

ANALISA KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN TEMPURUNG KELAPA PADA CAMPURAN BETON DENGAN *SIKAFUME* SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Dwi Novitasari¹⁾, Mardewi Jamal²⁾, Masayu Widiastuti³⁾

¹Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: novitadwi978@gmail.com

²Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: wie_djamal@yahoo.com

³Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda, Kalimantan Timur 75119
e-mail: widiwidada@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di Indonesia terus menerus mengalami peningkatan, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, maka kebutuhan berbagai material yang alami maupun buatan menjadi meningkat. Sehingga diperlukan suatu solusi atau terobosan yang dapat mengatasi peningkatan tersebut dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai penambahan agregat kasar dalam pembuatan beton

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton campuran beton dengan tempurung kelapa dengan persentase variasi 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%, 15% dan 8% *sika fume* sebagai bahan tambah pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Setiap variasi terdapat 3 buah benda uji, sehingga total dari 6 variasi adalah 18 buah. Dan umur rencana 28 hari.

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari didapat beton 0% tempurung kelapa 12,83 MPa, beton 3% tempurung kelapa 11,64 MPa, beton 6% tempurung kelapa 10,84 MPa, beton 9% tempurung kelapa 8,72 MPa, beton 12% tempurung kelapa 7,14 MPa dan beton 15% tempurung kelapa sebesar 7,12 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penggunaan tempurung kelapa yang digunakan maka semakin kecil nilai kuat tekan yang didapat.

Kata kunci: Tempurung Kelapa, Kuat Tekan, *Sika Fume*

ANALYSIS OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING COCONUT SHELL IN CONCRETE MIXTURE WITH SIKAFUME AS ADDITIONAL MATERIAL

ABSTRACT

The development of technology in Indonesia continues to increase, This is inseparable from the demands and needs of the community for increasingly advanced infrastructure facilities, the need for various natural and artificial materials is increasing. So we need a solution or breakthrough that can overcome this increase by using coconut shell as the addition of coarse aggregate in the manufacture of concrete.

The purpose of this study was to determine the compressive strength of concrete mix with coconut shell with percentage variations of 0%, 3%, 6%, 9%, and 12%, 15% and 8% of Sika fume as an additive at 28 days. The test object used is in the form of a cube with a size of 15 x 15 x 15 cm. For each variation there are 3 test objects, so a total of 6 variations is 18 pieces. And the life of the plan is 28 days.

The results of the compressive strength test at the age of 28 days obtained 0% coconut shell concrete 12.83 MPa, 3% concrete coconut shell 11.64 MPa, 6% coconut shell concrete 10.84 MPa, 9% coconut shell concrete 8.72 MPa, 12% coconut shell concrete 7.14 MPa and 15% coconut shell concrete 7.12 MPa. This shows that the higher the percentage of coconut shell used, the smaller the compressive strength value obtained.

Keywords: *Coconut Shell, Compressive Strength, Sika Fume*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton telah dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Teknologi bahan dan teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pengerjaan di lapangan. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Dari sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Salah satunya adalah tumbuhan kelapa dimana buahnya bisa digunakan sebagai bahan makanan dan tempurungnya untuk pembakaran. Oleh karena itu limbah tempurung kelapa dapat dijadikan bahan *recycle* untuk dikembangkan menjadi bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton. Pemilihan tempurung kelapa karena strukturnya yang cenderung keras dan padat. Penggunaan tempurung kelapa diharapkan dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan nilai kuat tekan beton, dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan mempunyai nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat. Dengan menggunakan tempurung kelapa dalam pembuatan beton, dengan tekstur permukaan tempurung kelapa lebih kasar dan kekerasannya yang relatif tinggi menyebabkan ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat dan sulit lepas sehingga beton

akan bertambah liat dan dengan menggunakan bahan tambah (aditif) jenis *silica fume* dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekan beton.

Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mencari seberapa besar pengaruh penambahan variasi kandungan tempurung kelapa dalam campuran beton yang berkisar antara 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%, 15%.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kuat tekan maksimum pada campuran beton dengan tempurung kelapa komposisi 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%, 15% dan 8% *Sika Fume*.
2. Untuk mengetahui persentase maksimum pada penggunaan pecahan tempurung kelapa dan *Sika Fume* terhadap kuat tekan beton.
3. Untuk mengetahui manfaat dari penggunaan beton tempurung kelapa dalam dunia konstruksi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Beton

Menurut SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. (SNI-03-2847-2002).

2.2 Semen

Semen adalah semen hidraulik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulik. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka

akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton.

2.3 Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah, kricak, dan lainnya.

2.4 Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton, namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap:

1. Sifat *workability* adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton.
3. Kelangsungan reaksi dengan semen, sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

2.5 Tempurung Kelapa

Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, batok kelapa, kulit daging (testa), daging buah, air kelapa dan lembaga. Buah kelapa yang sudah tua memiliki bobot sabut 35%, tempurung 12%, endosperm 28% dan air 25%. Komposisi kimia tempurung kelapa seperti dibawah ini.

Tabel 1 Komposisi kimia tempurung kelapa

Parameter	Kadar (%)
Selulosa	26,60
Lignin	29,40
Pentosan	27,70
Solvent ekstraktif	4,20
Uronat unhidrid	3,50
Abu	0,62
Nitrogen	0,11
Air	8,01

(Sumber: Tamado, 2013)

2.6 Sikafume

Sikafume juga dikenal sebagai *silica fume*, adalah hasil dari pengurangan kuarsa kemurnian tinggi dengan kokas pada tungku listrik dalam produksi silikon dan panduan *ferrosilicon*.

Sika fume merupakan generasi terbaru dari *additive* beton dalam bubuk halus yang didasarkan pada teknologi *silica fume*. *Sika fume* digunakan sebagai *additive* yang sangat efektif untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi sesuai standar ASTM C 1240-00. *Sika fume* digunakan untuk meningkatkan kepadatan, daya tahan, dan kuat tekan beton. Dalam campuran beton, *Sika fume* yang lebih halus 0.1 mili mikron dari butiran semen akan mengisi celah pada campuran sehingga rongga udara berkurang dan campuran lebih padat (Data Teknis PT Sika Nusa Indonesia).

Adapun komposisi sifat kimia dan sifat fisik *Sikafume* ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Komposisi Kimia Sikafume

Bahan Kimia	Komposisi
SiO ₂	93.0% min
CaO	0.60% max
Fe ₂ O ₃	0.805 max
K ₂ O	1.2% max
MgO	0.60% max
Al ₂ O ₃	0.40% max
Na ₂ O	0.20% max
C (free)	2.0% max
SO ₃	0.40% max
LOL	3.5% max

(Sumber: Data Teknis Sika Fume, PT. Sika Indonesia, 2011)

Tabel 3 Sifat Fisik Sikafume

Bahan Kimia	Komposisi
Bentuk	Bubuk
Warna	Keabu-abuan
Berat Jenis	± 0.60 kg/l

(Sumber: Data Teknis Sika Fume, PT. Sika Indonesia, 2011)

2.7 Kuat Tekan

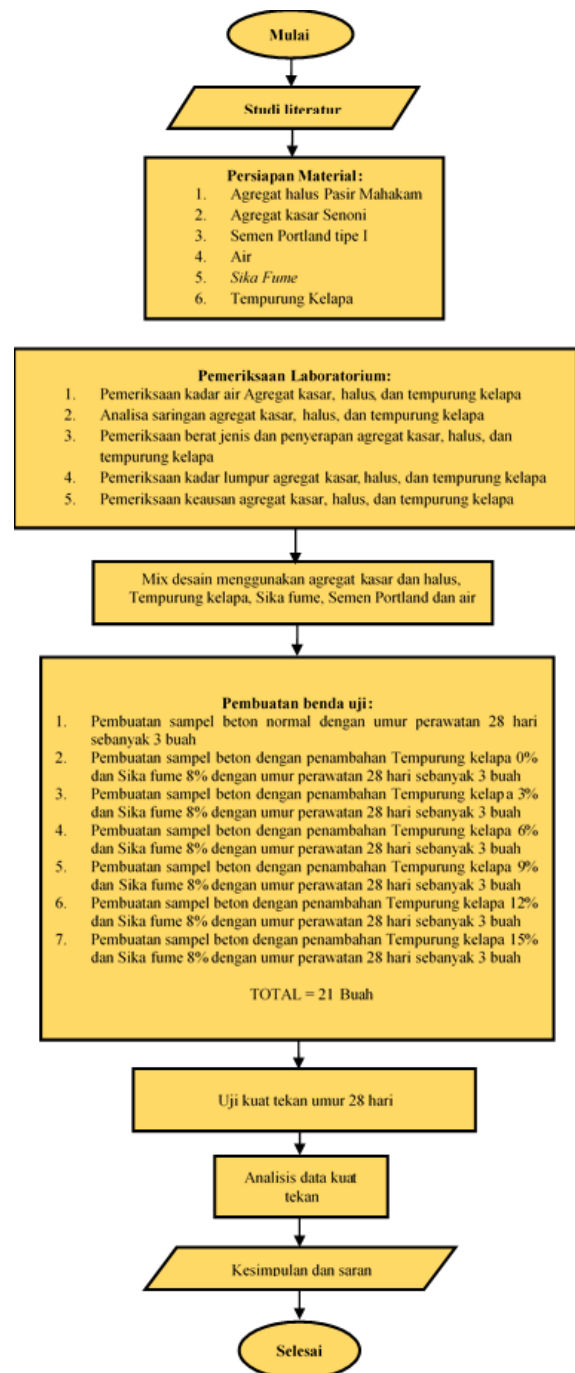
Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Jadi semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton yang diisyaratkan f_c adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji

berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam *Mega Paskal* atau Mpa (SK SNI-T-15-1991-03).

Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan tekan beton tersebut, yaitu:

1. Proporsi bahan – bahan penyusunnya
2. Metode pencampuran
3. Perawatan
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

3. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Bagan alur penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Umum

Sebelum dilakukan trial mix, tahap pertaman akan dilakukan pengujian fisis terhadap bahan atau material yang akan digunakan sebagai material penyusun beton. Langkah-langkah setiap pengujian yang dilakukan maupun untuk perencanaan komposisi campuran beton pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.

4.2 Hasil dan analisis agregat halus

Tabel 4 Hasil pengujian agregat halus

Jenis Pengujian	Agregat Halus Mahakam	Interval Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis	2,62 gr	2,2 – 2,7	Memenuhi
Penyerapan	1,21 %	Maks 2%	Memenuhi
Kadar Air	4,65 %	-	Memenuhi
Kadar Lumpur	3,04 %	Maks 5%	Memenuhi
Gradasi Agregat Halus	2,74	1,5 - 3,8	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian terhadap agregat halus pasir mahakam dapat dilihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pengujian agregat halus pasir mahakam memenuhi persyaratan SNI.

4.3 Hasil dan analisis agregat kasar

Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Agregat Kasar Senoni
Berat Jenis	2,8 gr
Penyerapan	1,18 %
Kadar Air	1,02 %
Kadar Lumpur	0,98 %
Gradasi Agregat Kasar	5,58
Kekekalan	22,6 %

Berdasarkan dari data hasil pengujian pada Tabel 5, diketahui bahwa hasil pengujian agregat kasar Senoni memenuhi persyaratan SNI.

4.4 Hasil dan analisis Tempurung Kelapa

Tabel 6 Hasil pengujian Tempurung Kelapa

Jenis Pengujian	Agregat Tempurung Kelapa
Berat Jenis	1,3 gr
Penyerapan	28,33 %
Kadar Air	14,42 %
Kadar Lumpur	0,04 %
Gradasi tempurung kelapa	5,58
Keausan	2,4 %

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa tempurung kelapa memiliki penyerapan dan kadar air yang cukup tinggi dibandingkan dengan agregat kasar Senoni, sehingga tempurung kelapa perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

4.5 Mix Design

Sebelum dilakukan trial mix, tahap pertaman akan Rancang campuran yang dibuat mengacu pada SNI 03-2834-2002. Rancangan campuran digunakan untuk

menentukan kebutuhan bahan. Dalam menentukan rancang campuran ini memerlukan data-data pengujian laboratorium, Sehingga digunakan nilai yang memenuhi syarat jumlah fraksi agregat, yaitu nilai FAS 0,6.

Pada data perencanaan, bahan-bahan yang digunakan yaitu semen Portland merek Tiga Roda, pasir Mahakam, dan agregat kasar (Senoni) serta Tempurung kelapa. Data agregat halus dan agregat kasar, yang digunakan diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menentukan kebutuhan bahan dengan menggunakan koreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

Dari hasil uji laboratirium dan perhitungan mix design didapatkan proporsi campuran beton seperti pada tabel berikut.

Tabel 7 Hasil pengujian agregat halus

Bahan	Beton Normal	T. Kelapa 0% dan Sikafume 8%	T. Kelapa 3% dan Sikafume 8%	T. Kelapa 6% dan Sikafume 8%	T. Kelapa 9% dan Sikafume 8%	T. Kelapa 12% dan Sikafume 8%	T. Kelapa 15% dan Sikafume 8%
Air	2,71 L	2,71 L	2,71 L	2,71 L	2,71 L	2,71 L	2,71 L
Semen	4,15 kg	3,82 kg	3,82 kg	3,82 kg	3,82 kg	3,82 kg	3,82 kg
Pasir	7,27 kg	7,27 kg	7,27 kg	7,27 kg	7,27 kg	7,27 kg	7,27 kg
Koral	16,37 kg	16,37 kg	15,88 kg	15,39 kg	14,90 kg	14,41 kg	13,92 kg
Tempurung kelapa	0 kg	0 kg	0,49 kg	0,98 kg	1,47 kg	1,96 kg	2,46 kg
Sika Fume	0 kg	0,33 kg	0,33 kg	0,33 kg	0,33 kg	0,33 kg	0,33 kg

4.6 Hasil uji slump test

Nilai slump diperoleh setelah pengadukan beton selesai dilakukan dan sebelum adukan dimasukkan kedalam cetakan. Nilai slump diuji setiap 3 sampel, dan sampel berjumlah 21 sehingga slump terdapat pengujian dengan hasil uji slump sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil pengujian slump

Sampel	Nilai Slump (Cm)
0%	15
3%	13,5
6%	12,8
9%	12,5

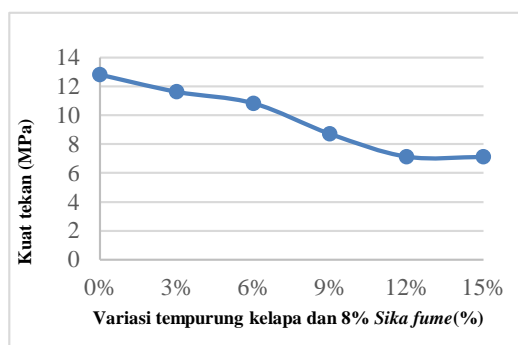
12%	12
15%	9,5
Rata-rata	12,55

4.7 Hasil Uji Tekan

Pada pengujian kuat tekan beton, dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan diameter 15 cm dan tinggi 15 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan umur 28 hari sebagai berikut

Tabel 8 Hasil pengujian kuat tekan

Variasi Tempurung Kelapa	Sikafume	Nama Sampel	Hari Uji (Hari)	Kuat Tekan f'_{cr} (Mpa)	Kuat Tekan Karakteristik f'_{ck} (Mpa)
-	-	BN	28	13,54	12,94
0%	8%	DW0 %	28	13,10	12,83
3%	8%	DW3 %	28	11,89	11,64
6%	8%	DW6 %	28	10,93	10,84
9%	8%	DW9 %	28	9,22	8,72
12%	8%	DW12 %	28	7,65	7,14
15%	8%	DW15 %	28	7,19	7,12



Grafik 1 Pengujian kuat tekan beton

Dari hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 8, idapatkan hasil bahwa nilai kuat tekan beton dari 6 variasi yang diuji memiliki nilai kuat tekan beton yang berbeda berbeda pada umur 28 hari dan belum mencapai kuat tekan rencana yaitu 19,69 Mpa. Penggunaan tempurung kelapa dan bahan tambah

sika fume sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% berdasarkan penambahan sika fume secara berturut-turut dengan pengujian 28 hari didapatkan kuat tekan beton 12,83 Mpa, 11,64 Mpa, 10,84 Mpa, 8,72 Mpa, 7,14 Mpa dan 7,12 Mpa.

Pada campuran 0% tempurung kelapa memiliki nilai kuat tekan tertinggi dari variasi lainnya. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh banyaknya persentase tempurung kelapa dalam campuran beton, dimana semakin besar persentase tempurung kelapa maka kuat tekannya semakin menurun. Penurunan nilai kuat tekan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pada berat jenis, nilai kadar air, kadar *sikafume*.

Beton dengan penambahan tempurung kelapa sebesar 0% - 6% tempurung kelapa masuk kedalam mutu beton $f'_c = 10 - <20$ Mpa merupakan beton yang berguna untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural (tidak mengandung besi) seperti untuk beton siklop, trotoar, pasangan batu kosong yang diisi adukan pasangan batu, pondasi kolom, pengecoran lantai bangunan yang tidak terlalu besar, dan penimbunan kembali dengan beton.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai tempurung kelapa bahan tambah *sika fume* ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton pada perawatan 28 hari menunjukkan kuat tekan maksimum pada benda uji dengan variasi penambahan tempurung kelapa dan *sika fume* sebesar 3% dengan nilai kuat tekan beton sebesar 11,64 MPa.
2. Penambahan tempurung kelapa dan *sikafume* hingga kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan. Pada variasi penambahan 0% tempurung kelapa kuat tekan beton sebesar 12,83 MPa, sedangkan dengan variasi penambahan 3% tempurung kelapa kuat tekan beton mengalami penurunan menjadi 11,64 MPa. Penurunan nilai kuat tekan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pada berat jenis, nilai kadar air, kadar *sikafume*. Untuk berat jenis, tempurung kelapa yang lebih kecil dari pada agregat kasar, diketahui nilai berat jenis tempurung kelapa sebesar 1,3 sedangkan agregat kasar sebesar 2,86. Hal ini yang menyebabkan tempurung kelapa naik kepermukaan beton saat proses pemadatan menggunakan palu karet dan menyebabkan permukaan beton menjadi tidak rata, sehingga menyebabkan kekuatan pada permukaan beton menjadi lemah. Kedua, pada kadar air dan penyerapan tempurung kelapa memiliki nilai lebih besar dari pada agregat kasar yaitu 14,42% dan 28,33%, sedangkan agregat kasar sebesar 1,02% dan 1,18%. Tingginya nilai kadar air dan penyerapan pada tempurung kelapa

mempengaruhi kembang susut tempurung kelapa pada beton, Penyusutan dimensi tempurung kelapa menyebabkan terciptanya rongga-rongga baru pada ruang yang ditempatinya saat proses kembang, hal ini menyebabkan pegikatan pada campuran beton kurang sempurna sehingga kekuatan beton menurun. Selanjutnya penyebab turunnya kuat tekan adalah kadar *sikafume* pada campuran beton, karena tidak dilakukan pengujian variasi penambahan persentase *sikafume*. Meskipun ada variasi penambahan persentase *sikafume*, hal tersebut seharusnya tidak mempengaruhi pengurangan atau penambahan berat semen yang direncanakan.

3. Beton dengan penambahan tempurung kelapa sebesar 0% - 6% masuk kedalam mutu beton $f'c$ sebesar 10 - <20 Mpa, merupakan beton yang berguna untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural (tidak mengandung besi) seperti untuk beton siklop, trotoar, pasangan batu kosong yang diisi adukan pasangan batu, pondasi kolom, pengecoran lantai bangunan yang tidak terlalu besar, dan penimbunan kembali dengan beton.

[9] Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.*

[10] Standar Nasional Indonesia 03-2417-1991. *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.*

Daftar Acuan

Jurnal:

- [1] Kurniawan, Fredy dkk. 2017. *Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Beton.* Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur – I. Jurnal.

Buku:

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia.* Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [2] Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton.* Yogyakarta: ANDI
- [3] Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil.* Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- [4] Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.*
- [5] Standar Nasional Indonesia 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*
- [6] Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.*
- [7] Standar Nasional Indonesia 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat.*
- [8] Standar Nasional Indonesia 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton.*