

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU KAPUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

MOCHAMAD RIDWAN^[1], ISMI ALIFIA NURRAHMAH^[2]

^{[1],[2]}Afiliasi, Teknik Sipil, Universitas Bhayangkara Surabaya

Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya, Indonesia

e-mail: ^[1]ridwanitssby@ubhara.ac.id , ^[2]ismi.alifia07@gmail.com

ABSTRACT

This study analyzes the effect of the limestone waste as a partial replacement for fine aggregate on the compressive strength of concrete with a design strength of 25 MPa, using variations of 0%, 5%, 10%, and 20%. Compressive strength testing was conducted in accordance with SNI 6887:2012. The results show that a 5% replacement still produces compressive strength close to normal concrete (25.29 MPa), while 10% and 20% replacements lead to a decrease to 24.25 MPa and 23.55 MPa. This reduction is influenced by the more porous nature of limestone waste, which increases water demand and reduces concrete density.

Keywords: normal concrete, limestone waste, fine aggregate, compressive strength, replacement

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh pemanfaatan limbah batu kapur sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan mutu 25 MPa pada variasi 0%, 5%, 10%, dan 20%. Uji tekan mengacu pada SNI 6887:2012. Hasil menunjukkan bahwa pada penggantian sebesar 5% masih menghasilkan kuat tekan yang mendekati beton normal (25,29 MPa), sedangkan pada variasi 10% dan 20% terjadi penurunan menjadi 24,25 MPa dan 23,55 MPa. Penurunan tersebut dipengaruhi oleh sifat limbah batu kapur yang lebih berpori, sehingga meningkatkan kebutuhan air dan menurunkan kepadatan beton.

Kata kunci: beton normal, limbah batu kapur, agregat halus, kuat tekan, pengganti

1. PENDAHULUAN

Salah satu konstruksi yang dipakai untuk struktur seperti gedung, jembatan dan lainnya adalah beton. Beton sendiri dibuat dari gabungan pasir, kerikil, batu pecah atau bahan tambahan (*admixture*) (Fauzan et al. 2024). Di Indonesia, perkembangan industri tambang kapur berkembang pesat sehingga sering meninggalkan limbah yang cukup besar. Salah satunya adalah limbah batu kapur yang berasal dari sisa tambang batu kapur. Serbuk batu memiliki beberapa senyawa di dalamnya seperti SiO₂, Al₂O₃ dan alkali, besi dan CaCO₃ (Wantutrianus, Z. 2014). Menurut Zuraidah dan Hastono 2017 senyawa – senyawa yang terkandung dalam serbuk batu kapur tersebut memiliki manfaat yang dapat meningkatkan sifat beton. Saat terkena air, pasir akan lebih muda terurai sedangkan serbuk batu kapur semakin mengikat dan mengeras. Dengan demikian, limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton.

2. METODE

Penelitian dilaksanakan di Labomeratorium Beton Teknik Sipil, Universitas Bhayangkara Surabaya, penggunaan limbah batu kapur yang akan dimanfaatkan sebagai campuran beton berasal

dari Tambang Batu Kapur Sekapuk, Gresik. Rancangan metode penelitian merujuk pada standar SNI 6887:2012, dengan penggunaan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm serta mutu rencana 25 MPa. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM) dengan mengikuti ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-1974-1990.

Tabel 2. 1. Jumlah Benda Uji

Jenis Pengujian	Umur Pengujian	Presentase Penggantian Agregat Halus Dengan Limbah Batu kapur				Jumlah
		0%	5%	10%	20%	
Kuat Tekan	3 hari	3	3	3	3	12
	7 hari	3	3	3	3	12
	14 hari	3	3	3	3	12
	21 hari	3	3	3	3	12
	28 hari	3	3	3	3	12
Total						60

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

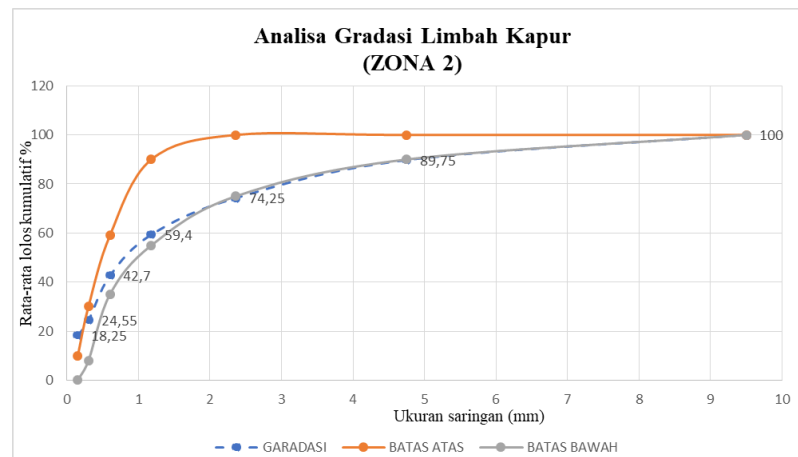
Dilakukan analisa gradasi agregat halus pada limbah batu kapur dengan metode SNI ASTM C136:2012 sebelum pembuatan benda uji. Proses perancangan campuran beton menggunakan limbah batu kapur mengikuti SNI 03-2834-2000, sedangkan pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990.

3.1. HASIL PENGUJIAN ANALISA GRADASI LIMBAH BATU KAPUR

Dari hasil yang terlihat pada Tabel 3.1. dan Gambar 3.1., diperoleh nilai modulus kehalusan rata-rata sebesar 3,91. Nilai tersebut menunjukkan bahwa gradasi limbah batu kapur masih berada diantara batas yang dapat digunakan dalam campuran beton.

Tabel 3. 1. Hasil Pengujian Analisa Gradasi Limbah Batu Kapur

PENGUJIAN ANALISA GRADASI LIMBAH BATU KAPUR										
UKURAN SARINGAN		BERAT TERTAHAN (gr)		BERAT TERTAHAN KUMULATIF (gr)		TERTAHAN KUMULATIF (%)		LOLOS KUMULATIF (%)		RATA - RATA
mm	No. Ayakan	I	II	I	II	I	II	I	II	
	1	0	0	0	0	0	0	100	100	100
38	3	0	0	0	0	0	0	100	100	100
19	3/4	0	0	0	0	0	0	100	100	100
9,6	3/8	27	29	27	29	2,7	2,9	97,3	97,1	97,2
4,8	4	90	59	117	88	11,7	8,8	88,3	91,2	89,75
2,4	8	144	166	261	254	26,1	25,4	73,9	74,6	74,25
1,2	16	146	151	407	405	40,7	40,5	59,3	59,5	59,4
0,6	30	168	166	575	571	57,5	57,1	42,5	42,9	42,7
0,3	50	184	179	759	750	75,90	75	24,1	25,0	24,55
0,15	100	66	60	825	810	82,5	81	17,5	19,0	18,25
-	PAN	175	190	1000	1000	100	100	0	0	0
Modulus Kehalusan						3,94	3,88			3,91



Gambar 3. 1. Grafik Analisa Gradasi Limbah Batu Kapur

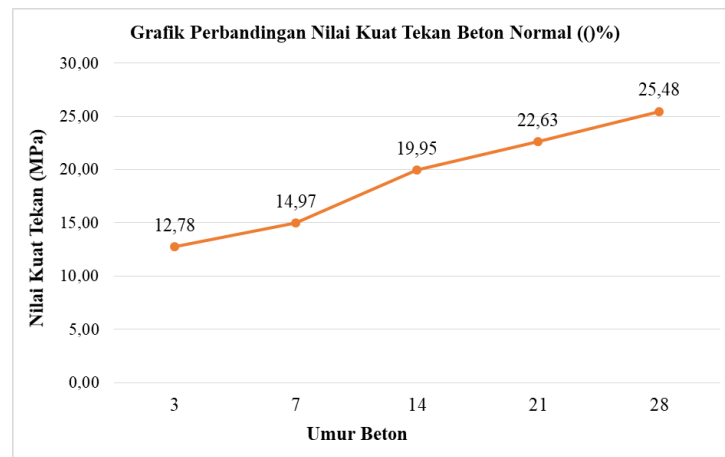
3.2. HASIL UJI KUAT TEKAN BETON

3.2.1 BETON NORMAL (TANPA CAMPURAN LIMBAH BATU KAPUR, 0%)

Hasil yang diperoleh dari pengujian dalam Tabel 3.2. dan Gambar 3.2. memperlihatkan kuat tekan beton normal (tanpa limbah batu kapur) meningkat seiring bertambahnya umur. Nilai rata-rata berturut-turut adalah 12,78 MPa (3 hari), 14,97 MPa (7 hari), 19,95 MPa (14 hari), 22,63 MPa (21 hari), dan mencapai 25,48 MPa pada 28 hari.

Tabel 3. 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal(0%)

NO	VARIAN	TANGGAL		UMUR BETON (Hari)	BERAT (gr)	DIMENSI (mm)		LUAS BIDANG (mm ²)	GAYA TEKAN (kN)	GAYA TEKAN (N)	KUAT TEKAN (MPa)	RATA-RATA (MPa)
		COR	UJI			L	D					
1	BN - 1	12/02/2026	15/02/2026	3	11.957	300	150	17662,5	204	204000	11,55	12,78
2	BN - 2	12/02/2026	15/02/2026		11.603	300	150	17662,5	246	246000	13,93	
3	BN - 3	12/02/2026	15/02/2026		11.653	300	150	17662,5	227	227000	12,85	
4	BN - 4	12/02/2026	19/02/2026	7	11.677	300	150	17662,5	254	254000	14,38	14,97
5	BN - 5	12/02/2026	19/02/2026		11.721	300	150	17662,5	273	273000	15,46	
6	BN - 6	12/02/2026	19/02/2026		11.952	300	150	17662,5	266	266000	15,06	
7	BN - 7	12/02/2026	26/02/2026	14	11.553	300	150	17662,5	337	337000	19,08	19,95
8	BN - 8	12/02/2026	26/02/2026		11.854	300	150	17662,5	359	359000	20,33	
9	BN - 9	12/02/2026	26/02/2026		11.835	300	150	17662,5	361	361000	20,44	
10	BN - 10	12/02/2026	05/03/2026	21	11.826	300	150	17662,5	398	398000	22,53	22,63
11	BN - 11	12/02/2026	05/03/2026		11.714	300	150	17662,5	386	386000	21,85	
12	BN - 12	12/02/2026	05/03/2026		11.926	300	150	17662,5	415	415000	23,50	
13	BN - 13	12/02/2026	12/03/2026	28	11.814	300	150	17662,5	463	463000	26,21	25,48
14	BN - 14	12/02/2026	12/03/2026		11.867	300	150	17662,5	448	448000	25,36	
15	BN - 15	12/02/2026	12/03/2026		11.786	300	150	17662,5	439	439000	24,85	



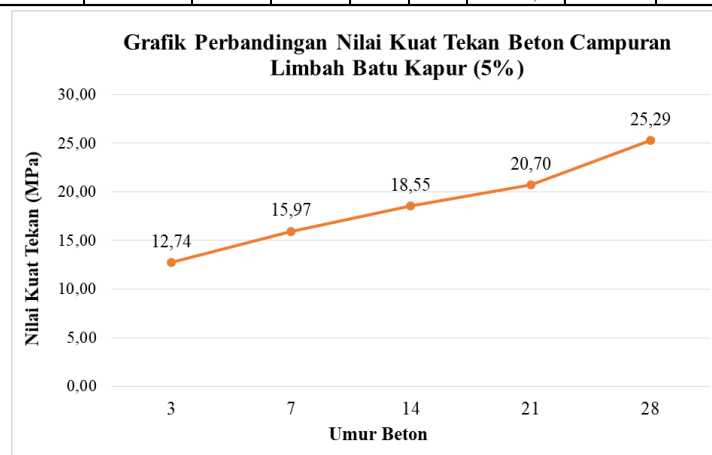
Gambar 3. 2. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Normal (0%)

3.2.2 BETON CAMPURAN LIMBAH BATU KAPUR SEBESAR 5%

Berdasarkan hasil pengujian dalam Tabel 3. 3. dan Gambar 3. 3. memperlihatkan variasi penggantian sebagian agregat halus dengan limbah batu sebesar 5%, kuat tekan beton pada umur 28 hari mencapai 25,29 MPa. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hampir setara dengan beton normal dan masih memenuhi mutu rencana.

Tabel 3. 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar 5%

NO	VARIAN	TANGGAL		UMUR BETON (Hari)	BERAT (gr)	DIMENSI (mm)		LUAS BIDANG (mm ²)	GAYA TEKAN (kN)	GAYA TEKAN (N)	KUAT TEKAN (MPa)	RATA-RATA (MPa)
		COR	UJI			L	D					
1	BK 5 - 1	14/02/2026	17/02/2026	3	11.625	300	150	17662,5	242	242000	13,70	12,74
2	BK 5 - 2	14/02/2026	17/02/2026		11.741	300	150	17662,5	225	225000	12,74	
3	BK 5 - 3	14/02/2026	17/02/2026		11.759	300	150	17662,5	208	208000	11,78	
4	BK 5 - 4	14/02/2026	21/02/2026	7	11.883	300	150	17662,5	275	275000	15,57	15,97
5	BK 5 - 5	14/02/2026	22/02/2026		11.554	300	150	17662,5	281	281000	15,91	
6	BK 5 - 6	14/02/2026	22/02/2026		11.762	300	150	17662,5	290	290000	16,42	
7	BK 5 - 7	14/02/2026	28/02/2026	14	11.720	300	150	17662,5	315	315000	17,83	18,55
8	BK 5 - 8	14/02/2026	28/02/2026		11.785	300	150	17662,5	327	327000	18,51	
9	BK 5 - 9	14/02/2026	28/02/2026		11.663	300	150	17662,5	341	341000	19,31	
10	BK 5 - 10	14/02/2026	07/03/2026	21	11.617	300	150	17662,5	363	363000	20,55	20,70
11	BK 5 - 11	14/02/2026	07/03/2026		11.889	300	150	17662,5	355	355000	20,10	
12	BK 5 - 12	14/02/2026	07/03/2026		11.677	300	150	17662,5	379	379000	21,46	
13	BK 5 - 13	14/02/2026	14/03/2026	28	11.616	300	150	17662,5	451	451000	25,53	25,29
14	BK 5 - 14	14/02/2026	14/03/2026		11.737	300	150	17662,5	446	446000	25,25	
15	BK 5 - 15	14/02/2026	14/03/2026		11.596	300	150	17662,5	443	443000	25,08	



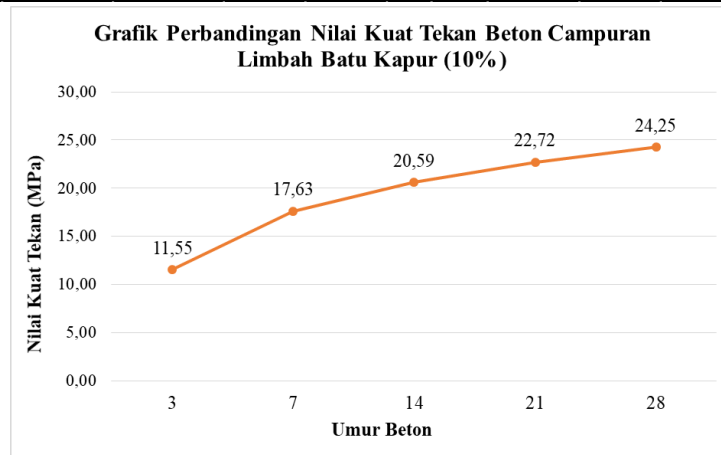
Gambar 3. 3. Grafik Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar 5%

3.2.3 BETON CAMPURAN LIMBAH BATU KAPUR SEBESAR 10%

Mengacu pada data yang disajikan pada Tabel 3. 4. dan Gambar 3. 4. variasi penggantian sebagian agregat halus dengan limbah batu sebesar 10% kuat tekan beton pada umur 28 hari tercatat sebesar 24,25 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa beton tersebut mengalami penurunan dibandingkan beton normal maupun variasi 5%. Penurunan ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah limbah batu kapur yang menggantikan agregat halus, sehingga distribusi butiran menjadi kurang optimal dan mengurangi kekuatan ikatan antar material dalam beton.

Tabel 3. 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar (10%)

NO	VARIAN	TANGGAL		UMUR BETON (Hari)	BERAT (gr)	DIMENSI (mm)		LUAS BIDANG (mm ²)	GAYA TEKAN (kN)	GAYA TEKAN (N)	KUAT TEKAN (Mpa)	RATA-RATA (Mpa)
		COR	UJI			L	D					
1	BK 10 - 1	15/02/2026	18/02/2026	3	11.480	300	150	17662,5	186	186000	10,53	11,55
2	BK 10 - 2	15/02/2026	18/02/2026		11.610	300	150	17662,5	189	189000	10,70	
3	BK 10 - 3	15/02/2026	18/02/2026		11.660	300	150	17662,5	237	237000	13,42	
4	BK 10 - 4	15/02/2026	22/02/2026	7	11.448	300	150	17662,5	293	293000	16,59	17,63
5	BK 10 - 5	15/02/2026	22/02/2026		11.606	300	150	17662,5	313	313000	17,72	
6	BK 10 - 6	15/02/2026	22/02/2026		11.324	300	150	17662,5	328	328000	18,57	
7	BK 10 - 7	15/02/2026	01/03/2026	14	11.655	300	150	17662,5	361	361000	20,44	20,59
8	BK 10 - 8	15/02/2026	01/03/2026		11.460	300	150	17662,5	356	356000	20,16	
9	BK 10 - 9	15/02/2026	01/03/2026		11.331	300	150	17662,5	374	374000	21,17	
10	BK 10 - 10	15/02/2026	08/03/2026	21	11.487	300	150	17662,5	388	388000	21,97	22,72
11	BK 10 - 11	15/02/2026	08/03/2026		11.705	300	150	17662,5	405	405000	22,93	
12	BK 10 - 12	15/02/2026	08/03/2026		11.491	300	150	17662,5	411	411000	23,27	
13	BK 10 - 13	15/02/2026	15/03/2026	28	11.520	300	150	17662,5	427	427000	24,18	24,25
14	BK 10 - 14	15/02/2026	15/03/2026		11.704	300	150	17662,5	430	430000	24,35	
15	BK 10 - 15	15/02/2026	15/03/2026		11.583	300	150	17662,5	428	428000	24,23	



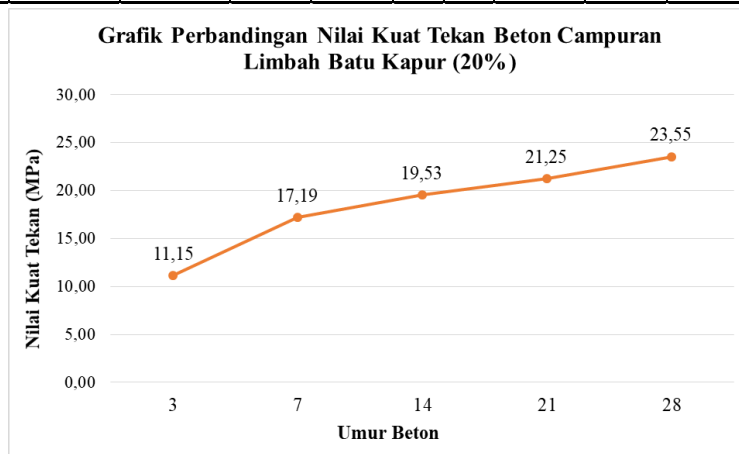
Gambar 3. 4. Grafik Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar (10%)

3.2.4 BETON CAMPURAN LIMBAH BATU KAPUR SEBESAR 20%

Dari hasil yang terlihat pada Tabel 3. 5. dan Gambar 3. 5 pada variasi 20% pada umur 28 hari mencapai 23,55 MPa. Hal ini menunjukkan adanya penurunan dibandingkan variasi lainnya. Penurunan tersebut disebabkan oleh tingginya kadar limbah batu kapur yang membuat campuran kurang padat dan meningkatkan kemungkinan terbentuknya rongga (*void*).

Tabel 3. 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar 20%

NO	VARIAN	TANGGAL		UMUR BETON (Hari)	BERAT (gr)	DIMENSI (mm)		LUAS BIDANG (mm ²)	GAYA TEKAN (kN)	GAYA TEKAN (N)	KUAT TEKAN (Mpa)	RATA-RATA (Mpa)
		COR	UJI			L	D					
1	BK 20 - 1	14/02/2026	17/02/2026	3	11.823	300	150	17662,5	218	218000	12,34	11,15
2	BK 20 - 2	14/02/2026	17/02/2026		11.376	300	150	17662,5	184	184000	10,42	
3	BK 20 - 3	14/02/2026	17/02/2026		11.657	300	150	17662,5	189	189000	10,70	
4	BK 20 - 4	14/02/2026	21/02/2026	7	11.640	300	150	17662,5	297	297000	16,82	17,19
5	BK 20 - 5	14/02/2026	21/02/2026		11.732	300	150	17662,5	306	306000	17,32	
6	BK 20 - 6	14/02/2026	21/02/2026		11.771	300	150	17662,5	308	308000	17,44	
7	BK 20 - 7	14/02/2026	28/02/2026	14	11.376	300	150	17662,5	337	337000	19,08	19,53
8	BK 20 - 8	14/02/2026	28/02/2026		11.601	300	150	17662,5	355	355000	20,10	
9	BK 20 - 9	14/02/2026	28/02/2026		11.694	300	150	17662,5	343	343000	19,42	
10	BK 20 - 10	14/02/2026	07/03/2026	21	11.776	300	150	17662,5	365	365000	20,67	21,25
11	BK 20 - 11	14/02/2026	07/03/2026		11.870	300	150	17662,5	379	379000	21,46	
12	BK 20 - 12	14/02/2026	07/03/2026		11.654	300	150	17662,5	382	382000	21,63	
13	BK 20 - 13	14/02/2026	14/03/2026	28	11.813	300	150	17662,5	410	410000	23,21	23,55
14	BK 20 - 14	14/02/2026	14/03/2026		11.788	300	150	17662,5	422	422000	23,89	
15	BK 20 - 15	14/02/2026	14/03/2026		11.732	300	150	17662,5	428	428000	24,23	



Gambar 3. 5. Grafik Kuat Tekan Beton Campuran Limbah Batu Kapur Sebesar 20%

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. SIMPULAN

1. Pemakaian limbah batu kapur sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton pada setiap tahapan umur pengujian, terutama pada umur 28 hari sebagai umur rencana.
2. Hasil kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada variasi tanpa limbah batu kapur (0%) sebesar 25,48 MPa, yang memenuhi mutu rencana beton.
3. Pada variasi 5% masih menghasilkan kuat tekan yang mendekati beton normal, yaitu sebesar 25,29 MPa, sehingga masih dapat dianggap sebagai variasi yang relatif optimal.
4. Di variasi 10% dan 20% terjadi penurunan yaitu masing-masing sebesar 24,25 MPa dan 23,78 MPa, sehingga belum memenuhi mutu beton rencana.
5. Penurunan kuat tekan beton disebabkan oleh karakteristik limbah batu kapur yang lebih berpori serta memiliki daya ikat berbeda dibandingkan pasir alami. Kondisi ini meningkatkan kebutuhan air dalam campuran, terutama pada variasi penggantian dengan persentase tertinggi.

4.2. SARAN

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji sifat beton lainnya, seperti kuat tarik, modulus elastisitas, daya serap air, dan durabilitas jangka panjang.
2. Proses pemadatan beton harus dilakukan secara konsisten sesuai prosedur, serta disarankan menggunakan alat pemadat otomatis sebagai pembanding terhadap metode manual.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. 1990. "SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton." *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. "SNI 6887:2012 Standar Nasional Indonesia Metode Uji Kuat Tekan Silinder Campuran Tanah-Semen."
- Fauzan, Ahmad, Ajeng Ambarwati, Anik Kustrini, and Bambang Purnijanto. 2024. "Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Tetes Tebu (Molasse) Dan Kapur Alam." *Bangun Rekaprima* 9(1):68–74. doi: 10.32497/bangunrekaprima.v9i1.4472.
- SNI-03-2834. 2000. "Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal."
- SNI ASTM C136:2012. 2012. "Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar." *Badan Standardisasi Nasional* 1–24.
- Wantutrianus, Z., Iwan Wikana. 2014. "Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta." *Pengaruh Pemakaian Fly Ash Dan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi* 41–52.
- Zuraidah, Safrin, and Budi Hastono. 2017. "Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar." *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura* 2(1):27–31.