

ANALISIS PEMANFAATAN LIMBAH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN SUPER BETON SPC-200 PADA CAMPURAN MUTU BETON K275

**Asri Mulyadi¹⁾, Asrullah²⁾, Verinazul Septriasyah³⁾, Wahyu Handoyono⁴⁾,
Irfa Kodri⁵⁾, Mustamar Agustri Hakim⁶⁾, Via Seprina⁷⁾**

^{1),2),4),5)} *Dosen Fakultas Teknik Universitas Palembang*

³⁾ *Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang*

^{6),7)} *Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Palembang*

e-mail: asrimulyadi@unpal.ac.id¹⁾, asrull66@yahoo.co.id²⁾, septriansyah@um-palembang.ac.id³⁾

ABSTRAK

Abu ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawii dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 5500- 6000C dan lama pembakaran 4-8 jam. Beton adalah material komposit yang terdiri dari semen, agregat halus (pasir), koral (agregat kasar), dan air, serta zat aditif jika diperlukan. Kuat tekan beton merupakan faktor utama yang diperhitungkan dalam pemakaian beton selain kuat tarik, sehingga banyak cara yang dilakukan guna meningkatkan nilai kuat beton tersebut, diantaranya dengan menambah bahan tambahan yang diharapkan bisa menambah nilai kuat tekan beton pada campuran beton tersebut. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyusun beton juga dapat berubah atau dikombinasikan dengan bahan-bahan limbah di sekitar lingkungan kita, baik organik atau anorganik seperti bahan limbah abu ampas tebu dan lainnya, jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Seiring dengan adanya peningkatan jumlah limbah industri pengolahan gula tebu, yang menjadi permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah abu ampas tebu, maka untuk mengurangi limbah abu ampas tebu peneliti memiliki gagasan untuk melakukan pengembangan penelitian yang menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton. Hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak terpakai, dengan optimalisasi pemakaian limbah. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah agar dapat mengerti bagaimana mengelola dan memanfaatkan limbah abu ampas tebu untuk campuran beton, Mengetahui pengaruh penambahan limbah abu ampas tebu terhadap kuat tekan mutu beton K275. Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut : Dari evaluasi hasil kuat tekan mutu beton K250 yang dihasilkan dari campuran limbah abu ampas tebu dan Super Beton SPC-200 adalah: Campuran mutu beton K250 normal tanpa menggunakan campuran limbah abu ampas tebu pada beton umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 276,26 kg/cm². Campuran mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 7% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 264,19 kg/cm². Campuran mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 14% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 229,46 kg/cm². Campuran mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 21% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 221,92 kg/cm². Dari hasil evaluasi kuat tekan yang di dapat pada pengujian, beton yang mengandung campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 7%, 14%, dan 21 % dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen, tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari mutu beton K250.

Kata Kunci: limbah abu ampas tebu, Super Beton SPC-200, beton, kuat tekan.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Abu ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawai dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 5500- 6000C dan lama pembakaran 4-8 jam. Beton adalah material komposit yang terdiri dari semen, agregat halus (pasir), koral (agregat kasar), dan air, serta zat aditif jika diperlukan. Kuat tekan beton merupakan faktor utama yang diperhitungkan dalam pemakaian beton selain kuat tarik, sehingga banyak cara yang dilakukan guna meningkatkan nilai kuat beton tersebut, diantaranya dengan menambah bahan tambahan yang diharapkan bisa menambah nilai kuat tekan beton pada campuran beton tersebut. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyusun beton juga dapat berubah atau dikombinasikan dengan bahan-bahan limbah di sekitar lingkungan kita, baik organik atau anorganik seperti bahan limbah abu ampas tebu dan lainnya, jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Seiring dengan adanya peningkatan jumlah limbah industri pengolahan gula tebu, yang menjadi permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah abu ampas tebu, maka untuk mengurangi limbah abu ampas tebu peneliti memiliki gagasan untuk melakukan pengembangan penelitian yang menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton. Hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak terpakai, dengan optimalisasi pemakaian limbah limbah abu ampas tebu ini diharapkan mengurangi limbah yang mencemari lingkungan.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Dapat mengerti bagaimana mengelola dan memanfaatkan limbah abu ampas tebu untuk campuran beton.

2. Mengetahui pengaruh penambahan limbah abu ampas tebu terhadap kuat tekan mutu beton 24.0 MPa (K275).

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penelitian ini diharapkan :

1. Penggunaan limbah abu ampas tebu untuk campuran beton dapat mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan agregat limbah abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton.
3. Bagi masyarakat secara umum limbah abu ampas tebu dapat dijadikan dan dimanfaatkan sebagai bahan agregat pada campuran beton.
4. Memberi kontribusi untuk perkembangan ilmu dan teknologi tentang material beton.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka Permasalahan utama yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan limbah abu ampas tebu terhadap kuat tekan mutu beton 24.0 MPa (K275) dengan variasi komposisi campuran tertentu.

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pekerjaan pengujian – pengujian bahan material dan benda uji kuat tekan di laboratorium. Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton tanpa material pengganti dengan beton yang menggunakan material pengganti limbah abu ampas tebu. perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton Normal (BN).
2. Beton dengan limbah abu ampas tebu 7% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen (BA7%SB).
3. Beton dengan limbah abu ampas tebu 14% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen (BA14%SB).
4. Beton dengan limbah abu ampas tebu 21% dan Super Beton SPC-200 2% dari berat semen (BA21%SB).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan mutu beton 24.0 MPa (K275). Untuk semua pengujian yang dilakukan menggunakan standar-standar SK SNI.

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) Super Beton SPC-200

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 mendekat 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 hidrolis untuk pembuatan beton, Hidrolis 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 semua 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 :

- a. Syarat – syarat yang ditentukan beton (yang dimuat dalam PBI 1971[8] atau SK SNI S-04-1989-F);
- b. Persediaan lokasi pembuatan beton;
- c. 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:

- 1) *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.
- 2) *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.
- 3) *Sirtu* adalah campuran dari pasir, kerikil / batu – batuan kecil yang diambil dari dasar sungai atau dari daratan.
- 4) *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.
- 5) *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 :

1. Kekuatan beton (Strength of concrete)
2. Keawetan beton (Durability of concrete)
3. Kemudahan pekerjaan (Workability)
4. 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. Super Beton SPC-200

Super Beton SPC-200 adalah admixture (bahan tambahan) berbentuk cair yang termasuk dalam jenis superplasticizer atau water reducing agent—digunakan untuk meningkatkan kualitas adukan beton, terutama dari segi kelancaran, kemudahan pengecoran, dan kekuatan akhir beton.

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 K275.

SK SNI T-15-1990-03 tentang tata cara rencana campuran beton normal mengemukakan persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam 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 digetarkan. Campuran harus kohesif agar terhindar dari kemungkinan krops ; '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 mendatangkan 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/cm^2)

W = Berat beban masing-masing sample (kg)

A = Luas penampang kubus (cm^2)

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

Dengan :

$\Sigma b m$ = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2)

$\sigma b i$ = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

N = Jumlah seluruh sample

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Pemeriksaan Material Penyusun Beton

Pada pemeriksaan material penyusun beton, peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran beton memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pengujian terhadap material penyusun beton.

A. Pemeriksaan Agregat Halus

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	2,7 %
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	1,37 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,55 kg / cm ³
3	Berat jenis SSD	2,377
4	Berat jenis kering	2,326
5	Penyerapan	2,154 %
6	Kadar Lumpur	3,297 %
7	Kadar Air	3,702 %
8	Modulus Kehalusan	5,25

Sumber : Hasil penelitian

Tabel Daftar Isian (formulir) Perencanaan Campuran Beton

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan	Ditetapkan	K275 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	Pasir	Pasir
8	Faktor air semen bebas	Tabel 2 Grafik1/2	0,560 (ambil nilai yang terkecil)
9	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,61
10	Slump	Ayat 3.3.3	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 : 0,53 = 406 kg/m ³
14	Jumlah semen maksimum	11:8 atau 7	406 kg/m ³
15	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
16	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	Daerah gradasi susunan butir IV
17	Susunan besar butir agregat halus	Ayat 3.3.2	
18	Persen agregat halus	Ditetapkan	26 persen
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Grafik 3 s/d 6	2,473
20	Berat jenis beton	Grafik 13	2215 kg / m ³
21	Kadar agregat gabungan	19 – (12 + 11)	2215 – (406 + 215) = 1.594 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	17 × 20	1.594 × 26% = 414,44 kg/m ³
	Kadar agregat kasar	20-21	1.594 – 414,44 = 1.179,56 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	-	2,775	1,715	-	-
agregat (%)	-	4,356	-0,646	-	-
Air bebas agregat (%)	-	19,250	-8,125	-	-
Air bebas × bebas agregat (kg)					
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 :

$$\text{Semen} = \frac{406}{406} = 1$$

$$\text{Pasir} = \frac{624}{406} = 1,54$$

$$\text{Batu Pecah} = \frac{1.109}{406} = 2,73$$

$$\text{Air} = \frac{215}{406} = 0,53$$

2. Komposisi campuran untuk setiap zak semen adalah :

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

$$\text{Pasir} = 1,54 \times 50 = 77 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Batu Pecah} = 2,73 \times 50 = 136,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,53 \times 50 = 26,5 \text{ lt/m}^3$$

3. Benton Normal (BN)

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

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

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 406 = 4,953 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 624 = 7,613 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1.109 = 13,530 \text{ Kg}$$

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

4. Benton dengan limbah abu ampas tebu 7% dan *Super Beton SPC200* 2% dari berat semen (BA7%SB), analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

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

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 406 = 4,953 \text{ kg} - 0,347 \text{ kg} = 4,606 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 624 = 7,613 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1.109 = 13,530 \text{ Kg}$$

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

$$\text{Abu ampas tebu} : 7\% \times 4,953 \text{ Kg} = 0,347 \text{ kg}$$

$$\text{Super Beton SPC-200} : 2\% \times 4,953 \text{ Kg} = 0,099 \text{ Kg}$$

5. Benton dengan limbah abu ampas tebu 14% dan *Super Beton SPC-200* 2% (BA14%+SB2%), analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :
 $3 \times 0,003375 \times 1,2 = \mathbf{0,0122}$

Semen : $0,0122 \times 406 = 4,953 \text{ kg} - 0,693 \text{ kg} = \mathbf{4,260 \text{ kg}}$

Pasir : $0,0122 \times 624 = \mathbf{7,613 \text{ Kg}}$

Split : $0,0122 \times 1.109 = \mathbf{13,530 \text{ Kg}}$

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

Abu ampas tebu : $14\% \times 4,953 \text{ Kg} = \mathbf{0,693 \text{ kg}}$

Super Beton SPC-200 : $2\% \times 4,953 \text{ Kg} = \mathbf{0,099 \text{ Kg}}$

6. Benton dengan limbah abu ampas tebu 21% dan *Super Beton SPC-200* 2% (BA21%+SB2%), analisis kebutuhan semen, pasir, koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :
 $3 \times 0,003375 \times 1,2 = \mathbf{0,0122}$

Semen : $0,0122 \times 406 = 4,953 \text{ kg} - 1,040 \text{ kg} = \mathbf{3,913 \text{ kg}}$

Pasir : $0,0122 \times 624 = \mathbf{7,613 \text{ Kg}}$

Split : $0,0122 \times 1.109 = \mathbf{13,530 \text{ Kg}}$

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

Abu ampas tebu : $21\% \times 4,953 \text{ Kg} = \mathbf{1,040 \text{ kg}}$

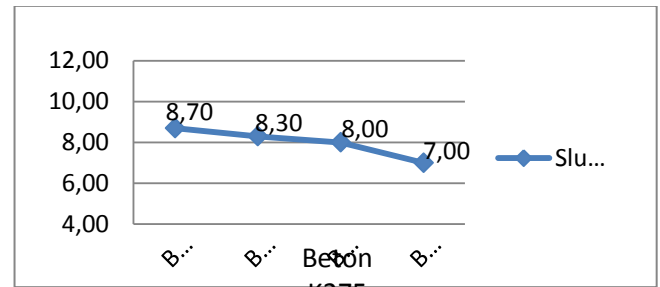
Super Beton SPC-200 : $2\% \times 4,953 \text{ Kg} = \mathbf{0,099 \text{ Kg}}$

C. Hasil pengujian slump beton

Tabel Nilai pengujian slump

Beton	Nilai slump (cm)
Normal (BN)	8,7
dengan limbah abu ampas tebu 7% dan <i>Super Beton SPC-200</i> (BA7%+Sb2%)	8,3
dengan limbah abu ampas tebu 14% dan <i>Super Beton SPC-200</i> (BA14%+Sb2%)	8,0
dengan limbah abu ampas tebu 21% dan <i>Super Beton SPC-200</i> (BA21%+Sb2%)	7,0

Sumber : Hasil penelitian



Grafik nilai pengujian slump beton

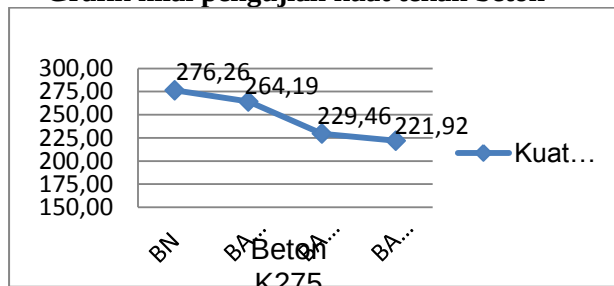
Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 7% dan *Super Beton SPC-200* 2% dari berat semen (BA7%SB), beton dengan limbah abu ampas tebu 14% dan *Super Beton SPC-200* 2% dari berat semen (BA14%SB), dan beton dengan limbah abu ampas tebu 21% dan *Super Beton SPC-200* 2% dari berat semen (BA21%SB), 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 K275	No. Benda Uji	Berat	Luas (cm ²)	Nilai Kuat Tekan		σ Hancur (kg/cm ²)	Rata-Rata
				Kn	Kg		
BN	1	7,830	225	620	63.178	280,79	276,26
	2	7,700		610	62.159	276,26	
	3	7,680		600	61.140	271,73	
BA7% + SB2%	1	7,660	225	590	60.121	267,20	264,19
	2	7,800		600	61.140	271,73	
	3	7,510		560	57.064	253,62	
BA7% + SB2%	1	7.590	225	560	57.064	253,62	229,46
	2	7,390		560	57.064	253,62	
	3	7,570		400	40.760	181,16	
BA7% + SB2%	1	7,440	225	550	56.045	249,09	221,92
	2	7,370		370	37.703	167,57	
	3	7,430		550	56.045	249,09	

Sumber : Hasil penelitian

Grafik nilai pengujian kuat tekan beton

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari evaluasi hasil kuat tekan mutu beton K250 yang dihasilkan dari campuran limbah abu ampas tebu dan Super Beton SPC-200 adalah:
 - Mutu beton K250 normal tanpa menggunakan campuran limbah abu ampas tebu pada beton umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 276,26 kg/cm².
 - Mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 7% dan Super Beton SPC-200 2%dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 264,19 kg/cm².
 - Mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 14% dan Super Beton SPC-200 2%dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 229,46 kg/cm².
 - Mutu beton K250 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 21% dan Super Beton SPC-200 2%dari berat semen pada umur 28 hari di dapat kuat tekan sebesar 221,92 kg/cm².
2. Dari hasil evaluasi kuat tekan yang di dapat pada pengujian, beton yang mengandung campuran limbah abu ampas tebu sebanyak 7%, 14%, dan 21 % dan Super Beton SPC-200 2%dari berat semen, tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari mutu beton K250.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian tentang analisa kuat tekan beton dengan menggunakan campuran limbah abu ampas tebu dan super beton SPC-200, maka perlu diperhatikan saran berikut ini :

1. Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu pengujian.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi campuran limbah abu ampas tebu yang berbeda dan menguji beton pada umur lebih dari 28 hari.
3. Dalam pembuatan beton dengan diperlukan material campuran yang berkualitas. Bahan yang digunakan harus teruji dengan hasil yang baik. Disamping itu ketelitian dan perencanaan campuran beton (*mix design*) serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan.

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.
- [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>.
- [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.
- [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.