir} = \frac{731}{352} = 2,08$$

$$\text{Split} = \frac{1031}{352} = 2,93$$

$$\text{Air} = \frac{215}{352} = 0,61$$

2. Komposisi campuran untuk setiap zak semen adalah :

$$1 \text{ zak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,61 \times 50 = 30,5 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 2,08 \times 50 = 104 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil} = 2,93 \times 50 = 146,5 \text{ kg/m}^3$$

3. Benton Normal (BN)

Analisis kebutuhan semen, pasir, split, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

4. Benton dengan limbah abu ampas tebu 6% dan NaCl (BA6%+NaCl)

Analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ kg} - 0,258 \text{ kg} = 4,036 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg}$$

$$\text{NaCl} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 6\% \times 4,294 \text{ Kg} = 0,258 \text{ kg}$$

5. Benton dengan limbah abu ampas tebu 12% dan NaCl (BA12%+NaCl)

Analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ kg} - 0,515 \text{ kg} = 3,779 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg}$$

$$\text{NaCl} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 12\% \times 4,294 \text{ Kg} = 0,515 \text{ kg}$$

6. Benton dengan limbah abu ampas tebu 18% dan NaCl (BA18%+NaCl)

Analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ kg} - 0,773 \text{ kg} = 3,521 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg}$$

$$\text{NaCl} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 18\% \times 4,294 \text{ Kg} = 0,773 \text{ kg}$$

C. Hasil pengujian slump beton

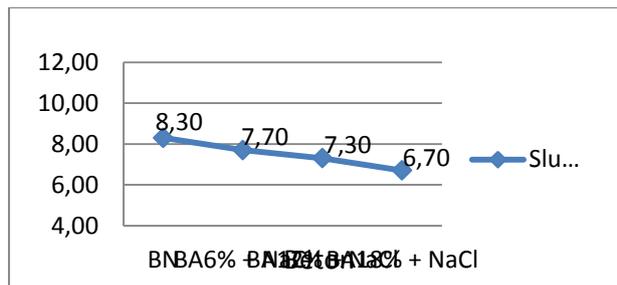
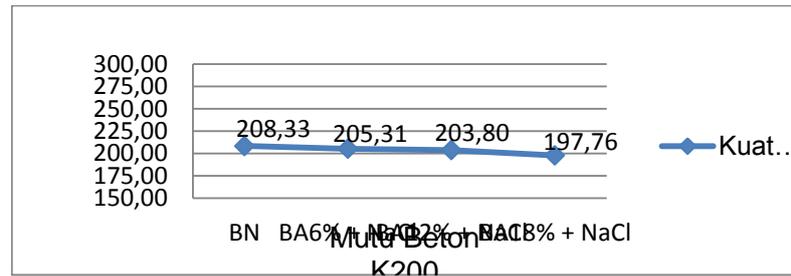
Tabel Nilai pengujian slump

Tanggal cor	Beton	Nilai slump (cm)
05 April 2024	Normal (BN)	8,3
05 April 2024	dengan limbah abu	7,7

	ampas tebu 6% dan NaCl (BA6%+NaCl)	
05 April 2024	dengan limbah abu ampas tebu 12% dan NaCl (BA12%+NaCl)	7,3
05 April 2024	dengan limbah abu ampas tebu 18% dan NaCl (BA18%+NaCl)	6,7

Sumber : Hasil penelitian 2024

Grafik nilai pengujian kuat tekan beton



Grafik nilai pengujian slump beton

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, dan 18% serta NaCl masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 4.17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Mutu Beton K200	No. Benda Uji	Berat (cm ³)	Nilai Kuat Tekan		σ Hancur (kg/cm ²)	Rata-Rata
			Kn	Kg		
BN	1	7,540	380	38.722	172,10	208,33
	2	7,410	500	50.950	226,44	
	3	7,390	500	50.950	226,44	
BA6% + NaCl	1	7,260	470	47.893	212,86	205,31
	2	7,350	390	39.741	176,63	
	3	7,500	500	50.950	226,44	
BA12% + NaCl	1	7,530	400	40.760	181,16	203,80
	2	7,290	470	47.893	212,86	
	3	7,340	480	48.912	172,10	
BA18% + NaCl	1	7,320	380	38.722	172,10	197,76
	2	7,250	490	49.931	221,92	
	3	7,450	440	44.836	199,27	

Sumber : Hasil penelitian 2024

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan hasil pengolahan data mengenai penggunaan campuran limbah abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan NaCl sebagai bahan pengganti air pada campuran mutu beton K200, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, dan 18% serta NaCl masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti semen atau beton normal pada umur 28 hari didapat kuat tekan 208,33 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu dan NaCl atau material pengganti semen 6% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 205,31 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu dan NaCl atau material pengganti semen 12% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 203,80 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah abu ampas tebu dan NaCl atau material pengganti semen 18% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 197,76 kg/cm².

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis mempunyai saran yang mungkin dapat berguna bagi penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi persentase pengganti semen 15%.
2. Dilakukan pengujian umur beton lebih dari 28 hari.
3. Pengaruh lama perendaman benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saloma, A. Nasution, I. Imran, and M. Abdullah, "Improvement of concrete durability by nanomaterials," *Procedia Eng.*, vol. 125, pp. 608–612, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.078.
- [2] Saloma, Hanafiah, and K. Ilma Pratiwi, "Effect NaOH Concentration on Bagasse Ash Based Geopolymerization," *MATEC Web Conf.*, vol. 78, 2016, doi: 10.1051/mateconf/20167801025.
- [3] M. A. Putra, "Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu Ampas Tebu dan Abu Kulit kerang Sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton Mutu 225 dengan NaCl sebagai rendaman," *Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 3, pp. 413–417, 2014.
- [4] A. Mulyadi, "Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Mortar," *Academia.Edu*, vol. 2, no. 3, pp. 1–12, 2012, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/49333206/Naskah.pdf>.
- [5] S. Purwanto, D. Budhy, and A. Setiawan, "Analisis Kuat Tarik Belah Beton Pada Standar Kuat Tekan K.250 Dengan Menggunakan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 89–97, 2021, doi: 10.36546/tekniksipil.v10i2.484.
- [6] A. S. Mulyadi, "Analisis Kuat Tekan Mutu Beton K.200 Memakai Limbah Pecahan Genteng Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar," *Tek. Sipil*, vol. 11, no. 01, pp. 1–13, 2021.
- [7] J. Teknik, S. Unpal, K. Kunci, and A. L. Belakang, "Analisis Kuat Tekan Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air Yang Mengakibatkan Banjir di Kota Palembang," vol. 13, no. 1, pp. 0–6, 2023.
- [8] D. Pekerjaarr, "Bertulang indonesia 1971," 1971.
- [9] A. Mulyadi, A. Asrullah, S. Darma, W. H. Hidayat, and R. Hertanto, "Analisis Pengaruh Variasi Penggunaan Abu

Ampas Tebu Dan Latex Sebagai Bahan Pembuatan Mortar Polimer," *J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 2, pp. 100–107, 2024, doi:

10.36546/tekniksipil.v13i2.1078.

- [10] A. Asrullah, R. Anggrainy, A. Mulyadi, and S. Darma, "Studi Pemakaian MU 200 Skim Wall Sebagai Alternatif Filler Pada Campuran Beton," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 3, no. 11. pp. 1374–1382, 2022, doi: 10.46799/jsa.v3i11.499.