BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan di berbagai bidang konstruksi saat ini berjalan cukup pesat, misalnya gedung, jembatan, apartemen, jalan raya, dll. Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan konstruksi dalam dunia konstruksi. Beton banyak diminati karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan bahan lain, antara lain harga yang relatif murah, kekuatan yang baik, bahan baku yang mudah didapat, tahan lama, tahan api, dan tidak mudah terurai.

Dibeberapa wilayah Indonesia, limbah organik seperti limbah yang berasal dari pertanian maupun perkebunan serta limbah makanan semakin meningkat jumlahnya. Maka hal ini bisa dimanfaatkan sebagai potensi dan inovasi dalam energi terbarukan kedepan nantinya. Baik itu berupa pupuk organik, sumber energi maupun bahan baku industri dan lainnya. Limbah organik yang keberadaannya terdapat banyak di sekitar kita terutama di Indonesia salah satunya dari limbah perkebunan kelapa yaitu tempurung kelapa.

Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Keberadaannya banyak terdapat disekitar kita dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar. Hal ini menjadi dasar pemikiran untuk memanfaatkan tempurung kelapa sebagai bahan tambah agregat kasar dalam pembuatan beton.

Selain itu, jika pemanfaatan tempurung kelapa secara teknis dapat dibuktikan sebagai bahan/agregat campuran dalam pembuatan beton.

Lapisan keras pada tempurung kelapa tersusun dari lignin dan selulosa yang memiliki kadar air rendah, struktur keras pada kelapa disebabkan oleh kandungan silikat (SiO_2) yang cukup tinggi, kapang tempurung kelapa memiliki lapisan yang keras dan kasar. tekstur permukaan, sehingga melekat pada pasta, semen menjadi lebih kuat (Akbar, 2013).

Dengan ketebalan 3-6 mm. Berat tempurung sekitar 12-15% dari total berat kelapa, karena kelapa itu sendiri terdiri dari 35% kelapa, 12% tempurung, 28% daging dan 25% air kelapa. Oleh karena itu, tempurung kelapa dapat menjadi alternatif pembuatan campuran beton untuk mengurangi harga kerikil yang relatif mahal (Gramacom, 2000).

Dalam penelitian ini tempurung kelapa digunakan sebagai agregat kasar. Kemudian dipecah menjadi beberapa bagian dan kemudian diayak untuk jumlah maksimum agregat yang dibutuhkan. Rancangan campuran beton (*mix design*) terdiri dari 2 (dua) variasi yaitu beton normal dan 100% agregat kasar tempurung kelapa. Dengan penggunaan material batok kelapa sebagai bahan tambah agregat kasar dalam campuran beton, diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik beton, yang terdiri dari kuat tekan beton, kuat terik beton, kuat belah beton dan kuat geser beton. Maka dari permasalahan diatas peneliti mengangkat judul **"Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Kerikil Dengan Tempurung Kelapa".**

B. Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang menjadi pembahasan dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton?
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan beton antara penggunaan agregat kasar kerikil dan penggunnaan agregat kasar tempurung kelapa?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan tempurung kelapa sebagai agregat kasar terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton antara penggunaan agregat kasar kerikil dan penggunaan agregat kasar tempurung kelapa.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan, maka diberi batasan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat kasar tempurung kelapa berasal dari daerah Parepare.

3. Benda uji yang digunakan terdiri dari 2 (dua) variasi, yaitu beton normal dan 100% yang menggunakan agregat kasar tempurung kelapa, masing-masing di buat 9 (sembilan) sampel tiap variasinya.
4. Jumlah benda uji di batasi masing-masing 3 (tiga) benda uji untuk satu kali pengujian yakni pengujian umur beton hari ke 7, 14, dan 28.
5. Benda uji yang dibuat berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Kuat tekan rencana 25 MPa.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti untuk menambah wawasan dalam pengembangan ilmu akademik dan pengetahuan di bidangan analisis kuat tekan pada beton.
2. Mengetahui pengaruh limbah tempurung kelapa sebagai bahan pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton.
3. Salah satu cara dalam pengurangan limbah tempurung kelapa.

F. Sistematika Penulisan

Dengan mengacu pada petunjuk mengenai penyusunan proposal, maka penelitian menyampaikan penguraian atau gambaran singkat tentang penjelasan di masing-masing bab, yaitu :

1. BAB I PENDAHULUAN

Menyajikan informasi umum dari penelitian ini mengenai konteks masalah, maksud dan tujuan penelitian, kegunaan penelitian, batasan masalah, dan sifat sistematis penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang dijadikan dasar dalam analisa dan pembahasan masalah, serta beberapa rumus dan spesifikasi dari studi literatur yang berhubungan dalam penulisan ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang rancangan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, populasi dan sampel penelitian, teknik pengumpulan data penelitian, dan metode analisis penelitian.

4. BAB IV HASIL PEMBAHASAN

Menyajikan data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data yang diperoleh dari hasil perhitungan dalam penelitian yang dilakukan dilaboratorium, kemudian akan disajikan dalam bentul tabel dan grafik. Selain itu, data tersebut kemudian diolah dan dianalisis untuk memberikan informasi yang bermanfaat.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dikemukakan tentang kesimpulan secara keseluruhan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang diberikan untuk meperbaiki hasil dari peneliti tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar pada pembuatan beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus), dan pori-pori antara agregat kasar halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*, faktor air semen (FAS*)*, dan zat tambahan (*admixture)*.

Mulyono (2003) dalam keadaan mengeras, beton memiliki kekuatan yang tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk dekoratif.

Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus, misalnya agregat diekspose agregatnya (agregat yang bertekstur seni tinggi diletakkan dibagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya). Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap korosi.

Selain memiliki kelebihan yang andal dalam menerima beban tekan beton juga memiliki kelemahan umum yaitu lemah dalam menerima gaya tarik. Oleh karena itu melihat kelemahan tersebut maka beton dibuat komposit dengan memadukan material yang kuat terhadap gaya tarik yaitu menggabungkan dengan besi tulangan yang sekarang telah dikenal luas dengan istilah beton bertulang (*reinforced concrete*). Beton sendiri harus memiliki sifat kemudahan dalam pelaksanaan (*Workability*) serta ketahanan/keandalan selama umur layak-nya (*Durability*).

2. Tempurung kelapa



Gambar 2.1 Tempurung Kelapa
Sumber : Dokumentsi Pribadi

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokrap, bersifat keras, dan diselimuti oleh sabut kelapa biasany tempurung kelapa digunakan sebagai bahan kerajinan, bahan bakar. Pada bagian pangkal tempurung kelapa terdapat 3 titik lubang tumbuh (*ovule*) yang menunjukkan bakal buah asalnya memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, mengnadung lignin, pantosa, dan solulosa. Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang dan arang aktif. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6.500–7.600 Kkal/g. tempurung kelapa termasuk dalam golongan kayu keras dengan kadar air sekitar 6-9% (dihitung berdasar berat kering) yang tersusun dari lignin, selulosan dan hemiselulosa (Triono 2006).

Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Keberadaannya banyak terdapat di sekitar kita dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar.

Batok kelapa atau tempurung kelapa adalah kulit dalam dari buah kelapa. Tempurung kelapa banyak mengandung SiO_2 sehingga keras sekali, dengan ketebalan 3-6 mm. Berat tempurung sekitar 12-15% dari berat keseluruhan buah kelapa, karena buah kelapa itu sendiri terdiri atas sabut 35%, tempurung 12%, daging 28%, dan air kelapa 25% (Gramacom, 2000).

3. Kuat tekan beton

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang

dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton, yaitu :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{..... (2.1)}$$

Dimana :

f'c : Kuat tekan beton (Mpa)

A : Luas penampang benda uji (mm^2)

P : Beban tekan (N)

B. Material Penyusun Beton

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pecah batu dengan memecah batu alami. Komposisi agregat 70%-75% dari volume beton (*Tri Mulyono, 2004 : 65*).

Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton itu sendiri terutama yang berhubungan dengan kekuatan beton. Agregat yang digunakan pada campuran beton ada dua, yaitu:

a. Agregat kasar

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (5 cm). Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah dan limbah marmer. Diisyaratkan dalam penggunaan agregat kasar ini sesuai dengan SII 0052 – 1980 dan ASTM C 33 – 90.

Tabel 2.1 Susunan Gradasi Batu Pecah (Sumber : SNI 03-2834-1993)

Ukuran (mm)	Lolos ayakan (% berat) Ukuran nominal		
	38,1 – 4,76	19,0 – 4,76	9,6 – 4,76
38,1	95 – 100	100	-
19,0	37 – 70	95 – 100	100
9,52	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4,76	0 – 5	0 – 10	0 - 10

Kerikil sebagai hasil desintregasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari indrustri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut BSN (2002), bahwa agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut ini:

1) Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan).

Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.

2) Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali jika agregat kasar digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6%, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaian yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali agregat tersebut.
3) Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti bahan-bahan yang reaktif sekali dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan laruta NaOH.
4) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.
5) Ukuran butir agregat kasar maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, sepertiga dari tebal pelat beton, empat pertiga dari jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

b. Agregat halus

Agregat halus diameternya tidak lebih dari 5 mm. Agregat halus dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Agregat halus yang baik adalah yang terbebas dari beberapa bahan organik, lempung dan bahan-bahan lain yang merusak beton. Dari bentuk fisiknya, agergat halus mempunyai butiran yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca. Pengambilan sumber agregat halus dapat ditemukan pada sungai, galian dan laut. Untuk beton, agregat dari laut tidak diperbolehkan kecuali ada penanganan khusus.

Agregat halus yang akan dipergunakan untuk membuat beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaian yang berlebihan didalam mortar atau beton. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh dipakai untuk membuat beton dengan semen yg kadar alkalinya dihitung sebagai setara Natrium Oksida (Na_2O + 0,658 K_2O) tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaian yang membahayakan akibat reaksi alkali agregat tersebut.

2. PCC (*Portland Composite Cement*)

Menurut **SNI 0013-1981**, Portland cement merupakan bahan perekat dalam campuran beton hasil penghalusan *kliner* yang senyawa utamanya terdiri dari material *calcareous* seperti *limestone* atau kapur dan material *argillaceous* seperti besi *oksida*, serta *silika* dan *alumina* yang berupa

lempung. Proses pencampuran dilakukan didalam tempat pembakaran dengan temperatur sekitar 1300-1450°C sampai membentuk *kliner*. Setelah didinginkan ditambah dengan material gipsum ($CaSO_4 2H_2O$) dan bahan *inert* pada saat penggilingan terakhirnya.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen *Portland* dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu :

a. Tipe I : Semen *Portland* untuk penggunaan unun yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
b. Tipe II : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
c. Tipe III : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
d. Tipe IV : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
e. Tipe V : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksida besi, dan oksida-oksida lainnya (Wuryati Samekto, 2001).

Semen berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat dalam adukan beton agar terjadi susut massayang padat. Pasta semen adalah campuran antara

semen dengan air, menjadi mortar apabila dicampur dengan pasir dan akan membentuk beton bila ditambah split.

PCC adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan *gyps* dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain, terak tanur tinggi (blest furmace slag), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari massa semen Portland komposit. PCC sendiri mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

a. Mempunyai panas hidrasi rendah sampai sedang
b. Tahan terhadap serangan sulfat
c. Kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatan akhir lebih tinggi

3. Air

Air sebagai bahan pencampur semen berperan sebagai bahan perekat, sehingga penambahan air dalam pembuatan spesi beton merupakan unsur yang sangat penting. Peranan air sebagai bahan perekat terjadi melalui reaksi hidrasi, yaitu semendan air akan membentuk pasta semen dan mengikat fragmen-fragmen agregat (Syarif Hidayat, 2009).

Pada pekerjaan beton, air mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai pembersih agregat dari kotoran yang melekat, merupakan media untuk pencampuran, mengecor dan memadatkan serta memelihara beton. Disamping itu juga air berfungsi sebagai bahan baku yang mengakibatkan terjadinya proses kimia, sehingga semen dapat bereaksi dan mengeras. SNI-03-2847-2002 dalam pasal 5.4 ayat 1 s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut:

a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam dan bahan organik, atau bahan-bahan lain yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

b. Air campuran yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam alumunium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan, kecuali ketentuan berikut terpenuhi.

Pemilihan proporsi campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

Hasil pengujian pada umur 14 hari pada silinder yang dibuat dari adukan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dari air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampuran yang dan diuji dengan “Metoda uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis“ (menggunakan specimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm). *[ASTM C 109]*.

C. Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perancangan Campuran Beton (*mix design*) mempunyai tujuan untuk mendapatkan proporsi masing-masing bahan untuk menghasilkan beton berkualitas dan ekonomis. Bahan tersebut biasanya adalah air, semen, pasir, dan

batu pecah untuk beton normal tanpa bahan tambahan. Sebelum perencanaan campuran perlu diketahui beberapa hal penting misalnya jenis struktur, kondisi lingkungan, kuat rencana, jenis semen, kualitas air, sifat agregat, dan lain lain. Sifat agregat meliputi gradasi, kadar air, daya serap, berat jenis relatif, ukuran butir terbesar. Perancangan campuran beton (*mix design*) berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

adapun persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Umum

Persyaratan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

a. Proposi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut:
   1) Kekentalanyang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen).
   2) Keawetan.
   3) Kuat tekan.
   4) Ekonomis.

b. Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah. Bahan-bahan yang digunakan dalam perencanaan harus mengikuti persyaratan berikut:
   1) Bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka setiap proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah.

2) Perencanaan campuran beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton.

b) Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

2. Teknis

a. Bahan

1) Air harus memenuhi ketentuan yang berlaku.

2) Semen harus memenuhi SNI-15-2049-1994 tentang Semen Portland.

3) Agregat harus memenuhi SNI-031750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.

b. Perhitungan proporsi campuran

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dari:

1) Deviasi standar yang didapat dari pengalaman dilapangan selama produksi beton menurut rumus:

$$\mathbf{s} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(xi-x)^2}}{n-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.2)$$

Dengan:

S adalah deviasi standar

Xi adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing-masing benda uji.

X adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

$$\mathbf{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.3)$$

Dengan:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji). Dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

a) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
b) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan F'c yang nilainya dalam batas 7 Mpa dari nilai Fcr yang ditentukan.
c) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
d) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi poin (i 1), tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 2.2

Tabel 2.2 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30

Jumlah pengujian	Faktor penggali deviasi standar
1. Kurang dari 15	Lihat poin (i 5)
2. 15	1,16
3. 20	1,08
4. 25	1,03
5. 30 atau lebih	1,00

e) Bila data uji dilapangan untuk menghitung standar yang memenuhi persyaratan poin (i 1) diatas tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan Fcr harus diambil tidak kurang dari (F'c + 12 Mpa).

2) Nilai tambah dihitung menurut rumus:

M = 1,64 x Sr. . . . . .(2.4)

Dengan:

M adalah nilai tambah

1,64 adalah tetapan statistic yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr adalah deviasi standar rencana.

3) Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung menurut rumus berikut:

Fcr = F'c + M . . . . . .(2.5)

Fcr = F'c + 1,64 Sr

3. Faktor air semen

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan:

a. Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.
b. Untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang spesifikasi beton bertulang kedap air.

4. Slump test

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan.

5. Ukuran agregat

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

a. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
b. Sepertiga dari tebal pelat.
c. Tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

6. Kadar air

Kadar air bebas ditentukan sebagai beikut:

a. Agregat tidak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada Tabel 3 dan grafik 1 atau 2.

b. Agregat campuran (tidak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} \text{ Wh} + \frac{1}{3} \text{ Wk} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.6)}$$

Dengan:

Wh = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

D. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dari penelitian ini adalah melihat Pengaruh Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Pada penelitian ini, akan dibahas tentang kuat tekan beton menggunakan semen PCC (*Portland Composite Cement*). Serta melihat kadar optimum penggunaan limbah tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton.

E. Penelitian Sebelumnya

1. Akbar Fauzul, ANTON ARIYANTO, and BAMBANG EDISON, 2013, "Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100". Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Merupakan suatu tantangan untuk memanfaatkan tempurung kelapa secara optimal, apabila tempurung kelapa dapat dibuktikan secara teknis sebagai bahan/agrega tuntuk campuran beton, maka diharapkan dapat

mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagimasyarakat.

Dalam penelitian ini, tempurung kelapa dipecah menjadi serpihan berukuran maksimal 15 mm x 15 mm dan digunakan sebagai penambah agregat kasar yang dicampur dengan agregat halus, air dan semen PCC. Jumlah semen yang digunakan adalah 325 kg/m^3 dengan fakor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2300 kg/$m^{3.}$ Persentase variasi tempurung kelapa yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15%. Perbandingan campuran pasir dan kerikil yang digunakan adalah 40% : 60% yang dicetak berbentuk kubus yang berukuran 150 x 150 x 150 mm. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik beton K-100 dengan penambahan tempurung kelapa dan mendapatkan variasi campuran yang efisien melalui uji kuattekan pada umur 7 hari.

Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton tertinggi pada beton yang menggunakan campuran tempurung kelapa 5% yaitu sebesar 16,5 Ton atau 73,33 Kg/cm^2 dengan proyeksi kuat tekan umur 28 hari sebesar 112,82 Kg/cm^2 sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada beton yang menggunakan campuran 15% yaitu 4,5 Ton atau 20 Kg/cm^2 dengan proyeksi kuat tekan umur 28 hari sebesar 30,77 Kg/cm^2. Penambahan tempurung kelapa terhadap campuran beton meningkatkan kuat tekan beton untuk penambahan 5% tempurung kelapa dari berat agregat kasar.

2. Suarnita, I. Wayan, and Nicodemus Ruppang, 2009. "Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Tempurung Kelapa. Dewasa ini pemakaian beton untuk konstruksi semakin meningkat, baik untuk konstruksi dengan struktur berat maupun pada konstruksi ringan, sehingga studi lanjut mengenai potensi peningkatan kekuatan dan cara memperbaiki kelemahan-kelemahannya tidak pernah berhenti. Salah satunya yaitu dengan memvariasikan bahan-bahan beton yang dapat menurunkan berat total bangunan dan strukturnya, yaitu dengan cara penggunaan bahan bangunan yang memiliki massa rendah yang nantinya akan menghasilkan konstruksi betonringan.

   Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *endocarp* terhadap kuat tekan beton ringan. Penelitian ini menggunakan 7 variasi nilai fraksi volume *endocarp* (nf) yaitu 0,35; 0,375; 0,40; 0,425; 0,45; 0,475 dan 0,50. Masing-masing nilai fraksi volume *endocarp* tersebut menghasilkan volume *endocarp* yang berbeda-beda yang selanjutnya digunakan dalam penelitian guna mengetahui kuat tekan betonringannya.

   Pada penelitian ini, nilai kuat tekan beton ringan *endocarp* untuk nf 0,35 adalah 13,02 Mpa dan untuk nf 0,50 diperoleh 5,36 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai fraksi volume *endocarp*nya (nf), yang menunjukkan semakin banyaknya volume *endocarp* yang digunakan, maka nilai kuat tekannya akan semakin menurun.

3. MUWARDIN, Syafrin; GALUH, Dimas Langga C.; YASIN, Iskandar, 2019, 4.2, “Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut, Air Tawar, Air Sungai Dan Air

Kapur". Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

a. Hasil uji kuat tekan maksimum dari tiap variasi air perendaman adalah perendaman air sungai sebesar 24,06 N/mm², perendaman air sumur sebesar 21,15 N/mm², perendaman air kapur sebesar 21,29 N/mm² dan perendaman air laut sebesar 23,27N/mm².

b. Hasil tegangan regangan tertinggi dari tiap variasi air perendaman adalah perendaman air sungai regangan pada 0,5583% dengan modulus elastisitas 6323,38 N/mm², perendaman air sumur pada regangan 0,838% dengan modulus elastisitas 6088,62 N/mm², perendaman air kapur pada regangan 0,567% dengan modulus elastisitas 5847,29 N/mm² dan perendaman air laut pada regangan 0,65% dengan modulus elastisitas 5515,73 N/mm².

4. Rustendi, Iwan, 2004, "Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang eksis sangat populer di bidang teknik dan kontraktor serta di masyarakat umum. Untuk menyempurnakan kinerja beton, beberapa inovasi telah dilakukan oleh orang-orang yang kompeten di bidangnya.

Dilihat dari hasil uji detil, penambahan material yang mampu meningkatkan kekuatan beton adalah serat. Penambahan serat pada beton akan berpengaruh besar terhadap kuat tarik beton, namun untuk kuat tekan

tidak signifikan. Pada penelitian ini akan dideteksi seberapa besar pengaruh serat tempurung kelapa terhadap kekuatan dari beberapa variasi dosis.

Sampel beton dibuat dalam empat jenis, sampel pertama dengan serat tempurung kelapa 0%, sampel kedua dengan serat tempurung kelapa 5%, sampel ketiga dengan serat tempurung kelapa 10% dan sampel terakhir dengan serat tempurung kelapa 15%.

Dari hasil uji detail beton, kuat tekan yang akan diturunkan, tetapi kuat tarik yang akan meningkat disebabkan oleh bertambahnya sabut kelapa. Dengan penambahan 5% serabut tempurung kelapa maka kuat tekan berkurang menjadi 19,36% dan kuat tarik meningkat sebesar 4,29%, dengan penambahan 10% kuat tekan berkurang sebesar 23,00% dan Kekuatan tarik meningkat sebesar 19,63% dan dengan penambahan serat tempurung kelapa 15% kekuatan tekan berkurang sebesar 40,09% dan kekuatan tarik meningkat sebesar 36,81%.

5. Maulani, Emi; Muliadi; Afianti, Desy, 2018, Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang eksis sangat populer di bidang teknik dan kontraktor serta di masyarakat umum. Untuk menyempurnakan kinerja beton, beberapa inovasi telah dilakukan oleh orang-orang yang kompeten di bidangnya.

   Dilihat dari hasil uji detil, penambahan material yang mampu meningkatkan kekuatan beton adalah serat. Penambahan serat pada beton akan berpengaruh besar terhadap kuat tarik beton, namun untuk kuat tekan tidak signifikan. Pada penelitian ini akan dideteksi seberapa besar pengaruh serat tempurung kelapa terhadap kekuatan dari beberapa variasi dosis.

Sampel beton dibuat dalam empat jenis, sampel pertama dengan serat tempurung kelapa 0%, sampel kedua dengan serat tempurung kelapa 5%, sampel ketiga dengan serat tempurung kelapa 10% dan sampel terakhir dengan serat tempurung kelapa 15%.

Dari hasil uji detail beton, kuat tekan yang akan diturunkan, tetapi kuat tarik yang akan meningkat disebabkan oleh bertambahnya sabut kelapa. Dengan penambahan 5% serabut tempurung kelapa maka kuat tekan berkurang menjadi 19,36% dan kuat tarik meningkat sebesar 4,29%, dengan penambahan 10% kuat tekan berkurang sebesar 23,00% dan Kekuatan tarik meningkat sebesar 19,63% dan dengan penambahan serat tempurung kelapa 15% kekuatan tekan berkurang sebesar 40,09% dan kekuatan tarik meningkat sebesar 36,81%.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi dan penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut angka, mulai dari pengumpulan data, penjelasan terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, table, grafik atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium. Strategi penelitian ini menggunakan strategi penelitian eksperimen yaitu untuk membandingkan antara dua variasi dengan mengurangi atau menyisihkan variasi yang lain.

B. Lokasi dan Waktu Penelitan

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium struktur dan bahan Kampus II Universitas Muhammadiyah Parepare. Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan tugas akhir diselenggarakan dalam 1 (Satu) bulan, proses penelitian ini dilaksanakan kisaran bulan Maret - April 2021.

C. Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini ada 2 (dua) macam variasi yaitu 0% dan 100% beton menggunakan agregat kasar tempurung kelapa, masing-

masing variasi dibuat 9 (Sembilan) tiap sampel dengan cetakan Silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton

Umur (hari)	Jumlah benda uji	
	0%	100%
7 14 28	3 3 3	3 3 3
Jumlah	9	9
Total : 18 buah benda uji		

D. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material
    a. Agregat kasar (kerikil dan tempurung kelapa)
    b. Agregat halus
    c. Semen
    d. Air
3. Pengujian materil
    a. Analisis sarigan
    b. Berat jenis
    c. Berat isi
    d. Kadar air
    e. Kadar lumpur

4. Pembuatan benda uji/*Mix design (SNI 2847 – 2013)*
   a. Beton normal
   b. Beton 100% tempurung kelapa
5. Timbang bahan baku campuran beton dan limbah tempurung kelapa yang telah ditentukan sesuai proporsi yang sudah dihitung dengan mengacu pada *mix design.*
6. Setelah ditimbang, bahan kemudian dicampur sampai merata hingga menjadi beton segar.
7. Menganbil/menguji nilai slump pada setiap variasi campuran yang telah ditentukan sebelum kemudian dimasukkan dalam cetakan silinder.
8. Adukan beton kemudian dimasukkan dalam cetakan dengan bertahap, yaitu sepertiga lapisan dari cetakan silinder.
9. Kemudian masing-masing tiap lapisan dipadatkan dengan merojok. Perojokan dilakukan 25 kali dengan menggunakan “rod” (besi peojok) hingga cetakan terisi penih.
10. Setelah dipadatkan dan terisi penuh kemudian adukan diratakan menggukan besi perojok.
11. Kemudian adukan didiamkan hingga mengeras ±24 jam, baru kemudian cetakan dapat dibuka.
12. Perawatan benda uji beton silinder (perendaman) selama 7, 14 dam 28 hari.
13. Penguian Kuat Tekan Beton Silinder

E. Teknik Pengmpulan Data

1. Pengumpulan data sekunder

Tahap awal dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data sekunder berupa standar mutu, serta mencari literatur-literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut dipergunakan untuk menentukan mutu beton yang akan diteliti, serta menentukan langkah kerja lebih lanjut dalam tahap penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan data primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa hasil pecahan limbah tempurung kelapa secara langsung sebagai bahan penelitian untuk mencari kekuatan tekannya, apakah baik digunakan kembali sebagai bahan agregat kasar dalam campuran beton atau kurang baik.

F. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi karakteristik bahan

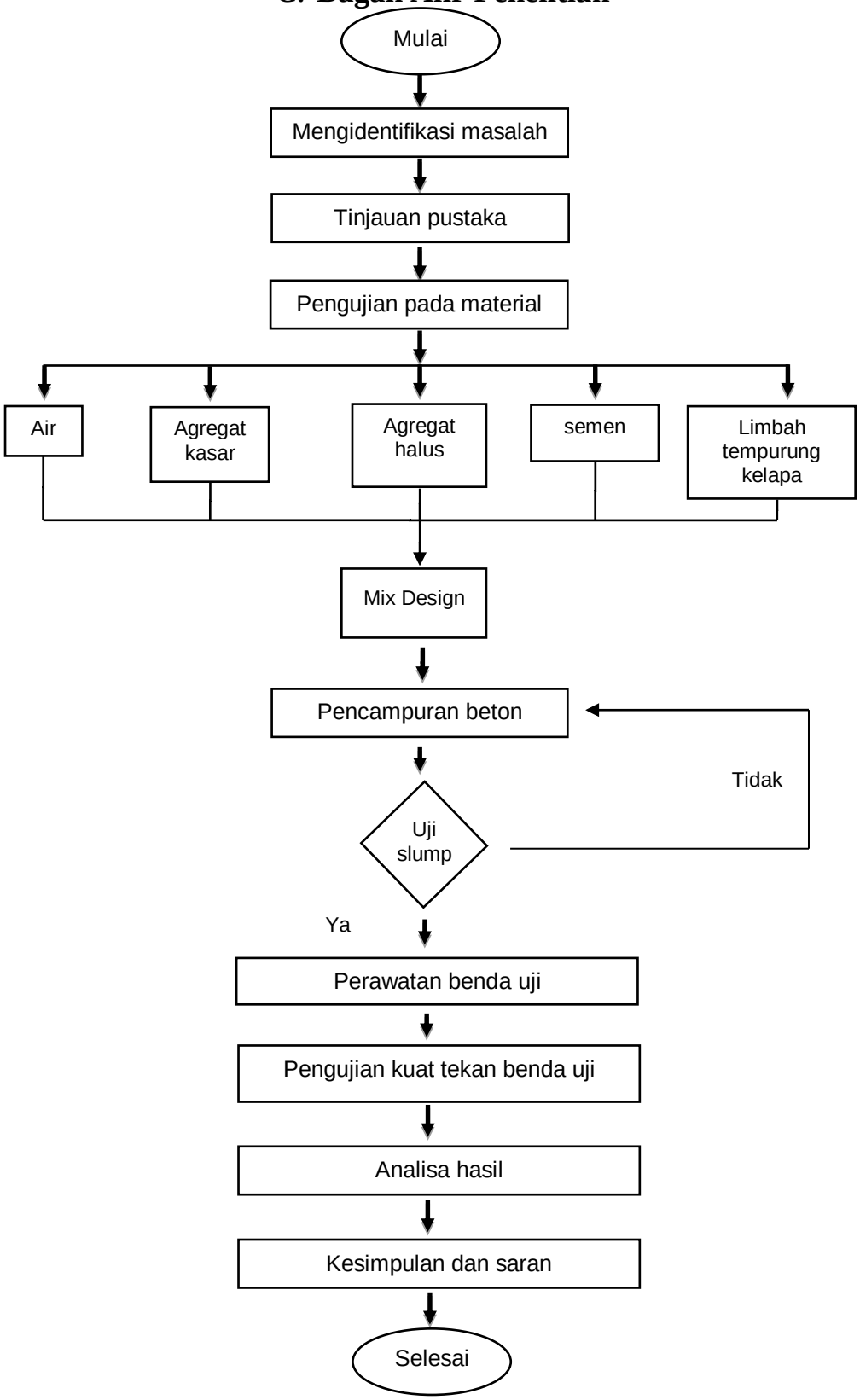
Evaluasi dilakukan terhadap bahan/material penyusun beton yaitu semen, agregat kasar (limbah tempurung kelapa), agregat halus (pasir) dan air. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang digunakan untuk pembentuk beton dalam penelitian ini mempunyai nilai-nilai yang sesuai dengan standar persyaratan yang sudah ditentukan.

2. Analisa kuat tekan beton

Analisa yang dilakukan dengan membandingkan hasil data kuat tekan beton dari masing-masing variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat

mengetahui pengaruh yang dihasilkan pada tiap-tiap umur dan kadar agregat daur ulang yang direncanakan.

G. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Material

Sebelum melakukan perancangan campuran (*Mix Design*) terlebih dahulu pengecekan/pengijuan material yang akan digunakan pada perancangan campuran. Data yang diperoleh dari hasil pengujian material di laboratorium struktur dan bahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pengujian material agregat kasar (sumber: hasil olah data)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	1,33%	0,5 – 2 %	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,86 %	Maksimal 1%	Memenuhi
3	Berat jenis	2,78	1,6 – 3,3	Memenuhi
4	Absorsi	1,11%	Maksimal 4%	Memenuhi
5	Berat volume lepas	1,65 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
6	Berat volume padat	1,82 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
7	Pemeriksaan keausan	22,1%	Majsimal 50%	Memenuhi

Tabel diatas menunjukkan bahwaa hasil pengujian material agregat kasar pada beton normal untuk kadar air sebesar 1.33%, kadar lumpur sebesar 0.86%, berat jenis sebesar 2.78, absorsi sebesar 1.11%, berat volume lepas sebesar 1.65 kg/liter, berat volume padat sebesar 1.82 kg/liter dan keausan sebesar 22,1%. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat dipakai karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2 Hasil pengujian material agregat halus (sumber: hasil olah data)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	3,85%	2 – 5%	Memenuhi
2	Kadar lumpur	3,55%	Maksimal 5%	Memenuhi
3	Berat jenis	2,75	1,6 – 3,3	Memenuhi
4	Absorsi	1,82%	0,2 – 2%	Memenuhi
5	Berat volume lepas	1,44 Kg/liter	1,4 –1,9Kg/liter	Memenuhi
6	Berat volume padat	1,69 Kg/liter	1,4 –1,9Kg/liter	Memenuhi
7	Kadar organic	No.1	< No.3	Memenuhi

Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian kadar air agregat halus pada beton normal sebesar 3.85%, kadar lumpur sebesar 3.55%, berat jenis sebesar 2.75, absorsi sebesar 1.82%, berat volume lepas sebesar 1.44 kg/l, berat volume padat sebesar 1.69 kg/l dan kadar organic pada beton biasa, diperolah warna No.1. oleh karena itu dapat dilihat dari hasil pengujian bahwa agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat digunakan karena memenuhi standar yang telah ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat tempurung kelapa (sumber: hasil olah data)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	1,93%	0,5 – 2%	Memenuhi
2	Berat jenis	2,31	1,6 – 3,3	Memenuhi
3	Absorsi	2,46 %	Maksimal 4%	Memenuhi
4	Berat volume lepas	1,62 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
5	Berat volume padat	1,69 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi

Tabel diatas menunjkkan bahwa hasil pengujian material agregat kasar tempurung kelapa untuk kadar air sebesar 1.93%, berat jenis sebesar 2.31, absorsi sebesar 2,46%, berat volume lepas sebesar 1.62 kg/liter, berat volume padat sebesar 1.69 kg/liter dan keausan sebesar 22.1%. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat dipakai karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

B. *Mix Design*

1. Agregat natural

Slump	=	30 – 60 mm
Kuat tekan yang diisyaratkan	=	25 MPa
Factor air semen (fas_{maks})	=	0,45
Modulus keausan agregat kasar (kerikil)	=	6,79
Ukuran maksimum agregat	=	40 mm
Berat jenis spesifik SSD pasir	=	2,66
Berat jenis spesifik SSD kerikil	=	2,72
Kadar air pasir (W_p)	=	3,85%
Absorsi pasir (R_p)	=	1,8%
Kadar air kerikil (W_k)	=	1,33%
Absorsi kerikil (R_k)	=	1,11%
Presentase gabungan terbaik :		
a. Pasir	=	40,30%
b. Kerikil	=	59,70%

Berat volume kering lepas kerikil = 1,650 kg/m^3

Berat volume kering padat kerikil = 1,820 kg/m^3

Berat volume kering lepas pasir = 1,440 kg/m^3

Berat volume kering padat pasir = 1,690 kg/m^3

Berat volume lepas tempurung kelapa = 1651,10kg/m^3

Berat volume padat tempurung kelapa = 1694,87kg/m^3

Volume silinder 15 x 30 cm = 0,0053kg/m^3

Berdasarkan SNI 03-2834-2000

a. Standar deviasi (Sr) : 5,6 MPa

Pada nilai deviasi standar dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Deviasi standar sebagai ukuran mutu pelaksanaan

Isi pekerjaan		Deeviasi standar (Mpa)		
Sebutan	Volume Beton (m3)	Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	4,5 < S <5,5	5,5 < S < 6,5	6,6 < S < 8,5
Sedang	1000-3000	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 5,5	6,5 < S < 7,5
Besar	> 3000	2,5 < S < 3,5	3,5 < S < 4,5	4,5 < S < 6,5

b. Nilai tambah (margin):

M = 1,64 × Sr (untuk sr >4 MPa)

= 1,64 × 5,6

= 9,18 MPa

c. Kuat tekan rata-rata (fcr) uji silinder 28 hari:

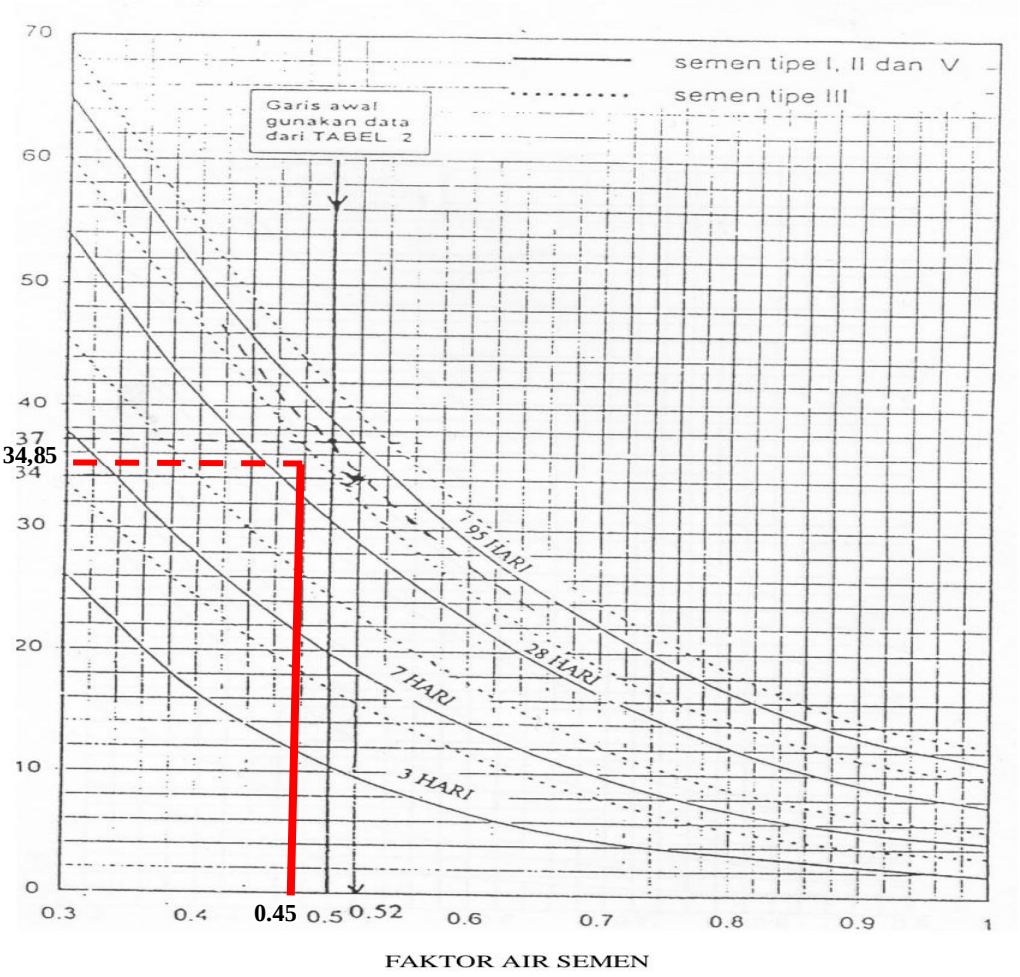
Fcr = f'c+ M

= 25,0 + 9,18 MPa

= 34,18MPa

d. Pemilihan faktor air semen

Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh adalah Fcr = 34,18MPa = 3485 kg/m^3



Gambar 4.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (Benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm)

e. Berdasarkan nilai slump 30-60 mm dan ukuran maksimum agregat 40 mm, maka diperoleh:

Kadar air bebas alami (Wf) = 160 kg/m^3

Kadar Air bebas batu pecah (Wc) = 190 kg/m^3

Tabel 4.5 Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3)

Ukuran basar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 - 60	60 – 180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Wair = (2/3 × Wf) + (1/3 × Wc)

= (2/3 x 160) + (1/3 x 190)

= 170 kg/m^3

f. Penetapan kadar semen

$$\text{Wsemen} = \frac{\text{kadar air bebas (Wair)}}{\text{faktor air semen (Fas)}} = \frac{170}{0.45} = 377{,}78 \text{ kg/m}^3$$

g. Berat jenis gabungan

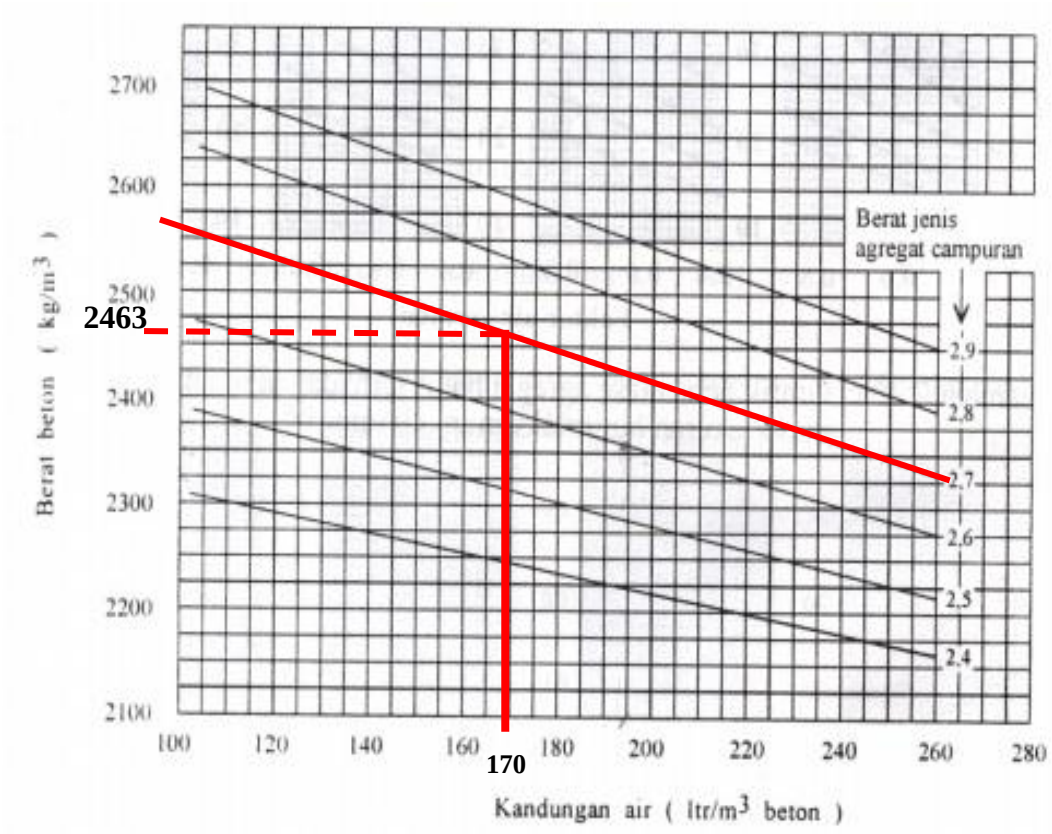
Bj = (a% × bj. Spesifik ssd pasir) + (b% × bj. Spesifik ssd kerikil)

= (0.40 × 2.66) + (0.60 × 2.72)

= 2.70 kg/m^3

h. Perkiraan berat volume beton segar (basah)

Berat jenis beton diperoleh dari nilai berat jenis agregat gabungan yaitu 2.70. Berdasarkan garis vertical yang menunjukkan kadar air bebas (170 kg/m^3 dalam contoh ini), akan menghasilkan nilai berat jenis beton yang direncanakan (diperoleh BJ beton = 2463 kg/m^3).



Gambar 4.2 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton

i. Berat total agregat (pasir + kerikil)

Berat total agregat = BJ – Wair – Wsemen

= 2463 – 170 – 377,78

= 1914,72 kg/m^3

j. Berat masing-masing agregat

Berat pasir : 40.30% x 1914,72 kg/m^3 = 771,63 kg/m^3

Berat kerikil : 59.70% x 1914,72 kg/m^3 = 1143,09 kg/m^3

Jumlah : 1914,72 kg/m^3

k. Hasil mix design ssd karakteristik agregat

Air (Wa) : 170,00kg/m^3

Semen (Ws) : 377,78 kg/m^3

Pasir (B_{SSDp}) : 771,63 kg/m^3

Agregat kasar (B_{SSDk}) : 1143,09 kg/m^3

l. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

Berat lapangan pasir (BL_p) $= \frac{Bssdp}{(1+Rp\%)\times(1-Wp\%)}$

$= \frac{771,63}{(1+0.0182)\times(1-0.0385)}$

$= 788,14 kg/m^3$

Berat lapangan kerikil (BL_k) $= \frac{Bssdk}{(1+Rk)\times(1-Wk)}$

$= \frac{1143,09}{(1+0.0111)\times(1-0.0133)}$

$= 1145,76 kg/m^3$

Air $= Wa + (B_{SSDp} - BL_p) + (B_{SSDk} - BL_k)$

$= 170 + (771,63 - 788,14) + (1143,09 - 1145,76)$

$= 150,83 kg/m^3$

Semen $= 377,78 kg/m^3$

2. Perancangan campuran untuk 1 benda uji

a. Menentukan rasio jumlah semen

Rasio $= \frac{\text{berat bahan}}{\text{berat semen}}$

b. Menentukan berat untuk 1 (satu) sampel silinder

Berat 1 (satu) sampel silinder $= \frac{\text{berat bahan}}{\text{volume silinder}}$

Volume sililnder = $3.14 \times 0{,}075^2 \times 0{,}30 = 0{,}0053\ m^3$

Berat air $= \frac{150{,}83}{0.0053} = 0{,}8$ kg

Berat semen $= \frac{377{,}78}{0.0053} = 2{,}00$ kg

Berat pasir $= \frac{788{,}14}{0.0053} = 4{,}18$ kg

1) Untuk variasi 0% tempurung kelapa

Berat kerikil = BLk x Vsilinder

= 1145,76 x 0,0053

= 6,07 kg

Tabel 4.6 *Mix Design* campuran 0% agregat tempurug kelapa (smber: hasil olah data)

Bahan beton	Berat/ m^3 beton (kg)	Rasio jumlah semen	Berat1 sampel silinder (kg)
Air	150,83	0,40	0,80
Semen	377,78	1,00	2,00
Agregat halus	788,14	2,09	4,18
Agregat kasar	1145,76	3,03	6,07

Dari hasil pengujian yang didapat di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* untuk presentase campuran 0% beton untuk 1 (satu) sampel silinder yaitu, air 0,80 kg, semen 2,00 kg, agregat halus 4,18 kg dan agregat kasar 6,07 kg.

2) Untuk variasi 100% agregat tempurung kelapa

Berat tempurung kelapa:

Diketahui:

Bkerikil = 6,07 kg

BVkerikil = 1,82 kg/liter

BVtempurung = 1,69 kg/liter

Vkerikil = $\frac{B_{kerikil}}{BV_{kerikil}} = \frac{6,07}{1,82}$ = 3,33 liter

Vtempurung = Vkerikil × 100% = 3,27 liter

Maka, Btempurung = Vtempurung× BVtempurung

= 3,33 × 1,69

= 5,62 kg

Tabel 4.7 *Mix Design* campuran 100% agregat tempurung kelapa (sumber: hasil olah data)

Bahan baton	Berat/ m^3 beton (kg)	Rasio jumlah semen	Berat 1 sampel silinder (kg)
Air	150,83	0,41	0,80
Semen	377,78	1,00	2,00
Agregat halus	788,14	2,09	4,18
Agregat kasar	0	0	0
Tempurung kelapa	900,00	2,38	4,77

Berdasarkan hasil yang didapat di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* untuk presentase campuran 100% tempurung kelapa untuk 1 (satu) sampel silinder yaitu, air 0.80 kg, semen 2.00 kg, agregat halus 4.18 kg, dan tempurung kelapa 4.77 kg.

C. Pengujian Nilai Slump

Slump test adalah pegujian untuk megetahui kekentalan (*viscocity)* campuan beton segar. Kekakuan suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Oleh karena itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Uji slump mengacu pada SNI 03-2834-2000. Slump dapat dilakukan di laboratorium atau di lapangan (biasanya ketika *ready mix design* sampai dan pengujian dilakukan setiap kali tiba). Hasil dari uji slump beton yaitu nilai slump, nilai yang tertera dinyatakan dalam Satuan Internasional (SI) dan mempunyai standar.

Tabel 4.8 Hasil pengujian slump (sumber: hasil olah data)

No	Persentase campuran	Umur beton (hari)	Waktu pencampuran (menit)	Slump lapangan (mm)	Slump maksimal (mm)
1	0%	7 14 28	± 10	50	60
2	100%	7 14 28	± 10	45	60

Berdasarkan pada tabel di atas ditetapkan nilai slump untuk 0% dan 100% adalah 60 mm. Dan dari hasil pengujian slump yang telah dilakukan maka didapatkan nilai slump untuk 0% = 50 mm dan 100% = 45 mm, dapat disimpulkan bahwa beton yang telah dicampur dapat digunakan karena tidak melewati batas maksimal nilai slump yaitu 60 mm.

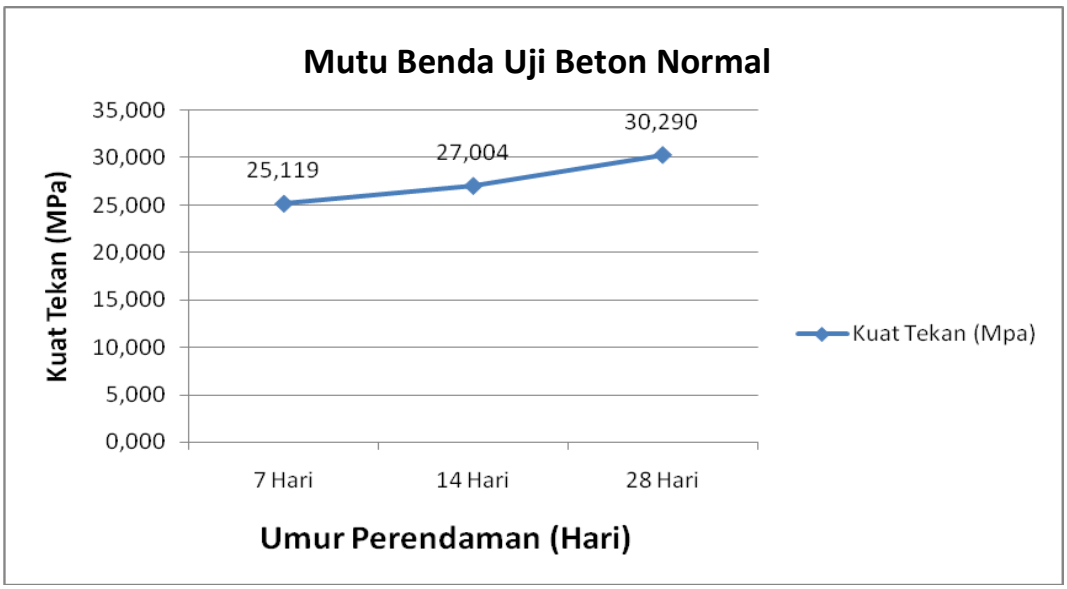
D. Kuat Tekan

Setelah pengerjaan, uji slump, dan perawatan benda uji silinder, selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada sampel yang berumur 7, 14 dan 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan (f'c) sebesar 25 MPa sebanyak 9 (sembilan) sampel dengan mengacu pada metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari 2 (Dua) variasi campuran, yaitu beton normal dan 100% tempurung kelapa sebagia pengganti agregat kasar. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 3 (tiga) sampel untuk kuat tekan dengan luas penampang rata-rata 17662,500 mm^2. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan beton uji silinder 0% agregat tempurung kelapa (sumber: hasil olah data)

Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
7	12,000	445	25,195	25,119
7	12,000	443	25,081	
7	12,000	443	25,081	
14	12,000	478	27,063	27,044
14	12,003	473	26,780	
14	12,003	482	27,289	
28	11,980	534	30,234	30,290
28	11,993	538	30,460	
28	11,980	533	30,177	

Tabel di atas menjelaskan bahwa, kuat tekan rata-rata beton normal yang didapat pada umur 7 hari sebesar 25,119 MPa, umur 14 sebesar 27,044 MPa, dan umur 28 hari sebesar 30,290 MPa



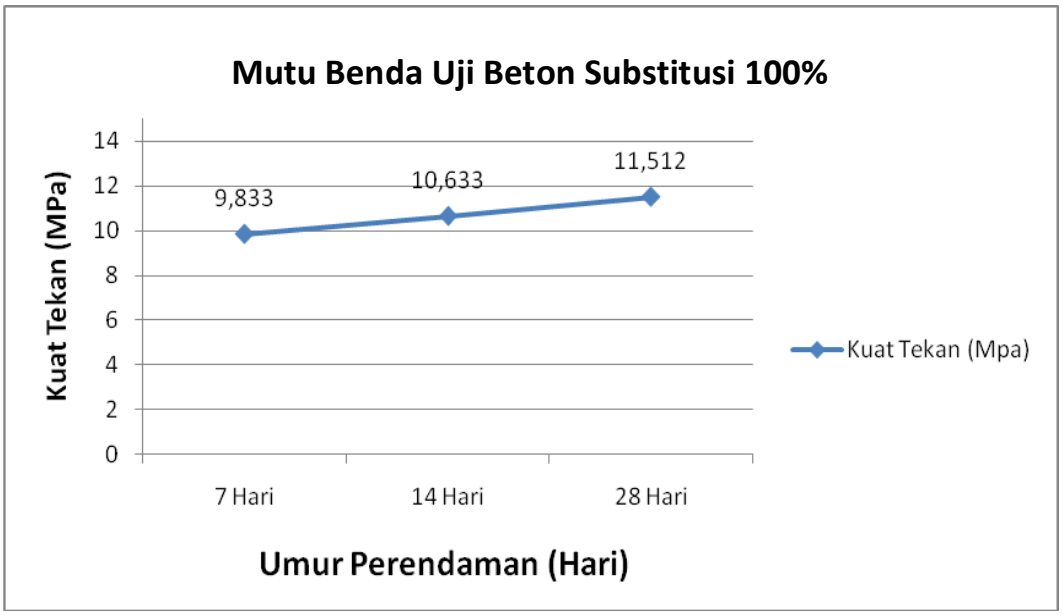
Gambar 4.3 Hasil uji kuat tekan beton normal pada umur 7, 14, dan 28 hari. (sumber: hasil olah data)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tekan beton normal pada perendaman 14 hari mengalami kenaikan sebesar 6% dari perendaman 7 hari, sedangkan pada perendaman 28 hari mengalami kenaikan sebesar 10% dari perendaman 14 hari.

Tabel 4.10 Hasil pengujian kuat tekan beton uji silinder dengan persentase campuran 100% tempurung kelapa (sumber : hasil olah data)

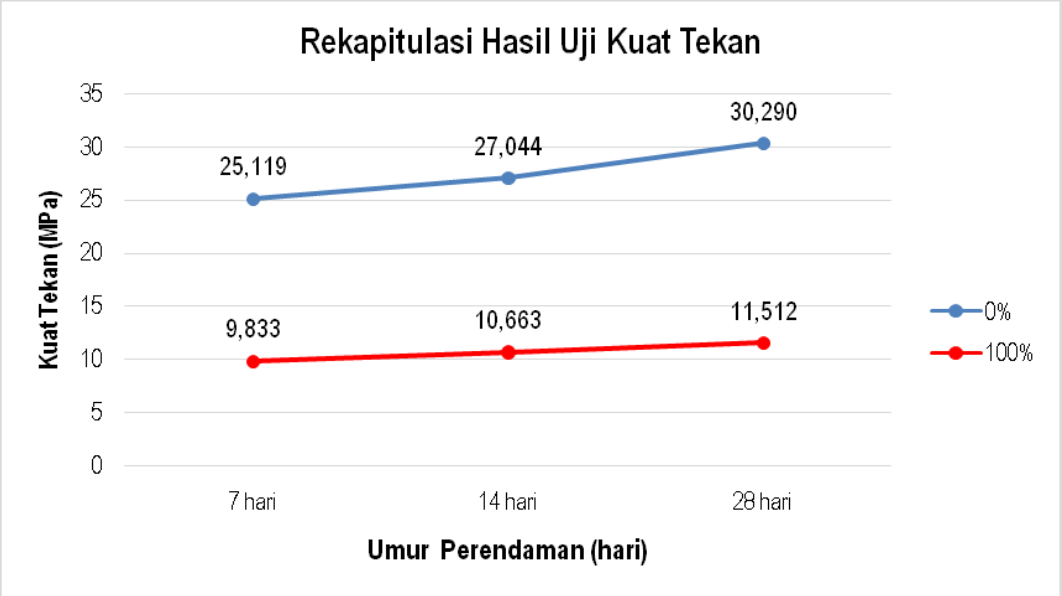
Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata (Mpa)
7	10,160	175	9,908	9,833
7	10,168	175	9,908	
7	10,025	171	9,682	
14	10,365	190	10,757	10,946
14	10,400	195	11,040	
14	10,335	195	11,040	
28	10,860	205	11,607	11,512
28	10,778	205	11,607	
28	10,790	200	11,33	

Tabel di atas menjelaskan bahwa, kuat tekan rata-rata 100% tempurung kelapa yang didapat pada umur 7 hari sebesar 9,833 MPa, umur 14 sebesar 10,946 MPa, dan umur 28 hari sebesar 11,512 MPa.



Gambar 4.4 Hasil uji kuat tekan 100% tempurung kelapa pada umur 7, 14, dan 28 hari (sumber : hasil olah data)

Grafik di atas menjelaskan bahwakuat tekan beton campuran 100% pada perendaman 14 hari mengalami kenaikan sebesar 7% dari perendaman 7 hari, sedangkanpada perendaman 28 hari mengalami kenaikan sebesar 7% dari perendaman 14 hari.



Gambar 4.5 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan (sumber: hasil olah data)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tekan beton campuran beton normal pada perenaman umur 7 hari 25,119 Mpa, 14 hari 27,044 Mpa, 28 hari 30,290 Mpa. Kuat tekan beton pada umur perendaman 14 hari mengalami peningkatan 1,925 Mpa dari umur 7 hari. Pada umur 28 hari mengalami peningkatan 3,246 Mpa dari umur 14 hari.

Kuat tekan beton campuran 100% tempurung kelapa pada perendaman umur 7 hari 9,833 Mpa, 14 hari 10,663 Mpa, 28 hari 11,51 Mpa. Kuat tekan pada perendaman umur 14 hari mengalami peningkatan sebesar 0,83 Mpan dari umur 7 hari. Pada perendaman umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 0,849 Mpa dari umur 14 hari.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin lama umur beton maka kuat tekan beton juga semakin meningkat. Dan nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada tempurung kelapa yaitu pada perendaman umur 28 hari dengan nilai kuat tekan sebesar 11,512 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tempurung kelapa sebagai perbandingan agregat kasar kerikil pada campuran beton dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar pada beton memiliki pengaruh yang cukup besar yaitu mengalami penurunan kuat tekan pada beton terkait.
2. Kuat tekan beton normal pada perendaman umur 7 hari 25,119 Mpa, umur 14 hari 27,044 Mpa, dan umur 28 hari 30,290 Mpa. Sedangkan pada beton campuran tempurung kelapa mengalami penurunan nilai kuat tekan pada perendaman umur 7 hari 9,833 Mpa, umur 14 hari 10,663 Mpa, dan umur 28 hari 11,512 Mpa.

B. Saran

Berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan tempurung kelapa:

1. Pada penelitian yang telah dilakukan di laboratorium penggunaan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton memiliki pengaruh yang cukup besar sehingga menurunkan nilai kuat tekan pada beton.
2. Pada penelitian kali ini campuran beton pada tempurung kelapa mengalami penurunan nilai kuat tekan yang cukup besar dikarenakan hanya menggunakan variasi 100% tempurung kelapa, yang artinya kekuatan beton atau kuat rekat pada campuran beton tidak maksimal, maka perlu penmabahan beberapa variasi agar nilaikuat tekan rencana dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, Fauzul, Anton Ariyanto; Bambang Edison. (2013). "Penggunaan Tempurung Kelapa terhadap kuat tekan beton K-100." *Jurnal Mahasiswa Teknik* 1.1.

Akbar. (2013). "Lapisan keras pada tempurung kelapa yang terdiri dari *lignin* dan *selulosa* yang memiliki kadar air yang rendah".

ASTM C 109; Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis.

BSN, "Syarat-syarat agregat kasar dalam pembuatan campuran beton" (2002)

Danu saputro. (1979). "Pemanfaatan limbah untuk mengurangi pencemaran lingkungan".

Gramacom. (2000). "Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Dalam Pembuatan Beton".

Hidayat, Syarif. (2009). "Peranan air sebagai bahan perekat terjadi melalui reaksihidrasi, yaitu semendan air akan membentuk pasta semen dan mengikat fragmen-fragmen agregat".

Maulani, Emi; Muliadi; Afianti,Desy (2018). "Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Penggunaan Pasir Besi Terhadap Kuat Tarik Belah Beton". Universitas Malikusaleh.

Mulyono, Tri. (2004). "Komposisi agregat 70% - 75% dari volume beton

Mulyono. (2003). "dalam keadaan mengeras, beton memiliki kekuatan yang tinggi".

Muwardin, Syafrin; Galuh, Dimas Langga C.; Yasin, Iskandar. Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut, Air Tawar, Air Sungai Dan Air Kapur. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 2019, 4.2: 52-60.

Rustendi, Iwan. (2004). "Pengaruh Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 12.2 : 13-22.

Samekto, Wuryati. (2001). “Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksida besi, dan oksida-oksida lainnya”.

SII 0052-1980 dan ASTM C 33-90; Syarat-syarat penggunaan agegat kasar.

SNI 0013-1981; *“Portland Composite Cement”.*

SNI 03-2834-1993; “Susunan Gradasi Batu Becah”.

SNI 03-2834-2000; “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal”.

SNI 031750-1990; “Mutu dan cara uji kuat tekan beton”.

SNI 03-1974-1990; Pembebanan pada suatu beton pada uji kuat tekan sehingga memberikan gaya tekan tertentu.

SNI 03-1914-1994; Speifikasi Beton Bertulang Kedap Air.

SNI 03-2915-1992; Spesifikasi Beton Tahan Sulfat.

SNI 15-2049-1994; “Semen portland”.

SNI 2847-2013; Pembuatan Benda Uji.

Suarnita, I. Wayan, and Nicodemus Ruppang. (2009). "Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Tempurung Kelapa." *SMARTek* 7.3.

Triono. (2006). “Tempurung kelapa termasuk dalam golongan kayu keras”.

Wang dan Salmon. (1990). “kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan”.