

PENGARUH PENAMBAHAN CAMPURAN SERBUK KAYU TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Adi Purwoto¹, Annisa Kesy Garside²

^{1,2} Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Adi Purwoto

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

E-mail: pcp_sby@yahoo.com

Abstrak

Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Serbuk kayu yang digunakan yaitu serbuk kayu Kulim yang diambil dari sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu. Penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebesar sebanyak 0 gr/kubus dan 5 gr/kubus. Jumlah semen yang digunakan adalah 325 kg/m^3 dengan faktor air semen (fas) 0,55 dan berat beton yang diambil 2380 Kg/m^3 . Dari pengujian yang dilakukan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar $138,90 \text{ Kg/cm}^2$, terjadi peningkatan kuat tekan sebanyak 1,08 % dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton sebesar $127,78 \text{ Kg/cm}^2$.

Kata Kunci: Serbuk Kayu, Kuat Tekan Beton

1. Pendahuluan

Pada setiap pabrik pengolahan kayu sering kita jumpai Serbuk sisa penggergajian yang merupakan limbah dari hasil pemotongan. Sampai saat ini pengolahan sisa serbuk penggergajian masih belum dapat dimaksimalkan secara optimal [1]. Limbah penggergajian yang belum dimanfaatkan biasanya dibuang ataupun dibakar. Ada juga sebagian kecil orang yang mau menggunakan sisa serbuk penggergajian ini sebagai pupuk kompos. Menurut Danusaputro [2], jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengelolaan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. Tidak dapat dihindarkan pemotongan kayu di lokasi kerja ataupun proyek, terutama untuk mendapatkan ukuran yang tepat pada masing-masing sambungan. Pemotongan kayu untuk bekisting biasanya mengakibatkan bagian bekisting atau bahkan bagian sambungan beton (terutama bagian atas kolom) menjadi kotor oleh serbuk gergajian. Serbuk gergajian hasil pemotongan kayu tersebut tentunya akan mempengaruhi kualitas beton hasil pengecoran.

Meskipun demikian, karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik karena tegangan tariknya relatif kecil, bahan tersebut punya keterbatasan dalam penggunaannya. Dalam praktek, kedua sifat kurang baik dari beton tersebut memang dapat dihindari pengaruhnya dengan pemakaian tulangan baja dengan baik dan benar. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban, daya tahan, keawetan, dan kemudahan pengerjaannya. Usaha untuk melakukan peningkatan mutu dan kekuatan beton diantaranya dengan menambahkan zat aditif atau dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton.

Pemakaian serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan, namun karena ketersediaannya semakin menurun maka dikembangkan berbagai jenis, salah satunya adalah serat kayu. Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%. Selain selulosa serbuk kayu juga mengandung kadar hemiselulosa, secara umum biomassa juga mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan [3]. Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Gargulak [4].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat tekan beton jika ditambah dengan serbuk sisa penggergajian. Metode yang penulis lakukan adalah dengan membuat benda uji di Laboratorium, kemudian penulis menguji kuat tekan benda uji pada umur 3 hari. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan dan pengujian kuat tekan beton.

2.1. Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar (fresh) dicorkan, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air dan membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama. [5]

Menurut Mulyono [6] mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Sedang Sagel dkk. [5] menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atan pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

2.2. Serbuk Gergaji

Serbuk kayu adalah sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk kuat tekan beton [7], penambahan serat berupa serabut kelapa dengan volume fraksi (Vf) sebanyak 0,25 % dari volume total beton, dan panjang serat 90 mm ke dalam adukan beton, memiliki pengaruh terhadap perubahan nilai kuat geser, beban retak pertama, workability, kuat desak dan modulus elastisitas.

2.3. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu agregat kasar dan agregat halus ,sedangkan semen yang digunakan yaitu Semen Type I dengan merk Semen merah putih serta serbuk kayu kulim yang diambil dari sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu di daerah buduran sidoarjo. Penambahan serbuk kayu pada campuran adukan beton sebanyak 0 gr/kubus dan 5 gr/kubus.

2.4. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam proses pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi mempengaruhi kekuatan. Suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump. [8]

Menurut Rahmadiyanto dan Sumekto [9], pada peraturan beton bertulang Indonesia 1971, disebutkan perbandingan kekuatan tekan (desak) beton pada berbagai umur beton seperti disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur

Umur beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	165
Semen Portland Biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,55
Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

2.5. Pelaksanaan Penelitian

Adukan beton yang digunakan untuk pembuatan kubus beton, direncanakan mempunyai kuat desak 25 MPa. Untuk mencegah perubahan jumlah air pada campuran beton maka sebelum ditambah pada campuran beton, serbuk kayu dikeringkan terlebih dahulu dalam oven selama lima jam pada suhu 60°C. Karena serbuk kayu merupakan bahan yang halus dan mudah terbakar/hangus sehingga perlu kehati-hatian saat mengeringkan di dalam oven. Pada saat pembuatan adukan beton, langkah awal yang dilakukan adalah mencampur serbuk kayu ke dalam pasir, kemudian diaduk sampai merata. Setelah adukan dianggap merata, kemudian ditambahkan semen. Langkah terakhir yang dilakukan adalah menambahkan air dan diaduk sampai merata.

Setelah adukan beton merata, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat *workability* dari adukan tersebut dengan melakukan uji nilai slump, kemudian baru dibuat benda uji. Perawatan beton dilakukan dengan merendam beton di dalam air. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 3 hari.

2.6. Perencanaan Campuran Beton

Pembuatan benda uji beton dilaksanakan setelah perhitungan rencana campuran selesai, persiapan alat dan bahan dalam kondisi baik. Pembuatan benda uji beton dilakukan dalam satu kali adukan. Pengujian dilakukan pada umur benda uji 3 hari.

Langkah-langkah pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut :

1. Hitung :

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (1)$$

2. Berdasarkan f'_{cr} tentukan fas, dengan bantuan **Tabel 1** diambil yang terkecil.

3. Tentukan berat semen minimum berdasarkan **Tabel 2**.

4. Tentukan berat air minimum per³ beton

$$W_a = fas \times W_s \quad (2)$$

5. Tentukan proporsi gradasi agregat gabungan sehingga masuk dalam rentang gradasi sesuai grafik. Kemudian tentukan persen (%) pasir dan (%) kerikil.

6. Tentukan kebutuhan agregat per m³ beton.

$$W_{agg\ camp} = W_{beton} - W_{air} - W_s \quad (3)$$

7. Tentukan kebutuhan agregat halus dan kasar per m³ beton.

Misal P = 40%

$$K = 60\%$$

$$W_{psr} = P / (P + K) \times W_{agg\ camp} \quad (4)$$

$$W_{krkl} = K / (P + K) \times W_{agg\ camp} \quad (5)$$

8. Proporsi berat antara semen : air : pasir : kerikil adalah :

$$W_s : W_a : W_{psr} : W_{krkl} \quad (6)$$

9. Kebutuhan semen : air : pasir : kerikil untuk satu kali adukan adalah banyaknya kubus dikali rata-rata kebutuhan untuk satu kubus.

$$\text{Kubus} = 0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 0,003375 \text{ m}^3$$

Sehingga :

a. Pasir = $0,003375 \times W_{psr}$

b. Kerikil = $0,003375 \times W_{krkl}$

c. Air = $0,003375 \times W_{air}$

d. Semen = $0,003375 \times W_{semen}$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perencanaan Campuran Benda Uji

Bahan yang dipakai dalam pembuatan beton yaitu berupa agregat halus dan agregat kasar yang bersumber dari *quarry* Sungai Batang Lubuh Kumu Sosial, sedangkan serbuk kayu yang digunakan berasal dari sisa penggergajian pabrik pengolahan kayu di daerah buduran sidoarjo. Semen yang digunakan yaitu semen merah putih tipe 1 dan air dari Laboratorium Teknik Sipil. Perencanaan campuran beton dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$1. f'_{cr} = f' + m \\ = 12,5 + 6 = 18,5 \text{ Mpa}$$

Nilai m = diambil karena dianggap belum ada data sebelumnya.

2. Berat semen 325 kg/m³.
3. Faktor Air Semen (FAS) 0,55
4. Berat beton yang diambil 2380 kg/m³.
5. Kebutuhan air adalah :
= Faktor air semen x berat semen
= 0,55 x 325
= 178,75

6. Penentuan persentase agregat :

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100\% \\ W = \frac{7,5 - 5,57}{5,57 - 3,3} \times 100\% \\ = 71$$

Jadi berat pasir terhadap kerikil sebesar 71% atau perbandingannya 71:100 atau 1:1,4

$$\frac{71}{171} \times 100\% = 41\% \qquad \frac{100}{171} \times 100\% = 59\%$$

Maka didapat persentase agregat sebesar pasir 40% dan kerikil sebesar 60%

7. Penentuan berat agregat:

- a. Penentuan berat campuran,
 $W_{camp} = W_{beton} - W_{air} - W_{semen}$
 $= 2380 - 178,75 - 325$
 $= 1876,25 \text{ Kg}$

- b. Penentuan berat pasir :
 $W_{pasir} = P / (P + K) \times W_{camp}$
 $= 40 / (40 + 60) \times 1876,25$
 $= 750,5 \text{ Kg}$

- c. Penentuan berat kerikil :
 $W_{kerikil} = K / (K + P) \times W_{camp}$
 $= 60 / (60 + 40) \times 1876,25$
 $= 1125,75 \text{ Kg}$

8. Perbandingan kebutuhan pasir, kerikil, air, dan semen untuk 1 m³ adalah :

- a. Pasir = 750 Kg
- b. Kerikil = 1125,75 Kg
- c. Air = 178,75 Kg
- d. Semen = 325 Kg

9. Analisis kebutuhan pasir, kerikil, air, dan semen untuk 1 kubus beton adalah :
 $0,15 \times 0,15 \times 0,15 = 0,003375 \text{ m}^3$.

Kebutuhan pasir, kerikil, air dan semen kubus beton adalah:

- a. Pasir = $0,003375 \times 750,5 \times 6$
= 15,2 Kg
- b. Kerikil = $0,003375 \times 1125,75 \times 6$
= 22,8 Kg
- c. Air = $0,003375 \times 178,75 \times 6$
= 3,62 Kg
- d. Semen = $0,003375 \times 325 \times 6$
= 6,58 Kg

10. Kebutuhan serbuk kayu yang digunakan untuk membuat benda uji beton adalah :

$$5 \times 3 = 15 \text{ gr}$$

Jumlah keseluruhan serbuk kayu yang digunakan dalam pembuatan kubus beton benda uji adalah sebanyak 15 gr untuk 1 jenis umur benda uji, sedangkan umur benda uji yang diteliti pada umur 3 hari.

3.2. Hasil Pengujian Slump

Workability (kemudahan pengerjaan) beton dapat dilihat dari nilai *Slump* yang terjadi. Karena nilai *Slump* merupakan parameter kemudahan pengerjaan, semakin tinggi nilai *Slump* maka semakin mudah dalam proses pengerjaan beton (*Workability*). Dalam penelitian ini nilai *slump* nya berkisar antara 1,3 – 4,0 cm, Pemakaian bahan tambah serbuk kayu untuk semua kubus beton dalam penelitian ini berbeda-beda persentasenya. Dengan penambahan serbuk kayu diharapkan diperoleh tingkat *Workability* yang tinggi untuk mencapai nilai *slump* yang sesuai.

Tabel 2 Nilai *Slump* dari tiap-tiap persentase serbuk kayu

No	Serbuk kayu (gr)	Nilai <i>Slump</i> (Cm)
1	0	4
2	5	2,3

Setelah dilakukan pengujian slump maka dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan cara memasukkan campuran beton kedalam cetakan benda uji yang telah disiapkan dengan proses pemadatan yang sesuai. Apabila benda uji telah mengeras, cetakan sudah bisa dibuka dan dilanjutkan dengan perendaman benda uji selama waktu yang telah ditetapkan, yaitu 3 hari. Untuk perawatan benda uji cukup dengan membalikan benda uji selama batas waktu yang ditentukan tersebut agar air lebih meresap untuk proses pengerasan benda uji.

3.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Benda Uji

Sebelum dilakukan pengujian berat jenis benda uji, terlebih dahulu dilakukan pengeringan benda uji dari resapan air selama perendaman, yaitu dengan cara menjemur benda uji selama 4 jam. Setelah proses penjemuran selesai barulah dapat dilakukan pengujian berat jenis benda uji. Hasil yang diperoleh berdasarkan umur benda uji selama 3 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Benda Uji Pada Umur 3 Hari

Umur	Uraian	Sampel I (Kg)	Sampel II (Kg)	Rata-rata (Kg)
3 Hari	Berat benda uji kering (BK)	8,02	8,06	8,04
	Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ)	8,06	8,19	8,12
	Berat benda uji kering dalam air (BA)	4,46	4,43	4,44
	Berat jenis bulk $\frac{BK}{BJ - BA}$	2,22	2,14	2,18
	Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	2,23	2,17	2,18

	$\frac{BJ}{BJ - BA}$			
	Berat jenis semu (Apparent)	2,25	2,22	2,23
	$\frac{BK}{BK - BA}$			
	Penyerapan (Absorption)	0,49	1,61	1,05
	$\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$			

Sebelum dilakukan pengujian berat jenis benda uji, selanjutnya benda uji tersebut harus dijemur terlebih dahulu untuk mengeringkan resapan air pada waktu proses perendaman. Hasil pengujian berat jenis benda uji dilakukan dengan menimbang berat dari benda uji dalam keadaan kering di udara, di dalam air dan menimbang benda uji setelah direndam selama 5 menit untuk mendapatkan berat kering permukaan jenuh.

3.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Uji kuat tekan beton dilakukan sesuai dengan umur beton rencana yaitu pada umur 3 hari. Beban maksimum ditandai dengan pecahnya benda uji dan jarum penunjuk nilai pada mesin uji kuat tekan berhenti.

Tabel 4 Hasil Pengujian kuat tekan benda uji beton pada umur 3 hari

Umur Benda Uji	Kode Benda Uji	Serbuk kayu (gr)	Diameter Benda Uji (Cm)	Berat di Udara (Gram)	Berat dalam Air (Gram)	Berat permukaan jenuh (Gram)	Beban Maksimum (Ton)
3 hari	K-0	0	15	8010	4423	8030	1
	A1	0	15	8020	4442	8070	2
	K-A2	0	15	8050	4528	8090	1
	K-A3						1,5
							1
							1
	K-A4	5	15	8180	4527	8180	1
	K-A5	5	15	7900	4380	8200	3
	K-A6	5	15	8100	4410	8190	1
							2,5

Perhitungan kuat tekan beton dari tiap-tiap serbuk kayu untuk 3 hari adalah sebagai berikut:

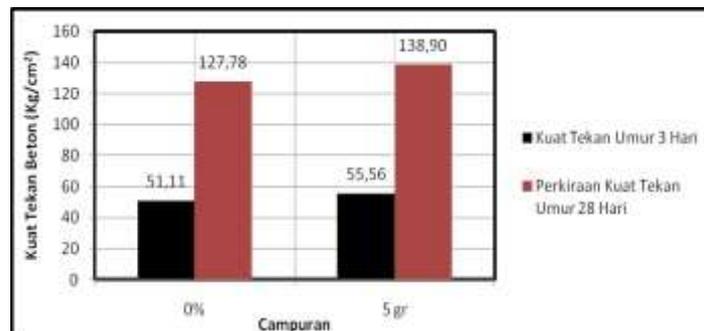
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan : $f'c$ = Kuat desak beton

	P = Beban maksimum		
	A = Luas permukaan benda uji (cm ²)		
1. P	= 11500 Kg	2. P	= 12500 Kg
A	= sisi x sisi	A	= sisi x sisi
	= 15 x 15		= 15 x 15
	= 225 cm ²		= 225 cm ²
$f'c$	= $\frac{11500}{225}$	$f'c$	= $\frac{12500}{225}$
	= 225		= 225
	= 51,11 Kg/Cm ²		= 55,55 Kg/Cm ²

Tabel 5 hasil rata-rata dari pengujian kuat tekan beton pada umur 3 hari

Umur benda uji (hari)	Hasil uji kuat tekan beton (ton)	
	0 gr	5 gr
3 hari	11,5	12,5
Kuat tekan beton umur 3 hari (Kg/cm ²)	51,11	55,55
Perkiraan Kuat Tekan beton Umur 28 hari (Kg/cm ²)	127,78	138,90



Gambar 1. Diagram Kuat Tekan Beton

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilaksanakan diantaranya, Hasil perencanaan adukan beton dengan menggunakan agregat alam didapat butir maksimum agregat kasar 50 mm, agregat halus 20 mm, faktor air semen 0,55, semen yang digunakan 325 Kg/m³, berat beton yang diambil 2380 Kg/m³ dan penambahan serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus menunjukkan penurunan tingkat *workability* yaitu 4 – 2,3 cm

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapat berat jenis bulk 2,18 Kg, berat beton kering permukaan jenuh sebesar 2,18 Kg, berat jenis semu 2,23 Kg dan penyerapan (*absorption*) sebesar 1,05%. Kuat tekan beton meningkat setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar 138,90 Kg/cm², terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1,08% dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton 127,78 Kg/cm².

Saran untuk penelitian selanjutnya, Sebaiknya pada saat pemadatan adukan beton hendaknya menggunakan mesin getar (*vibratory*) supaya menghasilkan adukan beton yang baik dan, Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi campuran serbuk kayu yang berbeda dengan menggunakan agregat pabrikan dan menguji beton pada umur 28 hari agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

Referensi

- [1] Y. Khairat and A. Amri, "Studi Pemanfaatan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Pembuatan Sodium Lignosulfonat Dan Aplikasinya Untuk Meningkatkan Kekuatan Beton Mortar," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 8, pp. 45-49, 2009.
- [2] S. S. Rangkuti, *Hukum Lingkungan & Kebijaksanaan Ling Nasional Ed 4*: Airlangga University Press, 2020.
- [3] B. S. Nasional, "SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," *Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta*, 2002.
- [4] K. Felix Yap, "Konstruksi Kayu," *Penerbit Bina Cipta, Bandung*, 1964.
- [5] G. Kusuma, P. Kole, and R. Sagel, "Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03," *Jakarta: Erlangga*, 1993.
- [6] T. Mulyono, "Teknologi Beton Edisi II," ed: Yogyakarta, Andi, 2006.
- [7] H. Apriyatno, "KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG DENGAN OLYPROPYLENE FIBER SEBESAR 4% DARI VOLUME BETON," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 12, 2010.
- [8] K. Brook and L. Murdock, "Bahan dan Praktek Beton edisi ke-4," *Erlangga, Bandung*, 1979.
- [9] S. Siswadi, A. Rapa, and D. Puspitasari, "Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian terhadap Kuat Desak Beton," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, vol. 7, pp. 144-151, 2007.