Jurnal Ilmiah Teknik Sipil
Vol. 14, No.2, (2025) Agustus: 111 - 121
E-ISSN: 2721-0073, P-ISSN: 2302-2523
Doi: http://dx.doi.org/10.46930/tekniksipil.v12i2.3598

KAJIAN PEMANFAATAN CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON f'c 30 MPa

Oleh:
Nico Fauzi S. Butarbutar [1]
Daniel Siagian [2]
Rahelina Ginting [3]
Janner Napitupulu [4]
Universitas Darma Agung, Medan [1,2,3,4)]
E-Mail:
nicobutar378@gmail.com [1]
siagian99f@gmail.com [2]

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:
Received : 25 Maret 2025
Revised : 14 Mei 2025
Accepted : 27 Juli 2025
Published : 8 Agustus 2025

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung
Licensed: This work is licensed under
http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0

ABSTRAK

Beton adalah bahan konstruksi umum yang dapat ditemukan di seluruh dunia. Namun, terlepas dari kenyataan bahwa ada banyak jenis beton dari hari ke hari yang menghasilkan jumlah hari yang sama, ada opsi ketiga yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan ini: pembuatan hasil limbah-limbah.Contoh yang paling nyata adalah penggunaan tebu sawit.Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai pengganti beton.Dalam penelitian ini, cangkang kelpa sawit digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton untuk lima variasi yang berbeda: variasi I (beton normal), variasi II (substitusi 5% cangkang kelapa sawit), dan variasi III (substitusi 10% cangkang kelapa sawit). Setiap variasi membutuhkan minimal 12 slindSlump test, kuat tekan, serap, dan pengamatan pola retak dilakukan pada hari ke 28 setelah kelahiran benda.Peningkatan nilai absorbsi dan penurunan nilai slump, kuat tekan, dan kuat tekan penyebab utama masalah tersebut.Dalam kasus pola retak, penggantian cangkang kelapa sawit menghasilkan jumlah, Panjang, dan rentang lebar retak yang jauh lebih umum daripada silinder biasa.Hal ini menunjukkan bahwa kerikil memiliki teks yang lebih halus dan keras dari sawit sebelumnya. Hasilnya, terlihat bahwa cangkang kelapa sawit tidak memenuhi syarat sebagai agregat kasar.

Kata kunci: Cangkang kelapa sawit, agregat, kuat tekan beton.

ABSTRACT

Beton is a common construction material that can be found all over the world.However, despite the fact that there are many different types of beton from day to day that produce the same number of days, there is a third option that can be used to accomplish this goal: manufacturing hasil limbah-limbah.The most obvious example is the use of the sawit's cane.Cangkang kelapa sawit could be utilized as a substitute for the beton.In this study, cangkang kelpa sawit was used as a substitute for the agregat kasar on the beton for five different varias: variasi I (beton normal), variasi II (substitusi 5% cangkang kelapa sawit), and variasi III (substitusi 10% cangkang kelapa sawit). Each variasi required a minimum of 12 slindSlump test, kuat tekan, absorbency, and pengamatan pola retak were performed

on the 28th day following the benda's birth.The kenaikan on the nilai absorbsi and the penurunan on the nilai slump, kuat tekan, and kuat tekan are the primary causes of the problem.In the case of pola retak, the substitution of cangkang kelapa sawit results in a jumlah, Panjang, and a wide range of lebar retak that is significantly more common than the normal silinder.This demonstrates that kerikil has text that is more delicate and keras from the previous sawit.As a result, it can be seen that the kelapa sawit's cangkang does not qualify as a kasar aggregate.

Keywords: Oil palm shell, aggregate, compressive strength of concrete.

1. PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Beton merupakan material utama untuk konstruksi yang banyak digunakan di seluruh dunia. Banyak penelitian telah dilakukan teknologi beton untuk memenuhi kebutuhan dalam pembangunan infrastruktur dimulai dari jalan, gedung, jembatan dan lain sebagainya. Semen merupakan komposisi utama dalam pembuatan beton. Dalam realita, produksi semen telah menghasilkan emisi gas CO_2 yang cukup besar ke atmosfir.

Hal ini merupakan penyebab kerusakan lingkungan. Semakin meluasnya penggunaan beton dan makin meningkatnya skala pembangunan menunjukkan juga semakin banyak kebutuhan beton di masa yang akan datang, sehingga mempengaruhi perkembangan teknologi beton dimana akan menuntut inovasi-inovasi baru mengenai beton itu sendiri, termasuk bahan bangunan terutama komponen struktur. Kebutuhan akan menggunakan beton semakim lama semakin meningkatkan. Hal ini sejalan dengan meningkatnya jumlah populasi penduduk. Dengan demikian kebutuhan akan bahan baku semen dan material campuran lainya seperti agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambahan lainya akan meningkat pula. Namun bahan baku yang selama ini diperoleh dari alam cenderung menurun akibat *eksploitasi* yang terus dilakukan. Kelapa sawit adalah salah satu dari sekian banyak sumber daya alam yang dimiliki Indonesia. Kelapa sawit banyak digunakan sebagai sumber minyak, dan Pulau Sumatera adalah penghasil terbesar di Indonesia. Salah satu jenis limbah kelapa sawit adalah cangkang kelapa sawit, yang terutama dibuang di pembuangan pabrik dan saat ini hanya digunakan untuk bahan bakar. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, limbah cangkang sawit memiliki bobot yang lebih ringan tetapi memiliki sifat yang sama dengan batu pecah.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian tersebut, maka yang menjadi permasalahan sebagai berikut:

1. Seberapa besar nilai kuat tekan beton dengan subtitusi agregat kasar dengan cangkang kelapa sawit.
2. Cangkang kelapa sawit sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 5% dan 10% untuk pengujian kuat tekan pada beton.

1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Masalah dalam penelitian ini dibatasi antara lain oleh penulis karena ruang lingkup dan luasnya:

1. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) merupakan dasar dari pendekatan perencanaan campuran.
2. Benda uji dibuat menjadi benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah

benda uji yang akan dibuat adalah 36, dan persentase waktu perendaman ditetapkan pada tiga hari, tujuh hari, empat belas hari, dan 28 hari.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa besar kuat tekan beton menggunakan bahan tambahan cangkang kelapa sawit.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan khususnya tentang kajian kuat tekan beton dengan menggunakan bahn subtitusi cangkang kelapa sawit dapat bermanfaat bagi pembangunan konstruksi-konstruksi serta ramah lingkungan.

1.6 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam penulisan ini antara lain:

1. Mutu beton yang direncanakan adalah K-350 = 30 MPa
2. Mengganti material agregat kasar dengan material cangkang kelapa sawit sebesar 5% dan 10%
3. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dilaboratorium universitas darma agung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

PENGERTIAN BETON

Beton adalah bahan komposit yang rumit, mengingat ruang lingkup masalah yang dihadapinya.Sifat beton sangat dipengaruhi oleh sifat interaksinya sebagai bahan komposit.Semen digunakan dalam tiga sistem yang berbeda: pasta semen, mortar, dan beton.Matriks fase dan fase terdekomposisi dianggap sebagai dua fase dari model komposit yang mencakup tiga sistem. Ketika beton masih segar atau keras, bahan tambahan masih dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifatnya.

Mortar menutupi seluruh butir agregat dalam beton yang baik. Demikian pula, mortar harus digunakan untuk mengisi ruang antara agregat sepenuhnya. Oleh karena itu, kualitas beton ditentukan oleh kualitas pasta atau mortar. Meskipun hanya membentuk 7 hingga 15 persen campuran, semen memainkan peran penting dalam beton. Beton tanpa lemak terbuat dari beton dengan sedikitnya 7% semen, sedangkan beton kaya terbuat dari beton dengan semen sebanyak 15%.

Selain pertimbangan biaya, perilaku beton segar dan saat mengeras bervariasi tergantung pada sifat masing-masing bahan. Di sisi lain, volume beton yang diisi agregat dapat berkisar antara 61 hingga 76 persen. Akibatnya, agregat juga memegang peranan penting sebagai bahan pengisi beton.

Sedangkan beton memiliki kuat tarik yang rendah, memiliki kuat tekan yang tinggi. Oleh karena itu, untuk mencapai kinerja yang tinggi pada saat membangun struktur, beton selalu dikombinasikan dengan tulangan baja. Ketika tulangan baja ditambahkan ke beton, menjadi beton bertulang (beton bertulang), dan ketika baja prategang ditambahkan, itu menjadi beton prategang (beton prategang).

Kuat tekan beton merupakan sifat yang penting. Beton memiliki sifat menguntungkan lainnya jika kuat tekannya tinggi. Faktor air-semen, cara kerja, ukuran agregat, gradasi agregat, umur beton, dan Kualitas bahan penyusunnya merupakan faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

2.2 KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN BETON

Mengingat penerapannya yang luas, masuk akal untuk menyimpulkan bahwa struktur beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Secara umum, kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Keunggulan Beton

A. Ketersediaan bahan baku:

1) Lingkungan dapat menyediakan agregat dan air secara umum. Jika tersedia, semen juga dapat diproduksi secara lokal. Karena semua bahan dapat dibeli di dalam negeri, bahkan secara lokal, biaya proses pembuatan secara keseluruhan lebih murah. Semen, yang biasanya diproduksi di dalam negeri, adalah bahan dengan label harga tertinggi.

2) Struktur baja, di sisi lain, harus diproduksi di pabrik, terutama jika masih harus diimpor. Jika proyek berada di lokasi yang sulit dijangkau, transportasi menjadi masalah tersendiri; namun, beton akan lebih sederhana karena setiap komponen dapat diangkut sendiri.

Struktur kayu menghadapi masalah lain. Meskipun masalah ini tidak separah struktur baja, penggunaan yang meluas akan mengakibatkan masalah lingkungan sebagai salah satu penyebab utama kerusakan hutan.

B. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*)

1) Bahan dapat diangkut dengan mudah karena masing-masing dapat dibawa secara terpisah.

2) Beton dapat digunakan untuk membangun berbagai struktur, termasuk bendungan, pondasi, jalan, landasan pacu untuk bandara, pipa, pelindung terhadap radiasi, dan insulasi panas. Balok dan panel dapat dibuat dari beton ringan. Beton untuk arsitektur dapat digunakan untuk dekorasi.

3) Berbagai struktur yang lebih berat—jembatan, gedung, penampungan air, struktur maritim, instalasi militer dengan beban kejut yang signifikan, landasan pacu untuk kapal, pesawat terbang, dan sebagainya—dapat dibangun dengan menggunakan beton bertulang.

C. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*)

1) Beton dapat dicor dalam berbagai bentuk dan ukuran, seperti pada struktur cangkang atau bentuk tiga dimensi khusus, dan karena merupakan monolit, tidak memerlukan sambungan seperti baja.

2) Beton dapat dibuat dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan keadaan yang ada. Dari cara yang mudah yang tidak memerlukan pengetahuan khusus (kecuali beberapa manajer yang telah mempelajari teknologi beton) hingga peralatan modern di sebuah pabrik yang sepenuhnya terkomputerisasi dan otomatis.

3) Penggunaan teknik manufaktur mutakhir memungkinkan industri beton khusus.

D. Memerlukan sedikit perawatan Secara umum, beton memiliki umur yang panjang, kurang rentan terhadap karat dibandingkan baja, sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja, dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran. Selain manfaat di atas, beton sebagai bahan bangunan memiliki sejumlah kekurangan yang harus diperhitungkan.

1. Beton besar memiliki berat sendiri sekitar 2400 kg/m3.
2. Meskipun memiliki kekuatan tekan yang tinggi, kekuatan tariknya rendah.
3. Karena semuanya hidrolik, beton rentan retak. Tulangan baja bisa berkarat, tetapi tidak separah struktur yang terbuat dari baja.
4. Cara pemakaian di lapangan sangat berpengaruh terhadap mutu.Beton baik

dan buruk dibuat dari campuran dan formula yang sama.

5.Memindahkan struktur beton sulit. Mendaur ulang atau menggunakan kembali material sulit dan mahal. Dalam hal ini, struktur baja lebih unggul; misalnya, cukup lepaskan sambungan yang terbuat dari baja.

2.3 BETON SEGAR

Semen, agregat halus dan kasar, air, dan air saling berikatan membentuk beton segar yang masih lunak, mudah lepas, dan belum mengeras. Sifat-sifat beton segar akan sangat mempengaruhi kekerasannya, sehingga penanganan beton pada saat pembuatannya masih sangat penting. Beton bersifat plastis dan mudah dibentuk saat masih segar atau setelah dicetak.

Workability, segregasi kerikil, dan pemisahan udara (bleeding) adalah tiga sifat penting yang harus diperhitungkan saat mengerjakan beton.

2.4 CANGKANG KELAPA SAWIT

Sebagai penghasil minyak goreng, minyak industri, dan bahan bakar (biodiesel), kelapa sawit merupakan salah satu tanaman industri. Perkebunan kelapa sawit skala besar mendatangkan banyak uang, sehingga banyak hutan dan perkebunan tua yang diubah menjadi perkebunan kelapa sawit. Penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia adalah Indonesia. Cangkang inti kelapa sawit adalah komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Struktur keras cangkang buah kelapa sawit berfungsi sebagai lapisan pelindung.

Cangkang kelapa sawit yang juga disebut tempurung kelapa sawit merupakan bagian terberat dari buah kelapa sawit dan berfungsi untuk melindungi isi buahnya. Diharapkan cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton karena memiliki tekstur keras seperti kerikil. Penggunaan cangkang kelapa sawit dalam campuran beton dapat menghemat agregat dan uang dengan menurunkan berat beton.Kerang yang terbuat dari kelapa sawit memiliki sifat sebagai berikut:

Table 2.4 Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit (Ma et al, 2004)

arameter	Hasil (%)
Kadar air (*moisture in analysis*)	7-8
Kadar abu (*ash content*)	2-3
Kadar yang menguap (*volatile matter*)	69-70
Karbon aktif murni (*fixed carbon*)	20-22

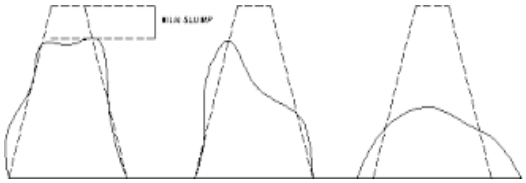
2.5 SLUMP TEST

Workability atau ketertelusuran beton mengacu pada kemudahan campuran beton segar dapat dipadatkan dan dikerjakan. Kenyamanan tidak dapat diukur secara langsung. Di masa lalu, hanya istilah seperti "kaku", "dapat diterapkan", dan "plastik" yang digunakan untuk mengukur ketertelusuran. Beton plastik segar berbentuk seperti lumpur tebal, sedangkan beton segar yang kaku berbentuk seperti tanah lembab. Pengujian yang paling sederhana dan paling banyak digunakan adalah uji slump. Akibatnya, slump beton segar campuran sering digunakan untuk menentukan kemampuan kerjanya. Kehilangan kemerosotan, misalnya, terjadi ketika cuaca panas mengurangi ketertelusuran.

Slump cone dengan tinggi 30 sentimeter, diameter atas 10 sentimeter, dan diameter bawah 20 sentimeter (ASTM C143), penghancur baja dengan ujung berbentuk peluru

yang memiliki diameter 16 milimeter dan panjang 60 sentimeter, alas persegi panjang dengan kedap air yang lebarnya 50 sentimeter, sekop kecil, cetakan besi, penggaris, dan kain pembersih

Pengujian melibatkan penempatan kerucut pada alas yang bersih dan menuangkan beton segar ke dalam kerucut sekop kecil yang kira-kira sepertiga tinggi kerucut. Beton ditumbuk ke bawah 25 kali menggunakan batang besi. Dengan batang besi, tambahkan lapisan kedua dan ditumbuk 25 kali sampai hampir tidak menyentuh lapisan pertama (tetapi tidak sampai ke bawah). Untuk lapisan ketiga, lakukan hal yang sama.Permukaan atas kerucut diratakan dengan besi tuang dan kelebihan beton diratakan. dihapus setelah lapisan ketiga ditumbuk. Pegang kedua telinga selama 5-7 detik, angkat kerucut perlahan ke atas. Letakkan kerucut terbalik di sebelah beton baru.Di atas kerucut, letakkan penumbuk. Perhatikan perbedaan ketinggian antara beton segar dan kerucut. Slump mencapai puncaknya pada titik ini. Untuk campuran kaku, nilai slump berkisar dari nol hingga keruntuhan total untuk beton sangat cair.



Gambar 2.12 Bentuk Hasil Pengujian Slump

Kemerosotan merupakan indikasi kelembutan, yang sering terjadi pada beton ramping dan menunjukkan kohesi yang rendah dan ketidakmampuan beton segar untuk berubah bentuk secara plastis. Jika tidak terjadi keruntuhan atau keruntuhan, kemerosotan merupakan indikasi kelembutan. Jika gradasi material dan agregat seragam, uji slump dapat digunakan untuk memeriksa perubahan jumlah air dalam bahan. Uji slump dapat dilakukan digunakan untuk menunjukkan variasi gradasi atau rasio berat terhadap berat yang salah jika kadar air agregat dan kadar air keduanya konstan. Fakta bahwa uji slump tidak dapat mengevaluasi kemampuan kerja campuran beton kaku adalah satu-satunya kelemahannya. Pemadatan uji faktor lebih tepat untuk yang kaku.

2.6 KUAT TEKAN BETON

Untuk mengetahui sifat fisis benda uji dilakukan pengujian kuat tekan sampai rusak. Diantaranya adalah: uji kuat tekan (ASTM C39). Yang terpenting, uji kuat tekan pada beton dapat digunakan untuk memperkirakan kekuatan lain seperti lentur, tarik, dan ikat. Benda uji dapat berbentuk kubus, silinder, atau prisma. Hasil pengukuran akan dipengaruhi oleh bentuk benda uji yang dipilih karena setiap bentuk memiliki pola keruntuhan yang berbeda.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa)
P = beban maksimum (N)
A = luas penampang benda uji (mm^2)

3. METODOLOGI PENELITIAN

KEGIATAN PENELITIAN

kegiatan penelitian ini dimulai dari penentuan lokasi sampel agregat yang akan diuji. Kegiatan selanjutnya yaitu pengambilan sampel agregat kasar dan agregat halus. Kemudian kegiatan penelitian yang akan dilakukan meliputi uji kalorimeter, analisa ayakan agregat pengujian konsistensi semen, setting time semen, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, uji slump, dan kuat tekan.

3.2 LOKASI PENELITIAN

Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Darma Agung merupakan lokasi yang cocok untuk penelitian ini. Untuk bahan yang digunakan di Jalan Megawati dari Binjai.

3.3 BENDA UJI

Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) tentang Cara Membuat Beton Normal dikutip dalam benda uji desain teoritis. Untuk benda uji silinder, mutu beton yang dipersyaratkan adalah f'c = 30 MPa. Benda uji adalah 15 cm diameter dan tinggi 30 cm.

3.4 PERSIAPAN PENELITIAN

Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji sangatlah penting. Laboratorium menerima semua bahan, sebelum digunakan agregat kasar harus dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu, sedangkan agregat halus harus dijemur agar kandungan air dalam pasir menguap.

Laboratorium bahan bangunan Fakultas Teknik Universitas Darma Agung menampung alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini. Alat-alat tersebut antara lain: cetakan slinder, molen (alat pencampur semen otomatis), perojok, kerucut abrams, satu set saringan, sendok semen, penggaris ukur dan pan pasir.

3.10 PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Pedoman yang digariskan dalam SNI 03-2491-2002 menjadi landasan untuk Pengujian Kuat Tekan. Pengujian menggunakan mesin uji tekan berkapasitas 1500 KN. Pada alat uji, benda uji diletakkan tegak, dan beban tekan didistribusikan secara merata di sepanjang silinder dari atas. Benda uji ditimbang untuk menentukan berat jenis beton sebelum ditekan.

1) Setelah dipindahkan dari tempat pelembapan, uji kompresi diferensial yang dirawat harus dilakukan sesegera mungkin. Selama waktu jauh dari tempat pelembapan dan tempat uji, spesimen harus dijaga tetap lembab dengan cara yang dipilih. Pada suhu kamar, sampel akan diuji dalam kondisi lembab.

2) Menurut Tabel 3.1, semua benda uji untuk umur uji harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan.

Tabel 3.1: Toleransi Waktu Beton yang Diperbolehkan

mur Uji	aktu yang diizinkan
2 jam	15 menit atau 2,1%
4 jam	30 atau 2,1%
hari	2 jam atau 2,8%
hari	6 jam atau 3,6%
8 hari	20 jam atau 3,0%
0 hari	2 hari atau 2,2%

3) Selama periode $\frac{1}{2}$ pertama dari 1 fase pembebanan yang diharapkan, pembebanan yang lebih cepat diperbolehkan.

4) Jangan membuat perubahan pada kecepatan gerak dari dasar mendasar kapanpun saat benda uji kehilangan kekakuan secara cepat sesaat sebelum hancur.

5) Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan. Catat tipe hencauran dan kondisi visual beda uji beton.

6) Tempatkan benda uji di dasar tekanan bawah setelah membersihkan dasar tekanan atas, dasar tekanan bawah, dan permukaan benda uji.

7) Sebelum pengujian, periksa nilai nol dan dudukan dasar untuk memastikan bahwa indikator beban menampilkan nol. Tetapkan petunjuk jika penunjuk yang tidak sempurna menampilkan nol. Untuk memastikan kursi yang rata,

putar bagian yang dapat digerakkan dengan tangan secara perlahan sebagai hemispherical's alas atas diturunkan untuk memuat spesimen.
8) Metode yang digunakan untuk memeriksa dan menyetel indikator beban nol bervariasi dari mesin ke mesin. Temukan metode yang tepat dengan membaca manual.
9) Ketika mesin bergerak tanpa beban, kepala tekan yang bergerak pada mesin uji tipe sekrup harus bergerak dengan kecepatan mendekati 1,3 mm/menit. Beban harus diterapkan pada kecepatan yang sebanding dengan kecepatan pemuatan benda uji, antara 0,15 dan 0,35 MPa/dtk, untuk mesin yang digerakkan secara hidraulik. Setidaknya selama paruh terakhir fase pembebanan yang diantisipasi dari siklus uji, kecepatan penggerak yang ditentukan harus dipertahankan.

4. ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pemeriksaan bahan penyusun beton

Dibawah ini dapat kita lihat table hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah bahan yang disiapkan layak menjadi bahan campuran beton. Kita dapat melihat hasilnya dari table dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Material

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	NaOH Pada Pasir	Kuning Muda
2	Analisa Saring	A. Kasar= Gradasi 20 A. Halus= Grafik No. 2
3	Berat Isi	A. Kasar= 1,77 gr/cm^3. A. Halus= 1,56 gr/cm^3. Cangkang kelapa sawit= 0,58 gr/cm^3.
4	Setting Time Pada Semen	P. Awal= 45 menit P. Akhir= 135 menit

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.2 Perancangan Campuran Beton

Dibawah ini Hasil dari perhitungan Mix design yang dibuat unutuk mengetahui kebutuhan bahan campuran beton untuk pembuatan benda uji dengan menggunakan aturan dari SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2 Perancangan Campuran Beton

No	Uraian	Nilai
1	F'c	30 MPa
2	FAS	0,51
3	Kadar Air	205 kg/m^3
4	Slump	10 cm
5	Savety Factor	1,2
6	Kebutuhan Semen	401,96 kg/m^3
7	Berat Isi Beton	2400 kg/m^3
8	A. Halus	753,076 kg/m^3
9	A. Kasar	1039,963 kg/m^3
10	Cangkang kelapa sawit	5% dan 10%

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

Kebutuhan beton segar untuk 1 Silinder dihitung berdasarkan hasil pengalian bahan campuran beton terhadap volume untuk 1 silinder beton. Berikut perhitungan unutuk 1 silinder beton.

a. Air = 205 kg x 0.00529875 m^3 x 1.2 = 1.30 kg/m^3

b. Semen = 401,96 kg/m^3 x 0.00529875 m^3 x 1.2 = 2,55 kg/m^3

c. Pasir = 753,076 kg/m^3 x 0.00529875 m^3 x 1.2 = 4,78 kg/m^3

d. Kerikil = 1039,63 kg/m^3 x

0.00529875 m^3 x 1.2 = 6,61 kg/m^3

Untuk mengetahui berapa kebutuhan sica fume pada setiap silinder beton, yaitu dengan mengalikannya dengan kebutuhan 1 silinder beton. Hal itu dilakukan , karena sica fume digunakan sebagai bahan pengganti sebahagian dari pada semen yang merupakan bahan pengikat. Berikut berat kebutuhan sica fume sesuai dengan nilai persen yang telah di tetapkan.

a. 5% Cangkang Kelapa Sawit = 6612 gr x 5% =330,6 gr
b. 10% Cangkang Kelapa Sawit = 6612 gr x 10% =661,2 gr

4.3 Nilai Uji Kuat Tekan

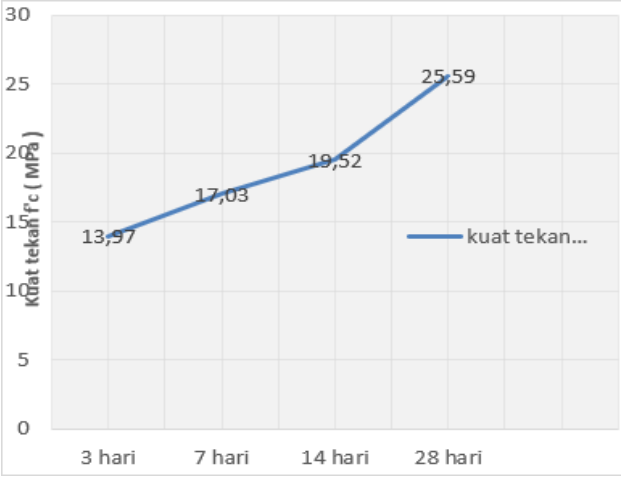
Setelah benda uji dibuat,diukur nilai slumpnya, kemudian dibentuk menggunakan cetakan silinder, dirawat dengan cara direndam dengan selang waktu 3, 7, 14, 28 hari sesuai dengan syarat dan ketentuan SNI, maka benda uji tersebut dibawa ke laboratorium beton Universitas Darma Agung. Selanjutnya benda uji yang telah dirawat diuji dengan alat Compression test. Pengujian tekan ini dilakukan langsung oleh asisiten laboratorium yang berada di laboratorium beton Universitas Darma Agung. Dan akan diperoleh hasil berupa pola retakan dan nilai kuat tekan dari beton tersebut.

4.4 Beton Normal

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

No	Pengujian Lab	Konversi MPa	Rata-rata MPa
1	54500	14.28	13.97
2	52500	13.75	
3	53000	13.88	
4	62000	16.24	17.03
5	68000	17.81	
6	65000	17.03	
7	73000	19.12	19.52
8	75500	19.78	
9	75000	19.65	
10	98000	25.67	25.59
11	96500	25.28	
12	98500	25.80	

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan



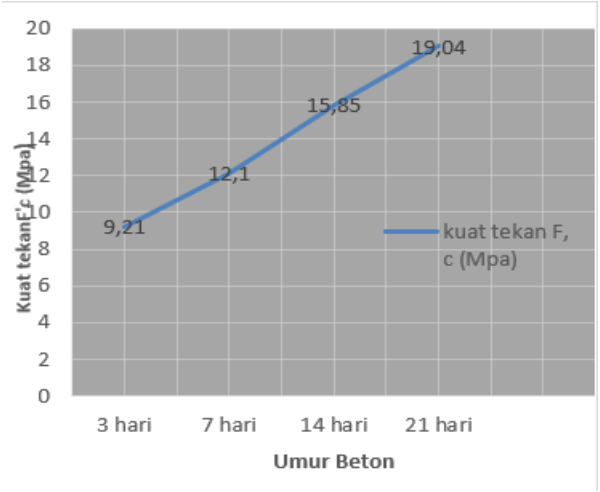
Gambar 4.1 Grafik Kuat Tekan Beton Normal

4.5 Beton Dengan Campuran 5% Cangkang Kelapa Sawit

Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 5% Cangkang Kelapa Sawit

No	Pengujian Lab	Konversi MPa	Rata-rata MPa
1	34000	8.90	9.21
2	35000	9.17	
3	36500	9.56	
4	49000	12.83	12.10
5	42500	11.13	
6	47000	12.31	
7	56500	14.80	15.85
8	65000	17.03	
9	60000	15.72	
10	73500	19.25	19.04
11	70500	18.47	
12	74000	19.38	

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan



Gambar 4.2 Grafik Kuat tekan Beton 5% Cangkang Kelapa Sawit

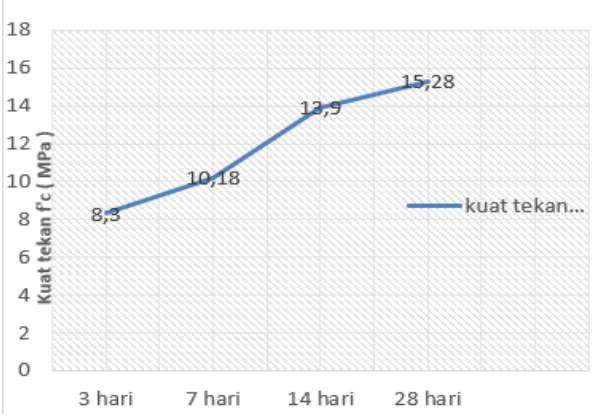
Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.6 Beton Dengan Campuran 10% Cangkang Kelapa Sawit

Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 10% Cangkang Kelapa Sawit

No	Pengujian Lab	Konversi MPa	Rata-rata MPa
1	32000	8.38	8.30
2	31000	8.12	
3	32000	8.38	
4	38500	10.08	10.18
5	36000	9.43	
6	42000	11.00	
7	50000	13.10	13.9
8	53000	13.88	
9	48000	12.57	
10	56000	14.67	15.28
11	62000	16.24	
12	57000	14.67	

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan



Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Beton 10% Cangkang Kelapa Sawit

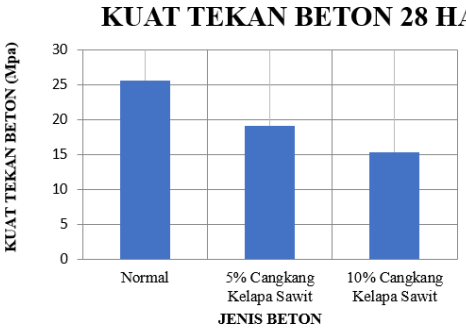
Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.7 Perbandingan Kuat Tekan Tiga Variasi

Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Tiga Variasi

No	Jenis Sampel	Pengujian Lab	Konversi MPa	Rata-rata MPa
1	Normal	98000	25.67	25.59
2		96500	25.28	
3		98500	25.80	
4	5% Cangkang Kelapa Sawit	73500	19.25	19.04
5		70500	18.47	
6		74000	19.38	
7	10% Cangkang Kelapa Sawit	56000	14.67	15.28
8		62000	16.24	
9		57000	14.67	

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan



Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Tiga Variasi

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Pada umur 28 hari diperoleh kuat tekan beton sebesar 25,59 MPa tanpa menggunakan bahan pengganti agregat kasar atau beton normal.
2. Pada umur 28 hari beton dengan limbah cangkang sawit atau bahan pengganti agregat kasar 5% mencapai kuat tekan 19,04 MPa.
3. Pada umur 28 hari beton dengan limbah cangkang sawit atau bahan pengganti agregat kasar 10% mencapai kuat tekan 15,28 MPa.

SARAN

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan proporsi bahan pengganti agregat kasar yang bervariasi dan pengujian umur beton lebih dari 28 hari.
2. Pertimbangkan umur perendaman benda uji karena berpengaruh signifikan terhadap lama pengujian.
3. Pertimbangkan waktu perendaman dan fakta bahwa benda uji tidak dapat ditimpa saat merawatnya.
4. Rabat beton dapat digunakan untuk membangun jalan di daerah pedesaan dengan mencampurkan beton dan cangkang kelapa sawit.
5. Untuk bata ringan dapat digunakan beton yang dicampur dengan campuran batok kelapa.

DAFTAR PUSTAKA

Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton. In Penerbit Andi. https://doi.org/10.1038/cddis.2011.1*

. Mulyono, T. (2006). *TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek*. *October 2018*, 574

https://trisutomo10.blogspot.com/2015/01/riwayat- perkembangan-beton.html?q=riwayat+perkembangan+beton

Riyanto, S., & Suliyanto. (2017). *JURNAL TEKNIK SIPIL Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME DALAM CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN PADA KONDISI DIRENDAM AIR TAWAR DAN AIR LAUT*. 169–176

Dakhi, Suherti Yanus. (2016). *Studi eksperimental penambahan silica fume dengan kuat tekan beton multi menengah f'c = 30 MPa pada benda uji silinder 15 cm dan tinggi 30 cm.*

Departemen Pekerjaan Umum. (1991). SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi bahan tambahan untuk beton. *Yayasan LPMB Bandung.*

Anonim, SNI 03-2834-2000, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, Badan Standardisasi Nasional.

Anonim, SNI 03-4810-1998, Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Lapangan, Pusjatan-Balitbang PU.

Anonim, SNI 7394:2008, Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan, Badan StandardisasiNasional.

Anonim, SNI-03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis SaringanAgregat Halus Dan Kasar, Pusjatan-Balitbang PU.

Anonim, SNI-03-1969-1990, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Pusjatan-Balitbang PU.