



Studi Efektivitas Penambahan Cangkang Kemiri dan Superlasticizer pada Sifat Mekanik Beton

Ayi Dahlan¹, Dendi Yogaswara², Rudy Febrijanto³

Jenis Kontruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1911117@itg.ac.id
²dendi.yogaswara@itg.ac.id
³rudy.febrijanto@itg.ac.id

Abstrak – Cangkang kulit kemiri memiliki sifat keras dan ringan, sehingga dari itu sangatlah berpotensi memperoleh berat struktur beton yang lebih ringan akan tetapi bermutu besar dengan metode mengganti sebagian ataupun menambah agregat kasar dengan cangkang kemiri. Pada penelitian ini cangkang kulit kemiri digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik (kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lendutan) beton dengan adanya penambahan limbah cangkang kemiri dan superplasticizer. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Jumlah bahan cangkang kulit kemiri yang digunakan yaitu substitusi terhadap volume agregat kasar sebesar 15%, 30% dan 45%. Sampel yang dibuat pada penelitian ini ada dua jenis ukuran sampel diantaranya sampel berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15cm tinggi 30 cm, dan balok dengan ukuran 10 cm x 15 cm x 60 cm. Sampel-sampel tersebut dibuat untuk pengujian terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat lendutan beton. Beton dengan bahan substitusi cangkang kulit kemiri diharapkan mencapai target rencana kuat tekan sebesar 20 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lendutan beton didapat nilai rata-rata pada setiap variasi. Campuran 1 (0%) nilai kuat tekan rata-rata sebesar 25.68 MPa, kuat tarik belah rata-rata 2.11 MPa, kuat lendutan 2.85 MPa. Campuran 2 (15%) nilai kuat tekan sebesar 20.28 MPa, kuat tarik belah 1.55 MPa, kuat lendutan 1.49 MPa. Campuran 3 (30%) nilai kuat tekan sebesar 16.64 MPa, kuat tarik belah 1.41 MPa, kuat lendutan 1.24 MPa dan untuk Campuran 4 (45%) nilai kuat tekan sebesar 12.96 MPa, kuat tarik belah 1.25 MPa, kuat lendutan 1.00 MPa.

Kata Kunci – Beton Cangkang Kemiri; Kuat Lendutan; Kuat Tarik Belah; Kuat Tekan; Superlasticizer.

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar bangunan gedung dan jalan menggunakan material beton pada elemen strukturnya, hal ini disebabkan beton punya kelebihan dibandingkan dengan material lainnya ialah beton mudah dibentuk, harganya relatif murah dan memerlukan perawatan yang mudah, tetapi meningkatnya kebutuhan beton berakibat kebutuhan material penyusunan beton juga semakin meningkat, sehingga menyebabkan pengurangan jumlah sumber alam yang tersedia untuk keperluan struktur beton, disamping itu merusak lingkungan. Alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut dengan memanfaatkan limbah-limbah sekitar lingkungan sebagai bahan tambah atau pengganti agregat [1].

Cangkang kemiri memiliki sifat keras dan ringan. Sehingga sangatlah berpotensi memperoleh berat struktur

beton yang lebih ringan akan tetapi bermutu besar dengan metode mengganti sebagian ataupun menambah agregat kasar dengan cangkang kemiri [2]. Selain itu cangkang kemiri merupakan salah satu bahan buangan yang ketersediaannya banyak, setelah isi kemiri diambil cangkang kemiri dibuang begitu saja yang menumpuk sebagai sampah. Limbah cangkang kemiri berbentuk padat tidak mudah membusuk, hal ini berdampak negatif pada lingkungan karena dapat merusak kenyamanan lingkungan, serta lingkungan akan menjadi kotor dan bau [3]. Cangkang kemiri mempunyai tekstur yang keras serta bila dipecah akan bentuknya akan menyudut, mungkin bisa digunakan bahan tambah kombinasi beton, karena bisa mengisi rongga-rongga pada beton, sehingga membuat beton jadi lebih padat [4]. Pada penelitian ini bertujuan untuk pemeriksaan sifat mekanik beton diantaranya nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton dengan adanya penggantian sebagian oleh limbah cangkang kemiri dari volume agregat kasar serta penambahan superplasticizer [5]. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar lokal dari Kecamatan Leles Kabupaten Garut serta agregat halus pasir cilopang Kabupaten Garut, semen menggunakan merk Dynamix, limbah cangkang kulit kemiri yang memiliki ukuran minimum 4,75 mm dan memiliki ukuran maksimum 19 mm, kuat tekan beton yang direncanakan adalah $f_c' = 20$ Mpa. Pengujian kuat lentur sampel berbentuk balok berdiamensi 10 cm x 15 cm x 60 cm, sedangkan untuk pengujian kuat tekan dan kuat Tarik belah menggunakan sampel berbentuk silinder berdiamensi dia. 15 cm, tinggi 30 cm. Terdapat beberapa penelitian terdahulu sebagai bahan referensi dalam penelitian ini, perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 1.

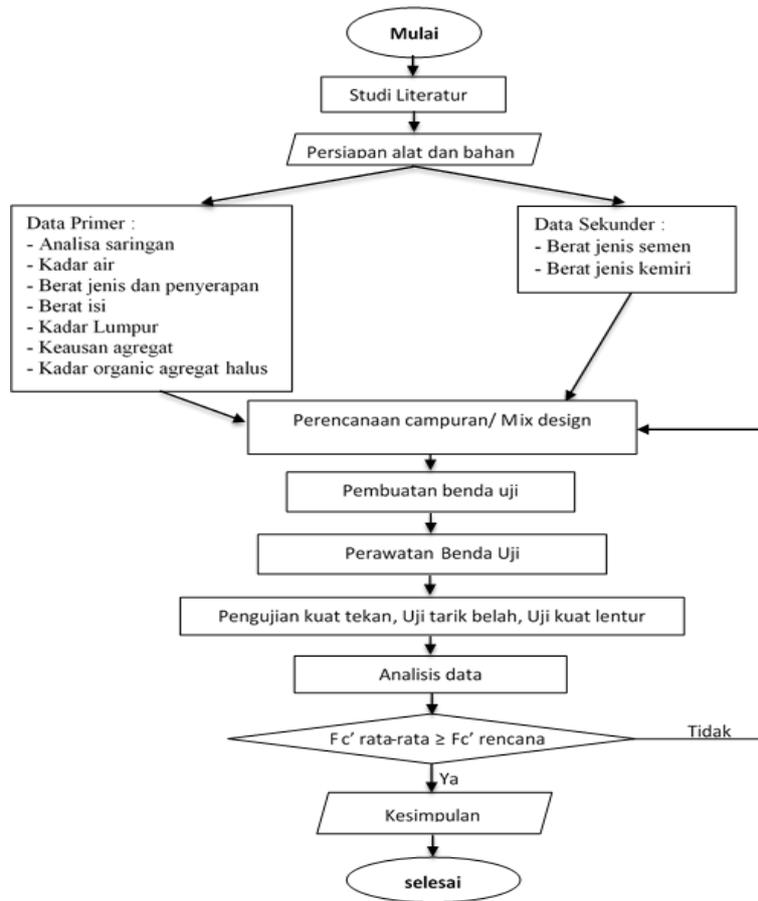
Tabel 1: Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Judul Penelitian	Peneliti	Perbedaan	
		Penelitian Sekarang	Penelitian Terdahulu
Desain Rancangan Percobaan Pada Pengujian Kuat Tekan Beton Berbahan Campuran Cangkang Kemiri [6]	Mahfuz Hudori dan Indra Wijaya	Pengujian terhadap kuat tekan beton, kuat tarik beton belah dan kuat lenturan beton	Pengujian hanya terhadap kuat tekan beton saja
Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan <i>Sikacim Concrete Additive</i> terhadap kuat beton normal [7].	Mulyati, Aidi Adman	Penambahan menggunakan <i>superlasticizer</i>	Penambahan menggunakan <i>sikacim concrete additive</i>
Pengaruh Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton [8].	Erniati Erniati	Variasi persentase 0%, 15%, 30%, dan 45%	Variasi persentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%
Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton [9].	Safrin Zuraidah, Budi Hastono, dan Martinus Jehabut	Variasi persentase 0%, 15%, 30%, dan 45%	Variasi persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%
Pemanfaatan Cangkang Kemiri Aleurites Moluccana (Candlenut) Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan [10].	Heri Sutanto, Fachriza Noor Abdi, dan Rizky Asdi Kesuma	Pengujian terhadap kuat tekan beton, kuat tarik beton belah dan kuat lenturan beton	Pengujian terhadap kuat tekan beton maksimal

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Secara skematis, prosedur penelitian yang dilakukan dibentuk dalam sebuah diagram alir seperti pada gambar 1 berikut:



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan seperti pengujian dasar material pembentuk beton, yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Pengujian kekuatan tekan benda uji beton silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 28 hari. Pengujian kekuatan tarik belah benda uji beton silinder dengan dimensi diameter 15 cm, tinggi 30 cm pada umur 28 hari. Pengujian kekuatan lendutan benda uji beton balok dengan dimensi 10 cm x 15 cm x 60 cm pada umur 28 hari serta Studi literatur untuk mendapatkan referensi dari jurnal maupun buku yang berkaitan [11].

C. Uji Tekan Beton

Pengujian ini merupakan yang utama yaitu untuk mengetahui berapa besar kekuatan tekan beton yang dapat menerima beban aksial atau tekan setelah adanya substitusi cangkang kemiri. Pengujian ini mengacu pada SNI 1974-2011 [12]. Hitungan kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan sebagai mana persamaan berikut:

$$F_c' \text{ (Mpa)} = \frac{P}{A} \quad \dots(1)$$

Dimana:

P : Gaya tekan aksial (N).

A : Luas penampang melintang benda uji (mm²)

Kuat tekan rata-rata

$$F'_{cr} = \frac{\sum_{n=1}^n f_{rc}}{n} \quad \dots(2)$$

Dimana:

n : Jumlah benda uji.

D. Uji Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kekuatan tarik belah beton relatif rendah, kira-kira 10% - 15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan [13]. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$F'_{ct} = \frac{2P}{\pi dL} \quad \dots(3)$$

Dimana :

f_{ct} : kuat tarik belah (MPa)

P : beban pada waktu belah (N)

d : diameter benda uji silinder (mm)

L : panjang benda uji silinder (mm)

π : Phi

E. Uji Kuat Lentur Beton

Lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen sebagai akibat dari adanya beban transversal [14]. Berikut rumus kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan berdasarkan SNI 4431: 2011 sebagai berikut:

Rumus untuk bidang patah pada 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang.

$$\sigma_l = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2} \quad \dots(4)$$

Dimana:

σ_l : Kuat lentur benda uji (Mpa)

P : Beban maksimum yang diterapkan ditunjukkan oleh mesin uji (N)

L : Panjang bentang (mm)

b : Lebar balok (mm)

h : Tinggi balok (mm)

a : Panjang rata-rata antar tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi limbah cangkang kemiri terhadap sipat mekanik beton diantaranya kuat tekan beton, kuat tarik belah beton serta kuat lendutan beton. Penelitian terhadap limbah cangkang kemiri sebagai substitusi agregat kasar pernah dilakukan peneliti terdahulu dengan variasi komposisi cangkang kemiri yang berbeda, sedangkan dalam penelitian ini variasi substitusi limbah cangkang kemiri terhadap volume agregat kasar berkisaran 0%, 15%, 30% dan 45% serta adanya penambahan superplasticizer sebanyak 2% dari substitusi volume air yang dibutuhkan terhadap masing-masing variasi [15].

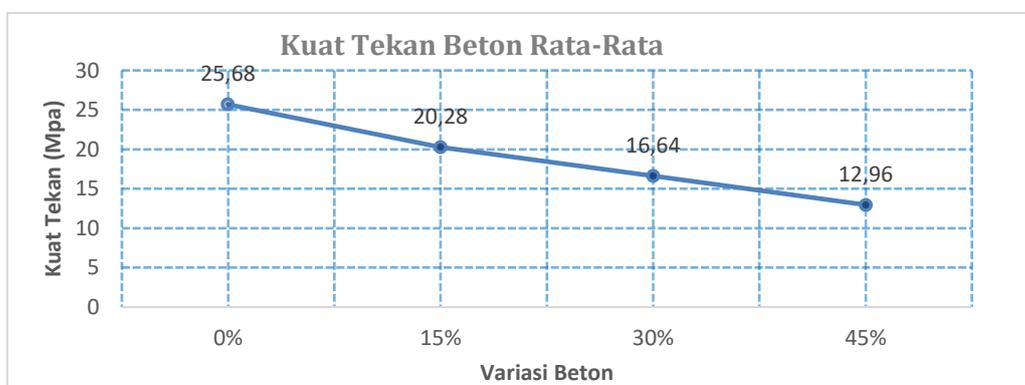
A. Kuat Tekan Beton

Pada umur perawatan beton 28 hari, direncanakan kemampuan menahan tekannya di laboratorium (f_c') adalah 20 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai rata-rata kuat tekan beton setiap variasi pada umur 28 hari pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

No. Kode Contoh Uji	Umur (hari)	Nilai Slump Test	Beban Maksimum rata-rata	Luas Bidang	Kuat Tekan Benda Uji rata-rata
		(mm)	(N)	(mm ²)	(N/ mm ²)
Campuran 1 (cangkang kemiri 0% + starbon 0%)	28	98	453566.67	17662.50	25.68
Campuran 2 (cangkang kemiri 15% + starbon 2%)	28	96	358200.00	17662.50	20.28
Campuran 3 (cangkang kemiri 30% + starbon 2%)	28	100	293866.67	17662.50	16.64
Campuran 4 (cangkang kemiri 45% + starbon 2%)	28	95	228933.33	17662.50	12.96

Dari tabel 1 di atas diperoleh grafik perbandingan yang menunjukkan nilai kemampuan beton menahan tekan pada umur 28 hari, dapat diamati pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Berdasarkan grafik pada Tabel 2 dan Gambar 2, nilai kuat tekan beton mengalami penurunan. Semakin banyak komposisi cangkang kemiri yang ditambahkan akan menurunkan nilai kuat tekan beton. Campuran 1 (0%) nilai kuat tekan 25.68 Mpa, campuran 2 (15%) nilai kuat tekan 20.28 Mpa, campuran 3 (30%) nilai kuat tekan 16.64 Mpa dan campuran 4 (45%) nilai kuat tekan 12.96 Mpa.

B. Kuat Tarik Belah Beton

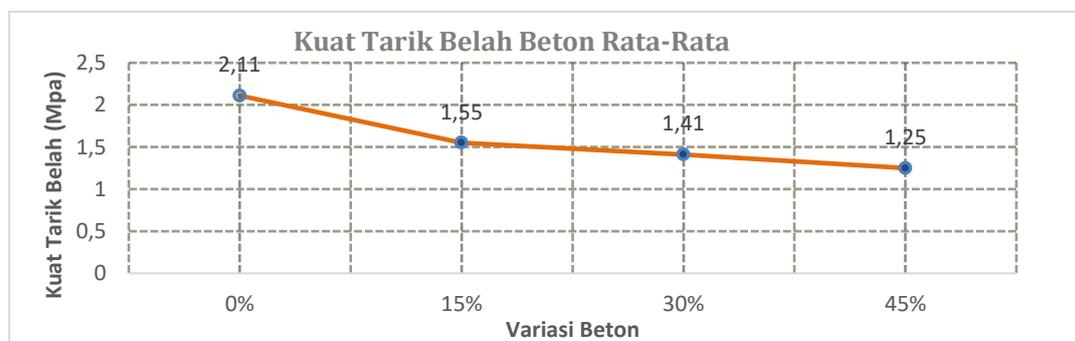
Kekuatan tarik belah pada penelitian ini menggunakan percobaan belah silinder (split cylinder) dimana silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan, benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan Tarik [16]. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3: Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari

No. Kode Contoh Uji	Umur (hari)	Diameter benda uji	Panjang benda uji	Nilai Slump Test	Beban Maksimum rata-rata	Kuat Tarik Belah Benda Uji Rata-rata
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/ mm ²)
Campuran 1 (cangkang kemiri 0% + starbon 0%)	28	150	300	98	149133.33	2.11
Campuran 2	28	150	300	96	109766.67	1.55

No. Kode Contoh Uji	Umur (hari)	Diameter benda uji	Panjang benda uji	Nilai Slump Test	Beban Maksimum rata-rata	Kuat Tarik Belah Benda Uji Rata-rata
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/ mm ²)
(cangkang kemiri 15% + starbon 2%)						
Campuran 3 (cangkang kemiri 30% + starbon 2%)	28	150	300	100	99700.00	1.41
Campuran 4 (cangkang kemiri 45% + starbon 2%)	28	150	300	95	88333.33	1.25

Dari tabel 3 di atas diperoleh grafik perbandingan yang menunjukkan nilai kemampuan beton menahan kuat tarik belah pada umur 28 hari, dapat diamati pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3: Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata

Berdasarkan Tabel 3 dan grafik pada Gambar 3, nilai kuat tarik belah beton mengalami penurunan. Semakin banyak komposisi cangkang kemiri yang ditambahkan akan menurunkan nilai kuat tarik belah beton. Campuran 1 (0%) nilai kuat tarik belah 2.11 Mpa, campuran 2 (15%) nilai kuat tarik belah 1.55 Mpa, campuran 3 (30%) nilai kuat Tarik belah 1.41 Mpa dan campuran 4 (45%) nilai kuat tarik belah 1.25 Mpa.

C. Kuat Lendutan Beton

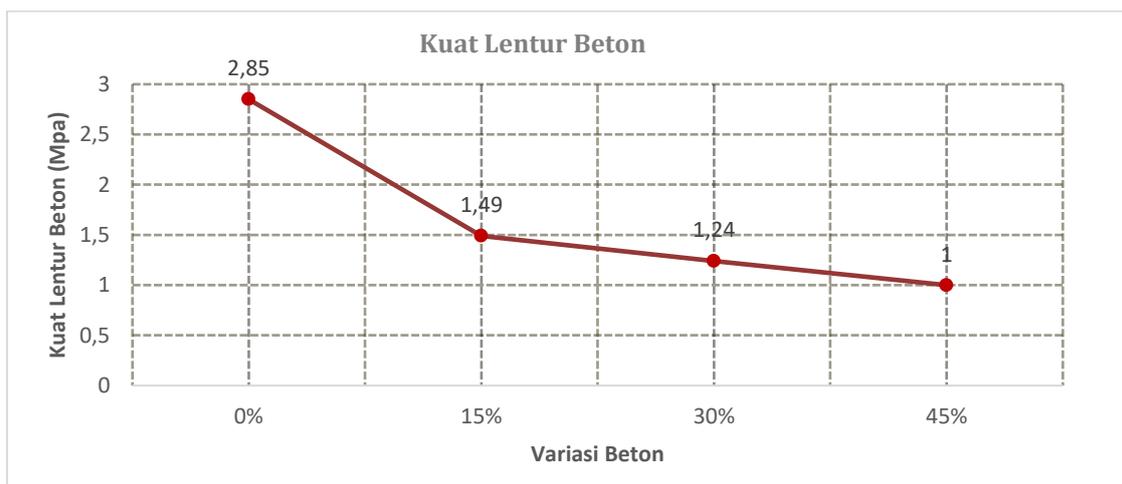
Pengujian kuat lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen sebagai akibat dari adanya beban di atasnya. Pada pengujian ini dimagsudkan hanya untuk menganalisa besarnya gaya lentur dari pengaruh bahan cangkang kemiri dan superplasticizer [17]. Berikut dibawah ini hasil dari pengujian kuat lentur balok beton sebagai komposisi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Pada Umur 28 Hari

No. Kode Contoh Uji	Umur (hari)	Jarak Bentang	Lebar Tampak Lintang	Tinggi Tampak Lintang	Nilai Slump Test	Beban Maksimum rata-rata	Kuat Lentur Beton
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/ mm ²)
Campuran 1 (cangkang kemiri 0% + starbon 0%)	28	500	100	148	98	12500	2.85

Campuran 2 (cangkang kemiri 15% + starbon 2%)	28	500	100	150	96	6700	1.49
Campuran 3 (cangkang kemiri 30% + starbon 2%)	28	500	100	150	100	5600	1.24
Campuran 4 (cangkang kemiri 45% + starbon 2%)	28	500	100	148	95	4400	1.00

Dari tabel 4 di atas diperoleh grafik perbandingan yang menunjukkan nilai kemampuan beton menahan kuat lentur pada umur 28 hari, dapat diamati pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Kuat Lentur Beton Rata-Rata

Berdasarkan Tabel 4 dan grafik pada Gambar 4, kuat lenturan beton mengalami penurunan. Semakin banyak komposisi cangkang kemiri yang ditambahkan akan menurunkan nilai kuat lentur beton. Campuran 1 (0%) nilai kuat lentur beton 2.85 Mpa, campuran 2 (15%) nilai kuat lentur beton 1.49 Mpa, campuran 3 (30%) nilai kuat lentur beton 1.24Mpa dan campuran 4 (45%) nilai kuat lentur beton 1.00 Mpa.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kulit cangkang kemiri sebagai agregat kasar berpengaruh pada sifat mekanik beton. Hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton menunjukkan bahwa semakin besar persentase penambahan cangkang kemiri, semakin kecil nilai sifat mekanik beton yang dihasilkan. Meskipun campuran dengan cangkang kemiri dapat memenuhi kuat tekan beton rencana, namun terdapat penurunan pada sifat mekanik lainnya.

Saran untuk penelitian lanjutan melibatkan beberapa aspek. Pertama, disarankan agar data yang digunakan untuk bahan substitusi, seperti cangkang kemiri, berasal dari pemeriksaan peneliti sendiri untuk meningkatkan validitas dan keakuratan hasil. Kedua, nilai standar deviasi pada perhitungan rancangan campuran beton normal perlu diturunkan agar nilai kuat tekan beton realisasi tidak terlalu melebihi batas yang diinginkan. Ketiga, pengujian kuat lentur sebaiknya dilakukan pada lebih dari satu sampel untuk mendapatkan nilai rata-rata yang lebih representatif. Keempat, batasan pemakaian cangkang kemiri sebagai substitusi agregat kasar sebaiknya tidak lebih dari 15% dengan menggunakan superplasticizer Starbon 2%. Kelima, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkombinasikan cangkang kemiri dengan superplasticizer dari merk lain, dengan penambahan lebih dari 15%, untuk memastikan bahwa target rencana tetap tercapai. Terakhir, disarankan agar beton yang menggunakan cangkang kemiri sebagai substitusi lebih cocok untuk bangunan non-struktural, dan diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji pengaruhnya pada beton bertulang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Cormac, *Design of Reinforced Concrete (terjemahan)*, 15th ed. Jakarta: Erlangga, 2003.
- [2] E. G. Nawy, "Reinforcement Concrete a Fundamental Approach." Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1996.
- [3] L. J. Murdock and K. M. Brook, "Bahan dan Praktek Beton, ed. ke-5," *Stephanus Hindarko, penerjemah. Jakarta: Erlangga*, 1991.
- [4] V. M. Malhotra and P. K. Mehta, "High Performance, High-Volume Fly Ash Concrete: materials, mixture proportioning, properties, construction practice, and case histories.," *Supl. Cem. Mater. Sustain. Dev. Inc*, 2005.
- [5] M. Sumajouw, D, J and S. Dapas, O, *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [6] M. Hudori and I. Wijaya, "Desain rancangan percobaan pada pengujian kuat tekan beton berbahan campuran cangkang kemiri," *J. Rab Constr. Res.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2019.
- [7] A. Adman and Mulyati, "Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal," *J. Tek. Sipil Inst. Teknol. Padang*, vol. 6, no. 2, pp. 38–45, 2019.
- [8] E. Erniati, S. Selpedi, A. Upe, and E. Erdawaty, "Pengaruh Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton," *J. Techno Entrep. Acta*, vol. 2, no. 2, p. 103, 2017.
- [9] S. Zuraidah, B. Hastono, and M. Jehabut, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton," *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 93–98, 2022.
- [10] H. Sutanto, F. N. Abdi, and R. A. Kesuma, "Pemanfaatan Cangkang Kemiri Aleurites Moluccana (Candlenut) Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan," *Teknol. Sipil J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 44–54, 2021.
- [11] S. Rukzon and P. Chindaprasirt, "Development of classified fly ash as a pozzolanic material," *J. Appl. Sci.*, vol. 8, no. 6, pp. 1097–1102, 2008.
- [12] S. Maiti and R. K. Agarwal, "Concrete and It's Quality," *Indian Concr. J.*, 2019.
- [13] R. Prastiyo, "Tinjauan Karakteristik Beton Mutu Tinggi Dengan Ukuran Maksimum Agregat Kasar 20 mm." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- [14] Y. I. Mahendra, "Modifikasi Beton Dengan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dan Pasir." Universitas Kadiri, 2020.
- [15] K. Tjokrodinuljo, "Teknologi Beton Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil," *Univ. Gadjah Mada*, 1996.
- [16] B. S. Nasional, "Cara Uji Slump Beton," 2008.
- [17] B. S. Nasional, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder," 2011.