



PEMANFAATAN TEMPURUNG KELAPA DAN SERBUK KAYU DALAM INOVASI *SELF COMPACTING CONCRETE*

Bagas Wahyu Adhi¹, Beni Setiyanto² Andri Kurniawan³

^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil,, Fakultas Teknik, Universitas Islam Batik Surakarta

E-mail : bagaswahyu54@gmail.com¹

E-mail : benisetiyanto09@gmail.com²

E-mail : andrimartinez1991@gmail.com³

Abstrak – Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana nilai kuat tekan beton normal dengan beton Self Compacting Concrete (SCC) menggunakan serbuk kayu sebagai bahan pengganti semen sebesar 10% dan tempurung kelapa sebesar 5% pada estimasi umur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan beton untuk beton normal rata-rata kuat tekannya untuk estimasi umur 28 hari adalah 362.235 kg/cm² sedangkan untuk Beton Inovasi rata-rata kuat tekan pada estimasi umur 28 hari adalah 326.69 kg/cm². Dari kedua pengujian tersebut bahwa terdapat selisih antara estimasi kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 10 % dari beton normal. Sedangkan untuk aspek dari nilai ekonomisnya Berdasarkan rencana anggaran biaya dapat disimpulkan bahwa beton konvensional lebih mahal dibandingkan dengan beton inovasi. Beton konvensional mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.214.605 sedangkan beton inovasi mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.046.300. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton inovasi lebih ekonomis dari beton konvensional dengan selisih sebesar Rp.166.305.

Kata Kunci : Self Compacting Concrete, Beton Normal, Kuat Tekan

PENDAHULUAN

Pada era modern ini, perkembangan dunia teknik sipil telah mengalami kemajuan yang sangat pesat di era industri 4.0 dan gencarnya pembangunan infrastruktur di tanah air yang berdampak pada lingkungan. Eksploitasi dalam pengambilan bahan dari alam, mengakibatkan berkurangnya lahan hijau dan permasalahan tentang kesadaran masyarakat akan limbah yang terdapat disekitar mereka. Sehingga perlu adanya gagasan atau inovasi untuk mengurangi atau bahkan mengakhiri permasalahan ini. Salah satu bahan yang penting dalam pembangunan infrastruktur adalah Beton.

Keandalan beton sebagai material konstruksi yang paling banyak digunakan tidak diragukan lagi. Sampai saat ini secara material beton masih lebih jauh lebih murah dari pada baja. Tidak hanya faktor ekonomis saja, para peneliti dibidang energi juga telah memperhatikan faktor energi dalam memberikan penilaian material beton yang lebih ramah lingkungan. Pada proses pemadatan beton, diperlukan bantuan getaran dan tumbukan. Tetapi dapat menyulitkan ketika pengerjaan pada daerah – daerah atau tempat yang sempit yang tidak bisa dijangkau oleh alat pemadat beton. Seperti yang telah kita ketahui bahwa dalam era globalisasi kita dituntut untuk mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Hal ini disebabkan kebutuhan manusia akan teknologi semakin besar. Hal yang serupa juga terjadi pada teknologi beton. Perkembangan dunia teknologi beton saat ini mengarah pada beton dengan tingkat fluiditas yang tinggi sehingga tidak perlu lagi bantuan pemadatan yaitu *Self Compacting Concrete* (S.C.C). (Kukun Rusyandi, Jamul Mukodas 2012)

Beton mutu tinggi dapat dihasilkan dengan cara meningkatkan mutu material pembentuknya, misalnya dengan kekerasan agregat dan kehalusan butir semen. Semen merupakan pendukung utama dari kekuatan beton, dan pada umumnya digunakan untuk menambah kekuatan pada beton. Oleh karena itu semen merupakan bahan yang sangat penting dalam pembuatan beton, maka menggunakan semen disebut relatif banyak. Saat ini, sekitar 3 milyar ton semen digunakan diseluruh dunia. Perlu diketahui bahwa lebih dari 1,5 ton per tahun karbon dioksida (CO₂) yang merupakan limbah dari produksi *Ordinary Portland Cement* (OPC) dibuang ke atmosfer. Sektor konstruksi memerlukan alternatif bahan pengganti semen yang dapat menekan polusi hasil produksi semen. Maka dari itu diperlukan material yang dapat mengurangi konsumsi semen sehingga dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan. (Satria Febby Romadhoni, Ahmad Ridwan, Sigit Winarto 2019)



Beton memadat mandiri (self compacting concrete, SCC) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan van admixture superplastiziser untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Budi, A. S., Sangadji, S., & Insiyroh 2018)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah serbuk kayu dan tempurung kelapa sebagai bahan tambah semen dapat menambah kuat tekan beton dan apakah beton SCC inovasi lebih hemat dibandingkan beton SCC tanpa inovasi. Pada penelitian yang berjudul "Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa dengan Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton" yaitu menunjukkan bahwa nilai kuat tekan dengan campuran serbuk kayu 5% mengalami penurunan sebesar 42,15% dari kuat tekan rencana. Hasil kuat tekan beton dengan campuran serbuk kayu 2,5%, serabut kelapa 2,5% mengalami peningkatan sebesar 6%. (Sarmadika, Artana, and Muka 2022)

Dalam menghadapi tuntutan akan kebutuhan mutu beton yang lebih baik, menyebabkan timbulnya pemikiran untuk mencari alternative bahan ramah lingkungan untuk menambah kekuatan beton diantaranya yaitu dengan menggunakan serbuk kayu yang dihasilkan dari pengrajin kayu lokal. Maka dari itu kami menjadikan serbuk kayu dan tempurung kelapa menjadi semen titius. Pada Penelitian ini akan menggunakan serbuk kayu sebagai bahan pengganti semen sebesar 10% dan tempurung kelapa sebesar 5% di bandingkan dengan beton normal. Hal ini dipertimbangkan karena serbuk kayu memiliki beberapa unsur yang sama dengan semen. Komposisi unsur kimia pada serbuk kayu memiliki kadar kapur yang cukup tinggi yaitu 86,87.

Serbuk kayu merupakan salah satu bahan limbah yang dihasilkan industri pengolahan kayu yang banyak terdapat di Indonesia. Sehingga serbuk kayu mudah didapatkannya. Serbuk kayu umumnya dibuang ke lahan pembuangan, namun alternatif pengolahan yang ramah lingkungan dapat menjadi satu hal yang sangat menarik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa tahap yaitu pembuatan campuran beton SCC dengan trial mix, pengujian slump flow, pengecoran ke dalam silinder, dan pengujian kuat tekan beton SCC pada umur 7 hari. Dasar pembuatan trial mix campuran beton yang digunakan mengacu pada Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 untuk membatasi jumlah penggunaan semen dibawah 450 kg per meter kubik beton.

Data Material dan Bahan yang digunakan

Semen

Semen yang digunakan adalah PCC Semen Gresik dengan berat jenis 3,02 gr/cm³.

Serbuk Kayu

Serbuk Kayu yang digunakan adalah hasil dari limbah pengrajin meubel setempat. Dikarenakan didaerah sekitar yang mata pencahariannya sebagai pengrajin meubel, maka untuk mendapatkan serbuk kayu sangatlah mudah. Berat jenis dari serbuk kayu ini adalah 0.95 hasil dari uji laboratorium.

Pasir



Pasir yang digunakan berasal dari Gunung Merapi, yang memiliki kualitas yang sangat baik. Berikut Data Laboratorium Pasir:

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Pasir

NO	PENGUJIAN	HASIL UJI
1	Berat Jenis (SSD)	2,58
2	Penyerapan Air	8 %
3	Kadar Lumpur	2%

Tempurung Kelapa

Limbah tempurung kelapa ditumbuk hingga halus, agar tidak menyebabkan beton berongga. Berat Jenis dari tempurung kelapa adalah 0,9.

Split

Batuan kerikil / split yang digunakan dari Ex. Weru Wonogiri yang sangat terkenal kualitas yang bagus. Berikut Data Laboratorium Split:

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Split

NO	PENGUJIAN	HASIL UJI
1	Berat Jenis (SSD)	2,65
2	Penyerapan Air	2,10 %
3	Keausan Agregat	25.95%

Sika Visconcrete 3115

Dalam pembuatan beton ini menggunakan *super-plasticiser*. Addictive ini berfungsi untuk mengurangi pemakaian air yang tinggi, kohesi serta workability yang baik serta mempermudah dalam pengerjaan beton.

Mix Desgin

Konversi Jobmix Formula

Volume Silinder : $3,14 \times 7,50 \times 7,50 \times 30$: 5299 cm³

Beton Normal : 0,00053 m³ x 4 : 0,021 m³

Konversi untuk pembuatan 4 Silinder :

Kebutuhan Semen x Beton Normal : 353 x 0,021

: 7,413 kg/m³

Tabel 4. Konversi Jobmix Formula

Material	Job Mix setiap 1m ³ (kg/m ³)	Konversi (kg/m ³)
Semen PCC 40 kg	353	7,413
Kerikil / Split	769,70	16,31
Pasir	1052,75	22,31
Air	141	2,99
Serbuk Kayu	25,37	0,538
Tempurung Kelapa	24,04	0,509
Super-plasticiser	5,30	0,11
	2371,15	50,26

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Slump Flow

Slump Test digunakan sebagai pedoman untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu beton. Dalam Slump test yang digunakan adalah Slump Flow Test.



Gambar 1. Uji Slump Flow

Berikut Hasil dari Slump Flow :

Tabel 5. Hasil Uji Slump Flow

Vertical / Horizontal	Nilai Slump Rencana (cm)	Hasil Slump yang diperoleh (cm)
Horizontal	65 - 80	78
Vertikal	65 - 80	65

2. Hasil Uji Kuat Tekan 7 hari Estimasi 28 hari

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan

No	Kode Benda Uji	Tanggal dibuat	Tanggal ditest	Mutu (kg/cm ²)	Umur (hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan 7 hari (kg/cm ²)	Estimasi umur 28 hari (kg/cm ²)
1	Beton Normal_01	14-11-2022	21-11-2022	350	7	12.15	335	233.02	358.49
2	Beton Normal_02	14-11-2022	21-11-2022	350	7	12.22	342	237.89	365.98
3	Beton Inovasi_01	14-11-2022	21-11-2022	350	7	11.98	300	208.67	321.04
4	Beton Inovasi_02	14-11-2022	21-11-2022	350	7	12.03	310	215.63	331.74

Dari hasil pengujian kuat tekan beton untuk beton normal rata-rata kuat tekannya untuk estimasi umur 28 hari adalah 362.235 kg/cm² sedangkan untuk Beton Inovasi rata-rata kuat tekan pada estimasi umur 28 hari adalah 326.69 kg/cm². Dari kedua pengujian tersebut bahwa terdapat selisih antara estimasi kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 10 % dari beton normal.



3. Rencana Anggaran Biaya Inovasi Beton SCC

Tabel 7. Rencana Anggaran Biaya Beton SCC dan Beton Konvensional

Material	Harga (Rp/kg)	Kebutuhan (kg/m ³)		Harga (Rp/m ³)	
		Inovasi	Konvensional	Inovasi	Konvensional
Semen	1.500	353	415	529.500	622.500
Air	200	141	170	28.200	34.000
Kerikil	500	769,70	884,71	384.850	442.355
Pasir	1.000	1052,75	1052,75	1.052.750	1.052.750
Serbuk Kayu	0	25,37	0	0	0
Tempurung Kelapa	0	24,04	0	0	0
Admixture	10.000	5,30	6,30	53.000	63.000
TOTAL				2.048.300	2.214.605

4. Analisis Dampak Inovasi

Aspek Ekonomis

Analisis aspek ekonomi dari produksi semen ini dapat dilakukan dengan perhitungan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) dengan membandingkan biaya produksi dari SCC Konvensional dan SCC Inovasi Ramah Lingkungan. Perhitungan ini didasarkan pada penetapan biaya dalam pembuatan per meter kubik beton. Satuan uang yang digunakan adalah Rupiah. Berikut perbandingan Harga SCC Inovasi dan SCC Konvensional :

Tabel 8. Perbandingan Harga SCC Inovasi dan Beton Konvensional

Material	Harga (Rkg)	Kebutuhan (kg/m ³)		Harga (Rp/m ³)	
		Inovasi	Konvensional	Inovasi	Konvensional
Semen	1.500	353	415	529.500	622.500
Air	200	141	170	28.200	34.000
Kerikil	500	769,70	884,71	384.850	442.355
Pasir	1.000	1052,75	1052,75	1.052.750	1.052.750
Serbuk Kayu	0	25,37	0	0	0
Tempurung Kelapa	0	24,04	0	0	0
Admixture	10.000	5,30	6,30	53.000	63.000
TOTAL				2.048.300	2.214.605

Berdasarkan rencana anggaran biaya dari kedua tabel diatas dapat disimpulkan bahwa beton konvensional beton lebih mahal dibandingkan dengan beton inovasi. Beton konvensional mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.214.605 sedangkan beton inovasi mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.046.300, Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton inovasi lebih ekonomis dari beton konvensional dengan selisih sebesar Rp.166.305.

Aspek Lingkungan

Serbuk kayu merupakan salah satu bahan limbah yang dihasilkan industri pengolahan kayu yang banyak terdapat di Indonesia. Sehingga serbuk kayu mudah didapatkannya. Serbuk kayu umumnya



dibuang ke lahan pembuangan, namun alternatif pengolahan yang ramah lingkungan dapat menjadi satu hal yang sangat menarik. (Muhammad, Suryadi, and Qomariah 2020)

Salah satunya adalah dengan memanfaatkan serbuk kayu sebagai bahan alternatif, serbuk kayu dihasilkan dari sisa residu pembuatan mebel seperti meja kursi sehingga menyebabkan banyak limbah serbuk kayu terbuang begitu saja. Dengan adanya limbah sisa residu mebel yang dihasilkan begitu banyak, maka menjadi masalah lingkungan, karena limbah ini bisa membuat pernafasan terganggu karena debu berterbangan.

Untuk Mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah, maka diperlukan langkah terobosan yang tepat, guna meminimalisasi serbuk kayu dan tempurung kelapa yang dibuang ke lingkungan. Langkah terobosan ini salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu dan tempurung kelapa mejadi bahan substitusi semen pada pembuatan beton scc yang ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton untuk beton normal rata-rata kuat tekannya untuk estimasi umur 28 hari adalah 362.235 kg/cm² sedangkan untuk Beton Inovasi rata-rata kuat tekan pada estimasi umur 28 hari adalah 326.69 kg/cm². Dari kedua pengujian tersebut bahwa terdapat selisih antara estimasi kuat tekan beton umur 28 hari sebesar 10 % dari beton normal. Sedangkan untuk aspek dari nilai ekonomisnya Berdasarkan rencana anggaran biaya dapat disimpulkan bahwa beton konvensional lebih mahal dibandingkan dengan beton inovasi. Beton konvensional mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.214.605 sedangkan beton inovasi mengeluarkan biaya sebesar Rp. 2.046.300, Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton inovasi lebih ekonomis dari beton konvensional dengan selisih sebesar Rp.166.305.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, A. S., Sangadji, S., & Insiyroh, F. R. N. 2018. "Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan Dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete." *Matriks Teknik Sipil* 6(1).
- Kukun Rusyandi, Jamul Mukodas, Yadi Gunawan. 2012. "PERANCANGAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE (BETON MEMADAT SENDIRI) Dengan PENAMBAHAN FLY ASH Dan STRUCTURO." *Jurnal Konstruksi* 10:1–11.
- Muhammad, Huda Rizky, Akhmad Suryadi, and Qomariah. 2020. "Performa Beton Normal Dengan Abu Kayu Sebagai Bahan Cementitous." *Jurnal JOS-MRK* 1(September):116–24. doi: 10.55404/jos-mrk.2020.01.02.116-124.
- Sarmadika, I. Nyoman Agus, I. Wayan Artana, and I. Wayan Muka. 2022. "BELAH BETON Effect Of Addition Coconut Fibers With Wood Power On The Compressive Strength and Split Tensile Strength Of Concrete." *Widya Teknik* 017(01):61–73.
- Satria Febby Romadhoni , Ahmad Ridwan , Sigit Winarto, Agata Iwan Candra. 2019. "STUDI EXPERIMEN KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH KERAMIK DAN BATA MERAH." *Jurmateks* 2(1):86–95.