

Upaya Peningkatan Nilai Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Admixture Superplasticizer Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar

Ika Sulianti^{1*)}; Agus Subrianto¹; Indrayani¹; Bambang Hidayat Fuady¹; A Fuad Z¹; Rico Nopri Dwinto²; Sendi Satrio²

1. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya
Sumatera Selatan 30128, Indonesia
2. Program Studi D4 Perancangan Jalan dan Jembatan Teknil Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya
Sumatera Selatan 30128, Indonesia

^{*)}Email: ikasulianti74@gmail.com

Abstract

Portland cement, water, coarse aggregate, fine aggregate, and additives in a certain ratio range widely from chemical additives, fibers, and non-chemical waste items to make concrete. The palm oil waste with additive superplasticizer were utilized to create the oil palm shells for this research investigation. In this study, the compressive strength test of concrete was performed on 15 cm x 15 cm x 15 cm cubes. Six cubes make up the test item quantity for the mixing variant. Variations in the proportions of use superplasticizer and oil palm shells derived from the coarse aggregates and water ratios, respectively. There are five different percentages of oil palm shell that can be used. Their percentages started from are 0%, 25%, 50%, 75%, to 100%. K 225 was the targeted concrete quality in which it took about fourteen days and twenty eight days to perform the compression test. The shown data showed that the average compressive strength at fourteen days of normal concrete was 18,7 MPa and that each variation of concrete palm oil shell was 25% (10,1 MPa), 50% (7,3 MPa), 75% (5,9 MPa), and 100% (3,1 MPa), while the average compressive strength at twenty eight days of normal concrete was 23,86 MPa and each variation was 25% (10,3 MPa), 50% (7,0 MPa), 75% (4,9 MPa), and 100% (2,9 MPa).

Keywords: Admixture superplasticizer, compressive strength of concrete, concrete, fly ash, palm oil shell

Abstrak

Beton dibentuk berdasarkan campuran yang terdiri dari semen portland, agregat kasar dan halus, air, serta bahan tambahan kimia dengan jumlah perbandingan tertentu, serat hingga limbah non-kimia. Penggunaan cangkang kelapa sawit yang diberi tambahan admixture superplasticizer menjadi fokus penelitian ini. Jumlah benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm yang digunakan untuk menguji kuat tekan beton sebanyak 6 buah yang mewakili setiap variasi campuran. Perubahan proporsi cangkang kelapa sawit ditentukan dari proporsi agregat kasar dan proporsi superplasticizer yang digunakan ditentukan dari proporsi air. Variasi menggunakan cangkang kelapa sawit adalah 0%, 25%, 75%, 100%. Uji tekan dilakukan pada hari ke 14 dan hari ke 28 dengan mutu beton rencana adalah K 225. Pada penelitian ini kuat tekan rata-rata beton normal selama empat belas hari adalah 18,7 MPa, dan variasi masing-masing beton cangkang kelapa sawit adalah 25% (10,1 MPa), 50% (7,3 MPa), 75% (5,9 MPa), dan 100% (3,1 MPa), sementara itu kuat tekan rata-rata beton biasa setelah dua puluh delapan hari adalah 23,86 MPa, dan variasi untuk beton cangkang kelapa adalah 25% (10,3 MPa), 50% (7,0 MPa), 75% (4,9 MPa), dan % (2,9 MPa).

Kata kunci: Beton, cangkang kelapa sawit, admixture superplasticizer, kuat tekan beton

1. PENDAHULUAN

Seperti yang telah diketahui, pengetahuan dan teknologi berkembang di masa sekarang ini dan telah memberikan dampak yang sangat massive pada semua lini kehidupan, termasuk juga pada bidang teknik sipil. Sudah menjadi pengetahuan umum kalau beton adalah komponen terpenting dalam arsitektur. Beton sangat dikenal dalam kehidupan masyarakat dan banyak digunakan untuk membangun berbagai fasilitas.

Beton merupakan bentuk pengkerasan dari perpaduan komposit yang terbuat dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Beton juga menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan sejak zaman dahulu. Keuntungan menggunakan beton sebagai bahan bangunan adalah kekuatannya yang tinggi, kemampuan beradaptasi dengan persyaratan struktural, kemudahan pencetakan menggunakan bekisting, ketahanan suhu tinggi, biaya perawatan yang rendah, daya tahan, bahan baku yang tersedia, dan biaya dan efektivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan komponen lainnya.

Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kelemahan pada beratnya sendiri yang tinggi, sehingga penggunaan agregat ringan sebagai pengganti agregat biasa dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan tersebut [1]

Bahan tambahan banyak digunakan di Indonesia dan manfaat bahan tambahan ini mempunyai peran yang sama seperti jenis agregat dan semen yang digunakan di lapangan. Bahan kimia yang digunakan sebagai bahan tambahan haruslah sesuai dengan persyaratan [2]

Sekarang ini ada perkembangan terbaru terhadap pemanfaatan material lama atau limbah sekam kelapa sawit yang dapat digunakan sebagai aditif atau substitusi agregat kasar yang sedang diujicobanya sebagai material alternatif dalam campuran beton. Seperti yang banyak diketahui, cangkang kelapa sawit merupakan jenis limbah yang pemanfaatan penggunaannya tidak hanya di bidang industri tapi juga peternakan seperti menjadi energi alternatif yang ramah lingkungan, bahan bakar mesin berbasis uap, campuran untuk pakan ternak, bahan campuran untuk pengerasan jalan, dan lain-lain.

Cangkang kelapa sawit saat ini tidak hanya digunakan pada bidang industri tapi juga di bidang peternakan, termasuk juga di zona konstruksi yang penggunaannya sebagai pengganti agregat agresif dalam campuran beton dikarenakan beratnya lebih ringan, lebih kaku. Cangkang kelapa sawit terdiri dari sebagian komponen ialah kandungan air (7 hingga 8%), abu (2 hingga 3%), uap (69 hingga 70%), serta karbon aktif murni (20 hingga 22%).

Terdapat tiga alasan mengapa penelitian ini dilakukan oleh peneliti. Alasan pertama adalah cangkang kelapa sawit memungkinkan digunakan sebagai substitusi agregat kasar dalam campuran beton. Alasan kedua adalah penambahan *admixture superplasticizer* mempengaruhi kenaikan dan penurunan kuat tekan pada beton. Alasan ke tiga adalah terdapatnya perbedaan antara kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton yang menggunakan limbah cangkang kelapa sawit.

Sedangkan manfaat dari pelaksanaan penelitian ini terdiri dari tiga hal. Manfaat yang pertama yaitu mengetahui terdapatnya perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton yang menggunakan campuran cangkang kelapa sawit *admixture superplasticizer*. Manfaat yang ke dua yaitu mendapatkan informasi tentang pengaruh kuat beton dengan campuran kulit kelapa sawit terhadap kuat tekan beton. Manfaat yang ke tiga yaitu produksi beton dapat menggunakan campuran cangkang sawit sebagai pengganti agregat kasar.

Cukup banyak penelitian yang sudah membahas beton dengan cangkang kelapa sawit [3]. Hasil penelitian lain yang dilakukan menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan cangkang kelapa sawit yang mengandung bahan tambahan kimia *superplasticizers* yaitu 0,8% lebih tinggi sebesar 2,95% dibandingkan beton biasa yang tidak menggunakan cangkang kelapa sawit dengan nilai kuat

tarik 4,60 pada variasi 10% MPa abu cangkang, sedangkan kuat tarik optimum mengalami peningkatan sebesar 10% pada hari 28 hari dan 0,8% *superplasticizer* dari berat semen pada variasi abu cangkang kelapa sawit [4]. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa kekuatan tarik campuran bahan pengganti cangkang sawit dan agregat kasar mengalami penurunan 29,31% menjadi sekitar 69,39%. Kuat tarik rata-rata beton berkisar antara 30,55% sampai 99,66%, sedangkan berat volumetrik rata-rata yang dihasilkan juga mengalami penurunan sebesar 1,70% menjadi 23,03% [5]. Data yang diperoleh secara tidak langsung mengatakan bahwa proporsi optimal pengganti cangkang kelapa sawit untuk agregat kasar dalam campuran beton sebesar 5%, sehingga beton dengan kuat tekan sebesar 23,33 MPa dapat dihasilkan dan kuat tarik lentur yang didapatkan sebesar 3,62 MPa. Ditambah lagi, beton dengan kandungan 5% cangkang kelapa yang digunakan sebagai pengganti agregat dapat digunakan untuk lalu lintas yang rendah [6]. Hasil pengujian ini menunjukkan terdapatnya peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit sebanyak 6% sebesar 27,84 MPa dan terdapat penurunan kuat tekan sebesar 20,25 MPa ketika abu cangkang kelapa sawit ditambahkan sebanyak 9% [7]. Hasil penelitian membuktikan bahwa rata-rata nilai kuat tekan dengan penambahan cangkang kelapa sawit baik itu sebesar 0%, 5%, 10% sampai 15% berturut-turut diperoleh 27,8 MPa, 25,9 MPa, 22,3 MPa dan 13,5 selama periode dua puluh delapan hari. Daya dukung lentur balok beton sebagai pengganti cangkang kelapa sawit mengalami penurunan sebanyak 0,111 kali lipat dari balok beton biasa yang menggunakan perbandingan uji beton normal sebesar 1,471 kali hasil teoritis dan untuk cangkang kelapa sawit pengganti beton sebesar 1,318 kali lipat dari hasil teoritis, dan merujuk dari hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya, terlihat jelas kalau terdapat hubungan terbalik antara pengaruh penggantian cangkang kelapa sawit terhadap nilai kuat tekan [8]. Pengaruh tersebut dapat dikatakan yaitu semakin kecil laju penambahan cangkang kelapa sawit maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton, dan sebaliknya juga terjadi kalau semakin kelapa sawit substitusi cangkang kelapa sawit juga mempengaruhi berat beton, semakin tinggi rasio pengganti cangkang kelapa sawit, semakin ringan beton dan sebaliknya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Tempat Penelitian

Pengujian atau eksperimen di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya dengan jangka waktu 3 bulan dimulai pada bulan Maret hingga Juni 2022.

2.2. Persiapan Bahan

Cangkang kelapa sawit dan *superplasticizer* dalam penelitian ini ditambahkan ke dalam campuran beton dengan persentase 0%, 25%, 50% dan 75-100%. Efek penambahan cangkang kelapa sawit terhadap uji kuat tekan beton menjadi fokus dalam penelitian ini. Tiga benda uji disiapkan untuk setiap variasi untuk menguji kuat tekan beton setelah empat belas hari dan dua puluh delapan hari.

Sebanyak 0%, 25%, 50% serta 75-100% penambahan cangkang kelapa sawit dan *superplasticizer* pada campuran beton sebanyak 0%, 25%, 50% serta 75-100% dilakukan peneliti untuk mengetahui efek penambahan cangkang kelapa sawit terhadap uji kuat tekan beton. Dalam penelitian ini juga, terdapat tiga benda uji untuk setiap variasi buat menguji kuat tekan beton sesudah empat belas hari serta dua puluh delapan hari.

Agregat kasar, agregat halus, semen, air, cangkang kelapa sawit, dan *admixture superplasticizer* merupakan sumber-sumber materual yang digunakan dalam penelitian ini. Agregat kasar merujuk kepada batu pecah berukuran ½ cm berasal dari Kabupaten Lahat. Agregat halus atau

pasir diambil dari Kecamatan Tanjung Raja, Ogan Ilir. Semen Portland tipe 1 yang diproduksi oleh PT. Semen Baturaja merupakan jenis semen yang dipakai dalam penelitian ini. Air yang digunakan adalah air yang mengalir dari Lab Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya. Cangkang kelapa sawit yang digunakan untuk bahan campuran beton diambil 1 dari PT. Swadaya Indopalma di Kabupaten Banyuasin. Sedangkan material *Admixture superplasticizer* adalah *Superplasticizer* yang digunakan berjenis sika *concrete additive* yang didapatkan dari PT. Sika Indonesia yang di produksi di Medan, Sumatera Utara.

2.3. Pengujian Material

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan pengujian agregat, adapun beberapa pengujian yang harus dilakukan. Pengujian pertama dan kedua adalah analisis saringan, berat jenis SSD dan penyerapan air, bobot isi padat dan gembur serta kadar air dan lumpur yang merujuk kepada pengujian agregat kasar dan halus. Pengujian ketiga mencakup kepada berat jenis semen portland, konsistensi semen, dan waktu ikat semen yang merujuk kepada pengujian semen. Pengujian yang keempat adalah uji berat jenis SSD dan penyerapan air yang kesemuanya merupakan pengujian cangkang kelapa sawit.

2.4. Formula for Job Mix

Acuan perbandingan campuran beton normal dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-2834-2000 [9], di mana beton memiliki mutu K 225, kuat tekan dalam dua puluh delapan hari 22,5 MPa, penggunaan *Portland Cement Type I*, agregat kasar dan halus memiliki ukuran 1/2, ketinggian *Slump* berkisar 60 sampai 180 mm, besar butir berukuran maksimal 40mm, faktor air semen maksimal sebesar 0.547, kadar air semen maksimal 325kg/m³, dan gradasi zona IV untuk butir agregat halus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Bahan

Langkah awal pelaksanaan penelitian adalah pengujian terhadap pasir sebagai agregat halus, batu split sebagai agregat dilakukan. Tabel 1 di bawah ini merupakan hasil pengujian yang merujuk kepada material agregat halus (pasir).

Tabel 1. Data Hasil Pengujian pada Agregat Halus (Pasir)

No	Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
	Agregat halus (pasir)				
1.	MK (Modulus Kehalusan)		2,75	1,50 - 3,80	[9]
2.	ZG (Zona Gradasi)		Zona IV	-	[9]
3.	BJK (Berat Jenis Kering)		2,344	2,3 - 2,8	[10]
4.	BJSSD (Berat Jenis SSD)		2,406	2,3 - 2,8	[10]
5.	PA (Penyerapan Air)	%	2,648	< 3	[10]
6.	KA (Kadar Air)	%	3,060	3 - 5	[11]
7.	KL (Kadar Lumpur)	%	2,246	< 5	[11]
8.	BIG (Bobot Isi Gembur)	gr/cm ³	1,329	> 1,2	[12]
9.	BIP (Bobot Isi Padat)	gr/cm ³	1,352	> 1,2	[12]

Pada tabel 2 dibawah ini, terdapat 8 hasil dari pengujian terhadap agregat kasar (*split*) yang memiliki ukuran 1/2. Hasil pengujian modulus kehalusan sesuai dengan SII 0052-80. Sedangkan berat jenis kering, berat jenis SSD, dan penyerapan air sesuai dengan SNI 03-1970-1990. Kadar air,

dan kadar lumpur memenuhi syarat yang ditentukan SNI 03-4142-1996. Sedangkan bobot isi gembur, dan bobot isi padat sesuai dengan SNI 03-4804-1998.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian pada Agregat Kasar (*split*)

No	Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
	Agregat kasar (<i>split</i> ukuran 1/2)				
1.	MK (Modulus Kehalusan)		8,13	8,0 - 11,0	[13]
2.	BJK (Berat Jenis Kering)		2,47	2,3 - 2,8	[10]
3.	BJSSD (Berat Jenis SSD)		2,54	2,3 - 2,8	[10]
4.	PA (Penyerapan Air)	%	2,55	< 3	[10]
5.	KA (Kadar Air)	%	0,816	0 - 3	[11]
6.	KL (Kadar Lumpur)	%	0,635	< 1	[11]
7.	BIG (Bobot Isi Gembur)	gr/cm ³			[12]
8.	BIP (Bobot Isi Padat)	gr/cm ³	1,303	> 1,2	[12]
			1,416	> 1,2	

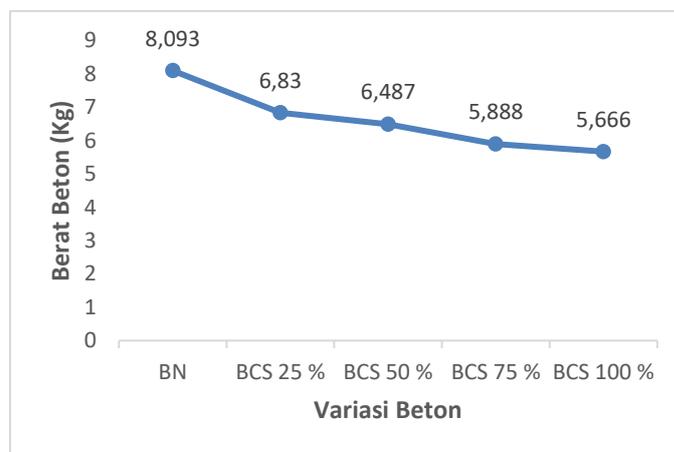
Hasil pengujian terhadap semen, berat jenis, konsistensi, waktu ikat awal dan akhir semen pada tabel 3 sesuai dengan SNI 15-2049-1994.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Semen

No	Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
	Semen				
1.	Berat jenis	gr/ml	3,106	3,0 - 3,2	[14]
2.	Konsistensi	%	24	22 - 28	[14]
3.	Waktu ikat awal	menit	106,071	Min. 45	[14]
4.	Waktu ikat akhir	menit	140	Maks. 360	[14]

3.2. Perbandingan Berat Beton Normal dan Beton Variasi Campuran Cangkang Kelapa Sawit

Pada gambar 1 terlihat jelas terdapat perbandingan berat beton antara beton normal dengan beton yang telah dicampur menggunakan cangkang kelapa sawit.



Gambar 1. Perbandingan Berat Beton Normal dengan Beton Variasi Campuran Cangkang Kelapa Sawit

Perbedaan antara beton normal dan empat jenis beton campuran cangkang kelapa sawit pada gambar 1, menunjukkan dengan jelas bahwa penambahan cangkang kelapa sawit dapat mengurangi berat beton. Beton biasa memiliki berat 6.830 kg, 25% BCS adalah 6.830 kg, 50% BCS adalah 6.487 kg, dan 100% BCS adalah 5.666 kg.

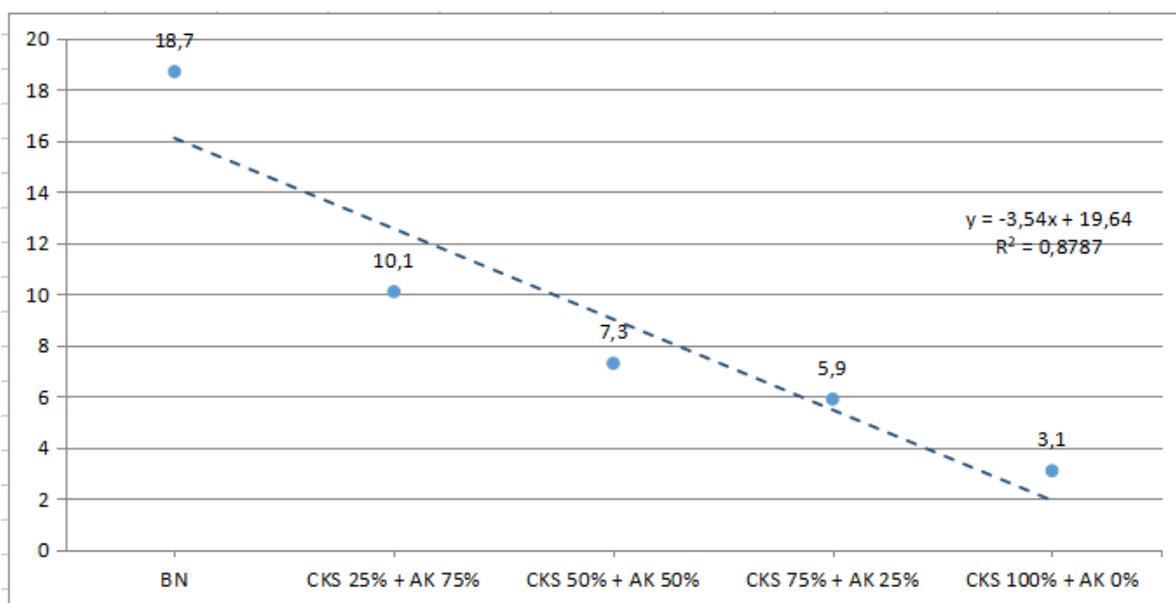
3.3. Analisis Hasil Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Dengan Variasi Cangkang Kelapa Sawit

Hasil pengujian pada tabel 4 menunjukkan rata-rata kuat tekan beton pada umur empat belas hari dan dua puluh delapan hari.

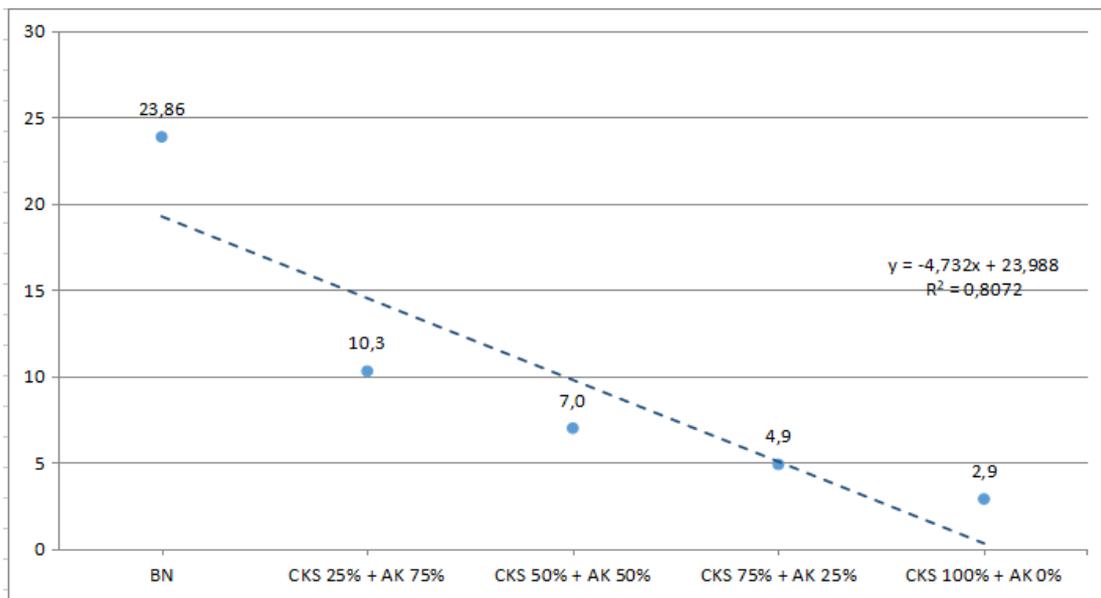
Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Benda Uji

Umur Benda Uji	Rata-rata Kuat Tekan Benda Uji (MPa)				
	Beton Normal	Beton CKS 25% & <i>Superplasticizer</i>	Beton CKS 50% & <i>Superplasticizer</i>	Beton CKS 75% & <i>Superplasticizer</i>	Beton CKS 100% & <i>Superplasticizer</i>
14	18,7	10,1	7,3	5,9	3,1
28	23,86	10,3	7	4,9	2,9

Terlihat pada tabel 4 bahwa kuat tekan beton pada hari ke dua puluh delapan yang tertinggi terdapat pada beton normal. Kuat tekan betonnya mencapai 23,86 MPa. Pada beton yang menggunakan campuran cangkang kelapa sawit dengan variasi 100%, memiliki kuat tekan beton yang terendah sebesar 2,9 MPa. Untuk lebih jelas, grafik regresi gabungan kuat tekan beton pada umur empat belas hari dan dua puluh delapan hari terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Regresi Pada Umur 14 Hari



Gambar 3. Grafik Regresi Pada Umur 28 Hari

Gambar 2 dan 3 diatas menunjukkan bahwa kuat tekan yang lebih optimal dimiliki oleh beton normal dibandingkan beton dengan variasi penambahan 25%, 50%, 75% dan 100% cangkang kelapa sawit. Meskipun demikian, dikarenakan standar beton non struktural memenuhi standar beton non struktural mutu K 125, beton ini masih dapat digunakan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pemeriksaan pengaruh cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar terjadi penurunan beratnya, hal ini dikarenakan semakin banyak penggunaan cangkang kelapa sawit maka berat beton yang dihasilkan akan semakin ringan.

Pada pengujian dengan penambahan *admixture superplasticizer*, nilai *slump* beton dapat ditingkatkan dan *workability* pengerjaan lebih dapat dipermudah.

Rata-rata kuat tekan beton normal adalah 18,7 MPa pada empat belas hari dan 23,86 MPa pada dua puluh delapan hari, sedangkan kuat tekan beton cangkang kelapa sawit dengan penambahan *admixture superplasticizer* 0%, 25%, 50%, 75%, dan 75% .%, dan 100% pada umur 1, nilai kuat tekannya adalah 10,1 MPa, 7,3 MPa, 5,9 MPa dan 3,1 MPa, dan pada hari ke dua puluh delapan nilai kuat tekannya adalah 10,3 MPa, 7,0 MPa, 4,9 MPa dan 2,9 MPa.

Beton dengan campuran cangkang kelapa sawit diperuntukkan untuk pengaplikasian pada beton non struktur karena memenuhi standar beton non struktur mutu K 225.

Persiapan benda uji harus diperhitungkan selama perencanaan campuran, pelaksanaan dan pemeliharaan untuk menghasilkan beton yang kuat dan tidak berpori.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih dipersembahkan kepada Politeknik Negeri Sriwijaya atas diijinkannya peneliti untuk menggunakan fasilitas Laboratorium Teknik Sipil, dan seluruh pihak yang membantu selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyono, "Teknologi Beton," Andi Offset, 2005.
- [2] A. C949, "Standart Specification for Chemical Admixture for Concrete".
- [3] M. R. Palepy, "Pengaruh penambahan Limbah Abu Cangkang kelapa Sawit Terhadap Kuat Tarik Pada Beton Dengan Penambahan Superplasticizer," 2020.
- [4] R. Marpaung, "Pengaruh Limbah Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Berat Beton," 2012.
- [5] Mukhlis, "Pemanfaatan cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton Perkerasan Kaku untuk Jalan Lintas Rendah," 2020.
- [6] J. O. Simanjutak, "Beton dan Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit," 2020.
- [7] T. Kwan, "Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Beton," 2016.
- [8] A. U. Berli, "Penentuan Kuat Tekan Beton Ringan Mutu K-225 Dengan Substitusi Cangkang Kelapa Sawit Memakai Semen Portland Tipe 1.," 2019.
- [9] D. P. Umum, "SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal," Jakarta , 1990.
- [10] D. P. Umum, "SNI 03-1970-1990 Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus," 1990.
- [11] D. P. Umum, "SNI 03-4142-1996 Metoda Uji Kadar Bahan Lolos no.200 (0,075 m)," 1996.
- [12] Departemen Pekerjaan Umum. 1998. SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.
- [13] SII.0052-80, "Mutu dan Cara Uji Agregat Beton".
- [14] D. P. Umum, "SNI 15-2049-1994," 2004.
- [15] "Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangun bukan logam)," Bandung : Yayasan LPMB .
- [16] D. P. Umum, "SNI 03-749-1990 Besar Butir Agregat Untuk Adukan Beton," 1990.
- [17] D. P. Umum, "SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," 1990.