

Desain Beton Dengan Menggunakan Sisa Bakaran Bata Merah Sebagai Bahan Pengisi Beton

Marnes Pattirousamal^{1*}, Tonny Sahusilawane², Abraham Tuanakotta³

^{1,2,3}Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

*penulis koresponden : pattirousamalmarnes@gmail.com

Submit : 14/01/2024 Revisi : 13/06/2024 Diterima : 23/06/2024

Abstrak. Beton merupakan bagian dari bangunan yang sering kita jumpai pada saat konstruksi, seperti gedung, jalan dan jembatan. Komponen utama beton adalah pasir, batu pecah dan air. Beton merupakan material umum seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan infrastruktur dari waktu ke waktu. Dengan pesatnya pembangunan infrastruktur saat ini, inovasi dalam beton selalu dibutuhkan untuk menjawab tantangan permintaan. Metode penelitian yang dipakai adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium Politeknik negeri ambon, yaitu dengan melakukan pemeriksaan material dan uji kuat tekan beton, yang menggunakan sisa bakaran bata merah sebagai bahan bangunan agregat kasar penambahan 5% dan pengurangan 5% ukuran batu bata merah 1/2 dan 2/3. Hasil uji kuat tekan beton dengan sisa bakaran bata merah 5% penambahan dan pengurangan sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton normal.

Kata Kunci : Desain, Kuat Tekan Beton, Sisa Bakaran Bata Merah

Abstract. Concrete is part of a building that we often come across in construction, such as buildings, roads and Bridges. The main components of concrete are sand, shattered rock and water. Concrete is a common material as people grow in need of infrastructure over time. With today's rapid infrastructure development, innovation in concrete is always needed to address demand challenges. Research methods are employed in the ambon state polytechnique laboratory, where materials inspection and strong tests of concrete are used, which USES the rest of red bricks as raw aggregate added 5% and reduction of 5% size red bricks 1/2 and 2/3. Test results of strong concrete pressure with red brick residue 5% increased and reduced significantly to strong normal concrete pressure.

Keyword : Design, strong pressure concrete, leftover red brick burns

Pendahuluan

Beton merupakan bagian dari bangunan yang sering kita jumpai pada saat konstruksi, seperti gedung, jalan dan jembatan. Komponen utama beton adalah pasir, batu pecah dan air. Beton merupakan material umum seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan infrastruktur dari waktu ke waktu. Dengan pesatnya pembangunan infrastruktur saat ini, inovasi dalam beton selalu dibutuhkan untuk menjawab tantangan permintaan[1].

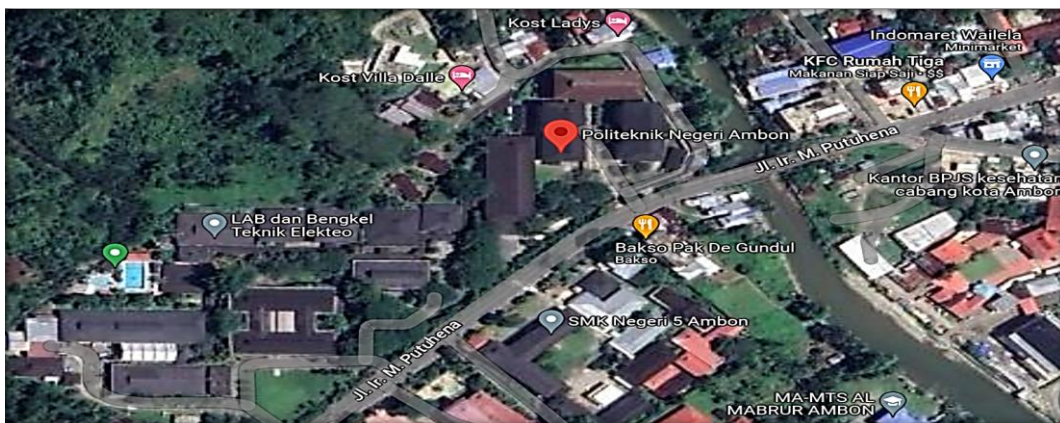
Bata merah merupakan bata yang terbuat dari tanah cetakan kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi benar-benar kering, mengeras dan berwarna merah[2]. Tanah yang digunakan adalah tanah liat sehingga bisa tercampur saat proses pencetakan. Menurut [3], batu bata adalah bagian dari suatu bangunan yang digunakan untuk membangun suatu bangunan, bahan yang berguna untuk membuat batu bata diperoleh dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan lain kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga mereka tidak dapat dihancurkan lagi ketika direndam dalam air. Pembuatan batu bata merah yang bertempat dihatu adalah tempat diproduksinya bata merah. Dalam proses pembuatan hingga proses pembakaran tersebut kemungkinan besar banyak batu bata merah yang tidak utuh sehingga tidak

dapat lagi dijual, sisa pembakaran batu bata merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi beton karena itu penulis ingin meneliti pemanfaatan sisa bakaran batu bata merah terhadap nilai kuat tekan beton. [4]

Penelitian ini menggunakan sisa bakaran bata merah dengan ukuran 1/2 dan 2/3 dengan proporsi campuran penambahan dan pengurangan 5% dari agregat kasar. Pemanfaatan sisa bakaran bata merah berpotensi untuk dikembangkan oleh karena itu dalam penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana nilai kuat tekan beton menggunakan sisa bakaran bata merah sebagai bahan pengisi beton agregat kasar dengan proporsi campuran 5% penambahan dan pengurangan adapun tujuan penulisan adalah mendapat nilai karakteristik kuat tekan beton yang menggunakan sisa bakaran bata merah sebagai bahan pengisi beton agregat kasar 1/2 dan 2/3 dengan proporsi campuran 5% penambahan dan pengurangan dan memperoleh perbandingan nilai kuat tekan beton dari penambahan dan pengurangan 5% dari sisa bakaran batu bata merah.[5]

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium politeknik negeri ambon, Jl. Ir. M. Putuhena, Rumah Tiga, Kec. Tlk. Ambon, Kota Ambon, Maluku.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Variabel Terikat dan Bebas

Variabel yang dipengaruhi adalah variabel bebas, yaitu beton penambahan dan pengurangan 5%, sedangkan Variabel terikat tidak dapat diubah-ubah, yaitu beton normal 2/3 dan 1/2. Variabel bebas juga dikenal sebagai variabel independen, sedangkan variabel terikat dikenal sebagai variabel dependen [6]

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel Terikat	Variabel Bebas
1. Beton Normal 2/3	1. Beton 2/3 penambahan 5% sisa bakaran bata merah sebagai agregat kasar.
2. Beton Normal 1/2	2. Beton 2/3 pengurangan 5% sisa bakaran bata merah sebagai agregat kasar.
	3. Beton 1/2 penambahan 5% sisa bakaran bata merah sebagai agregat kasar.

4. Beton 1/2 pengurangan 5% sisa bakaran bata merah sebagai agregat kasar.

Tahapan Persiapan Material dan Metode Pelaksanaan

Metode penelitian adalah suatu cara untuk mengambil, menganalisis, dan mengidentifikasi variabel yang dilakukan untuk mencari jawaban atau pemecah dari pokok permasalahannya yang akan diambil terhadap penelitian yang dilakukan [1]. Tahapan dalam penelitian akan dijelaskan pada sub bab berikut.

Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Desain)

Desain campuran beton ialah cara penetapan komponen campuran beton menurut data komponen dasar beton. Pada penelitian ini digunakan SNI 03-2834-2000 untuk metode desain campuran beton normal. Penerapan desain ini sama dengan desain campuran beton biasa, yang membedakan hanyalah agregat kasar ditambah dan dikurangi sisa bata merah yang dibakar, dan perbandingan campurannya adalah 1/2 dan 2/3 dari 5% ukuran batu bata[7]. Dengan dilakukannya pengujian *slump* pada beton segar yang dicampurkan bertujuan untuk mengetahui nilai penurunan yang terjadi setelah cetakan diangkat untuk mengetahui kemampuan pengerjaannya, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji, sampel dibuat dengan memakai cetakan berbentuk silinder berukuran sisi 15 cm x 30 cm yang berjumlah 18 buah, sesudah beton dikeluarkan dari cetakan 1x24 jam, dilakukan perlakuan melalui proses direndam di dalam air tawar selama 7 hari guna mencapai perubahan kuat tekan, Uji kuat tekan dilakukan sama melalui patokan yang ditetapkan SNI 03-1974-1990. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kompresi berkekuatan 3000kN. Sampel ditempatkan tegak di atas tester, dan beban tekan diterapkan secara merata di sekeliling silinder dari atas. Sebelum dilakukan penekanan, benda uji ditimbang terlebih dahulu guna melihat berat jenis beton[8]. Metode pembuatan hasil uji ditunjukkan pada gambar terlampir.



Gambar 2. Pembuatan Benda Uji

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Material

Agregat halus pasir yang pengujiannya mencakup analisa saringan, kadar air, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur dan bobot isi dan untuk agregat kasar batu pecah terdapat pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, kadar lumpur dan bobot isi. Pengujian material ini dilakukan pada Laboratorium Politeknik Negeri Ambon dan juga pengujian ini mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat dalam beton. Hasil Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar Agregat halus pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir gunung yang berasal dari passo batu gong untuk agregat kasar berasal dari laha.

Kadar Air Agregat Halus dan Kasar

Pada pengujian ini untuk mencari perbandingan antara massa yang dikandung agregat dengan massa agregat dalam keadaan kering oven.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

URAIAN	SATUAN	Agg Halus Pasir Passo Batu Gong		
		1	2	3
Berat cawan kosong (A)	gr	12,69	12,94	12,83
Berat cawan + material basah (B)	gr	26,72	28,77	27,71
Berat cawan + material kering (C)	gr	25,27	27,17	26,26
Berat air (D)	gr	1,45	1,6	1,45
Berat material kering E = C-A (E)	gr	12,58	14,23	13,43
Berat material basah (B-A)	gr	14,03	15,83	14,88
Kadar air (W) = (D/E)*100%	%	11,52	11,24	10,79
Kadar air rata-rata	%		11,18	

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Hasil pengujian kadar air agregat halus kadar air halus 11,18% dan tidak memenuhi persyaratan SNI 03-1971-2011 dengan jumlah kadar air dikisaran 3-5% sehingga kadar air agregat halus harus dikoreksi pada perhitungan mix design beton.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

URAIAN	SATUAN	Agregat Kasar Laha 2/3		
		1	2	3
Berat cawan kosong (A)	gr	12,59	12,27	12,65
Berat cawan + material basah (B)	gr	43,09	48,44	55,48
Berat cawan + material kering (C)	gr	42,22	47,91	54,75
Berat air (D)	gr	0,87	0,53	0,73
Berat material kering E = C-A (E)	gr	29,63	35,64	42,1
Berat material basah (B-A)	gr	30,5	36,17	42,83
Kadar air (W) = (D/E)*100%	%	2,93	1,48	1,73
Kadar air rata-rata	%		2,04	

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Hasil pengujian kadar air agregat kasar untuk agregat kasar 2/3 dan 1/2 diperoleh nilai kadar air agregat kasar 2/3 sebesar 2,04% dan untuk agregat kasar 1/2 diperoleh nilai sebesar 3,1% dan memenuhi persyaratan SNI 03-1971-2011 dengan jumlah kadar air dikisaran 2-5% sehingga kadar air agregat kasar dapat digunakan pada saat perhitungan mix design beton.

Kadar Lumpur Agregat Halus dan Kasar

Pada pengujian ini hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar ini diuji untuk menetapkan kandungan tanah liat dan silt dalam pasir secara cepat.

Tabel 4. Kadar Lumpur Agregat Halus

URAIAN	SIMBOL	NILAI	SATUAN
Berat material kering oven (sebelum cuci)	A	500	gr
Berat materia kering oven (setelah dicuci)	B	416,68	gr
Kadar Lumpur	$((A-B)/A)*100\%$	1,66	%

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus, didapat nilai kadar lumpur sebesar 1,66 %. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan menurut SNI 03-4142-1996 yaitu maksimal 5%, sehingga agregat tidak perlu dicuci sebelum pengadukan.

Tabel 5. Kadar Lumpur Agregat Kasar

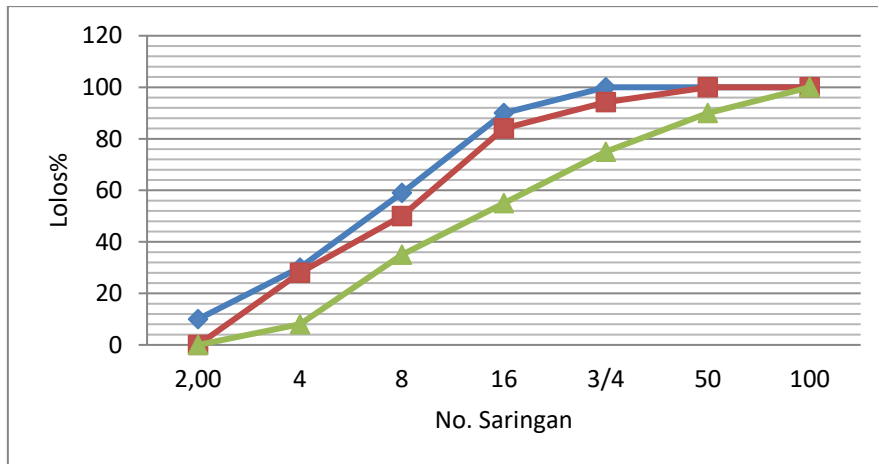
URAIAN	SIMBOL	NILAI	SATUAN
Berat material kering oven (sebelum cuci)	A	500	Gr
Berat materia kering oven (setelah dicuci)	B	471,17	Gr
Kadar Lumpur	$((A-B)/A)*100\%$	0,04	%

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

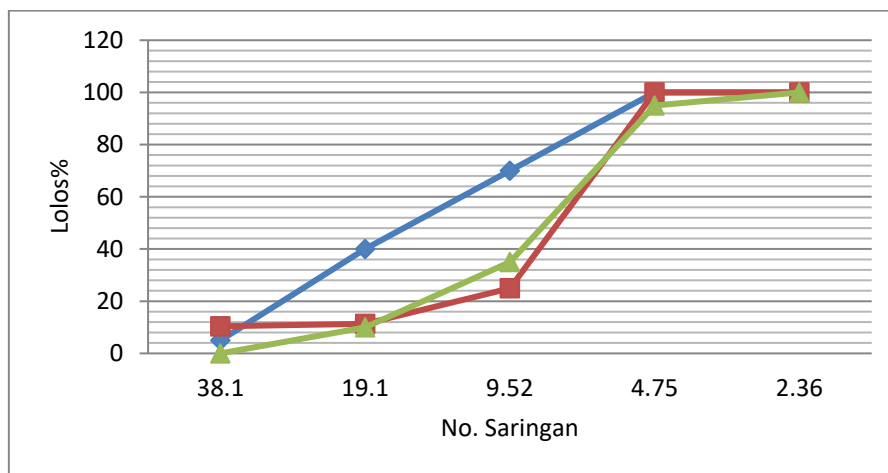
Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar 2/3, diperoleh kadar lumpur sebesar 0,04 % sedangkan untuk agregat kasar 1/2 sedangkan untuk nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 0,05 %. memenuhi persyaratan SK-SNI S-04- 1989-F dengan jumlah kadar lumpur maksimal 1%. sehingga agregat halus memenuhi syarat uji kadar lumpur.

Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

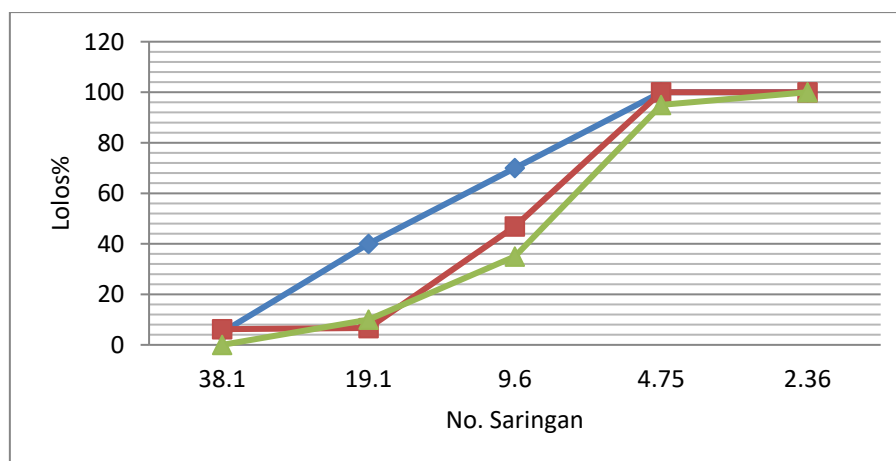
Pada pengujian ini analisa saringan pasir menggunakan satu set ayakan lubang diameter terbesar diletakan paling atas kemudian ayakan lubang diameter paling kecil diletakan paling bawah. Setelah itu pasir diayak menggunakan *sieve shaker* dan hasil ayakan di timbang.



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Halus Pada Zona 2



Gambar 4. Grafik Gradasi Agregat kasar Batu Pecah 2/3



Gambar 5. Grafik Gradasi Agregat kasar Batu Pecah 1/2

Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar menunjukkan bahwa agregat kasar batu pecah yang digunakan merupakan batu pecah dengan gradasi zona 4,80-38 mm. Sebagaimana ukuran agregat maksimum yang ditentukan yaitu 40 mm, dan nilai modulus kehalusan agregat kasar 2/3 sebesar 7,22 % sedangkan untuk agregat kasar 1/2 sebesar 7,24%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan menurut SK SNI S-04- 1989-F

yaitu 5,0 – 8,8 %, dan agregat kasar 2/3 berada pada zona 3 sedangkan agregat 1/2 berada pada zona 2.

Pengujian Bobot Isi Agregat Halus dan Kasar

Pada pengujian ini untuk menentukan berat isi atau bobot isi agregat kasar dan agregat halus dalam kondisi lepas dan padat.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat isi Lepas dan Berat Isi Padat Agregat Kasar 2/3

Pengukuran		Lepas	Padat
A	Volume wadah	14601,23 kg	14601,23 kg
B	Berat wadah	9,48 kg	9,48 kg
C	Berat wadah + benda uji	30,52 kg	32,25 kg
D	Berat uji (C-B)	21,04 kg	22,77 kg
	Berat volume (C/D)	1,45 kg/m ³	1,42 kg/m ³

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat isi Lepas dan Berat Isi Padat Agregat Halus

Pengukuran		Lepas	Padat
A	Volume wadah	10009,44 m ³	10009,44 m ³
B	Berat wadah	6,92 kg	6,92 kg
C	Berat wadah + benda uji	18,44 kg	19,84 kg
D	Berat uji (C-B)	11,52 kg	12,92 kg
	Berat volume (C/D)	1,60 kg/m ³	1,54 kg/m ³

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Hasil pengujian berat isi lepas agregat halus, didapat nilai sebesar 1,60 kg/m³ untuk berat isi agregat halus pada keadaan padat sebesar 1,54 kg/m³ dan masih memenuhi persyaratan SNI 03-1973-2008 dengan nilai bobot isi 0,4 kg/m³ sampai 1,9 kg/m³. Hasil Pengujian agregat kasar batu pecah 2/3, didapat berat isi lepas sebesar 1,45 kg/m³ sedangkan untuk berat isi lepas agregat 1/2 sebesar 1,49 kg/m³. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan oleh SII No.52-1980 yaitu >1,2 kg/m³. Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 hasil pengujian berat isi padat agregat kasar 2/3, diperoleh berat isi padat sebesar 1,42 kg/m³ sedangkan untuk berat isi padat agregat kasar 1/2 sebesar 1,41 kg/m³. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan oleh SNI No.52-1980 >1,2 kg/m³.

Tabel 8. Komposisi Material

No	Komposisi Material	Komposisi Material				
		Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus	Agregat Kasar	Bata Merah
1	Variasi 1 (+0% Bata Merah)	7,708	3,7	14,784	22,814	0
2	Variasi 2 (+5% Bata Merah)	7,708	3,7	14,784	22,181	0,57
3	Variasi 3 (-5% Bata Merah)	7,708	3,7	14,784	21,137	0,542
	Jumlah	23,125	11,1	44,352	66,132	1,172

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

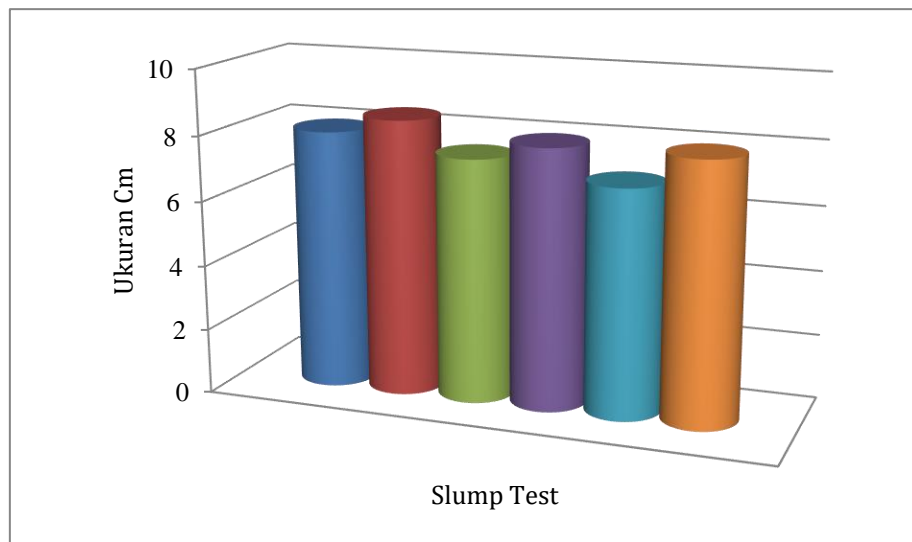
Pengujian Slump Test

Uji slump dilakukan dengan memakai kerucut Abrams yang diisi 3 lapis beton segar, masing-masing lapisan sekitar 1/3 isi kerucut, dan 25 tusukan masing-masing lapisan, Batang mesti masuk ke dasar beton. Sesudah pengisian kelar, setiap lapisan rata dengan bidang kerucut, dan cetakan lalu dinaikkan 300 mm dalam kurun 5 ± 2 detik jangan ada gerakan lateral atau puntir. Selesaikan semua pekerjaan pemeriksaan sejak dari pengisian hingga pembongkaran tanpa henti dalam waktu 2,5 menit, ukur tinggi campuran, dan selisih tinggi kerucut dengan tinggi campuran adalah nilai slump.

Tabel 9. Nilai Slump

No	Variasi	Nilai slump (cm)
1	Beton Normal 16,6 Mpa	8,0
2	Beton ukuran agregat kasar 2/3 dengan penambahan 5% bata merah ukuran 2/3	7,5
3	Beton ukuran agregat kasar 2/3 dengan pengurangan 5% bata merah ukuran 2/3	8,0
4	Beton normal 16,6 Mpa ukuran agregat kasar 1/2	8,5
5	Beton ukuran agregat kasar 1/2 dengan penambahan 5% bata merah ukuran 1/2	7,0
6	Beton ukuran agregat kasar 1/2 dengan pengurangan 5% bata merah ukuran 1/2	8,0

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon



Gambar 6. Grafik Nilai Slump Test

Perbandingan nilai slump antara beton normal, beton penambahan 5% bata merah, dan beton pengurangan 5% bata merah dilihat pada beton normal 2/3 dihasilkan nilai slump yaitu 8,0 cm untuk normal 1/2 nilai slump naik sebesar 8,5 cm, sedangkan untuk penambahan 5% ukuran agregat kasar 2/3 nilai slump yaitu 7,5 cm, dan untuk nilai slump ukuran agregat kasar 1/2 penambahan 5% bata merah nilai slump sebesar 7,0 cm, selanjutnya untuk pengurangan 5% ukuran agregat kasar 2/3 dan 1/2 nilai slumpnya sebesar 8,0 cm dan 8,0 cm.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari dalam rendaman air. pengujian ini menggunakan mesin kuat tekan dengan kapasitas 3000 kN. Benda uji yang akan di uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 18 buah benda uji.

Tabel 10. Hasil Kuat Tekan Batu Pecah 2/3

Kode	Tgl Cetak	Tgl Uji	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban Max (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Konversi	Tegangan
							ke 28 Hari (Mpa)	Hancur Rata-rata (Mpa)
Variasi Normal 2/3								
1	18/08/2023	26/08/2023	7	12,62	305	17.27	26,56	
2	18/08/2023	26/08/2023	7	12,62	310	17.55	27	27,14
3	18/08/2023	26/08/2023	7	12,71	320	18.12	27.87	
Variasi + 5% Bata Merah 2/3								
1	18/08/2023	26/08/2023	7	11,9	220	12.46	19,16	
2	18/08/2023	26/08/2023	7	12.20	215	12.17	18,72	18,72
3	18/08/2023	26/08/2023	7	12.16	210	18.12	18.29	
Variasi -5% Bata Merah 2/3								
1	21/08/2023	29/09/2023	7	12.44	185	10.47	16.10	
2	21/08/2023	29/08/2023	7	12.38	195	11.04	16.98	15.39
3	21/08/2023	29/08/2023	7	12.25	150	8.49	13.09	

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Tabel 11. Hasil Kuat Tekan Batu Pecah 1/2

Kode	Tgl Cor	Tgl Uji	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban Max (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Konversi	Tegangan
							ke 28 Hari (Mpa)	Hancur Rata-rata (Mpa)
Variasi Normal 1/2								
1	21/08/2023	29/08/2023	7	12.09	330	18.68	28.73	
2	21/08/2023	29/08/2023	7	12.22	300	16.98	26.12	27.28
3	21/08/2023	29/08/2023	7	11.79	310	17.55	27	
Variasi + 5% Bata Merah 1/2								
1	21/08/2023	29/08/2023	7	11.76	285	16.13	24.81	
2	21/08/2023	29/08/2023	7	11.71	210	11.89	18.29	20,90
3	21/08/2023	29/08/2023	7	11.72	225	12.74	19.60	
Variasi -5% Bata Merah 1/2								
1	22/08/2023	30/09/2023	7	11.91	210	11.89	18.29	
2	22/08/2023	30/08/2023	7	11.92	180	10.19	15.67	15.67
3	22/08/2023	30/08/2023	7	11.96	150	8.49	13.06	

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Politeknik Negeri Ambon

Sisa bakaran bata merah 5% penambahan dan pengurangan 2/3 dan 1/2 dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton karena sisa bakaran bata merah memiliki kandungan lumpur yang berasal dari tanah, karena pada dasarnya beton tidak boleh mengandung lumpur yang berlebihan yang mempengaruhi kuat tekan beton, pada penelitian ini dengan variasi 5% penambahan dan pengurangan mengalami penurunan

kuat tekan beton dari beton normal yang diakibatkan oleh sisa bakaran bata merah yang ditambahkan dalam campuran beton pada saat pencampuran mungkin ada bata merah yang pecah dan menjadi butiran halus apabila pada saat dimasukan air, butiran halus tersebut akan menjadi lumpur yang sangat berpengaruh pada nilai kuat tekan beton.

Penutup

Dari hasil pengujian dan perhitungan nilai kuat tekan karakteristik beton dapat diketahui beton normal 2/3 memiliki nilai kuat tekan 27,14 MPa dan termasuk dalam beton biasa Mpa dan untuk beton normal 1/2 nilai kuat tekan 27,28Mpa, yang lebih besar dibandingkan dengan beton variasi 5% penambahan dan pengurangan sisa bakaran bata merah, dimana beton variasi 5% penambahan dan pengurangan sisa bakaran bata merah 2/3 dan 1/2 setelah diuji nilai kuat tekannya 18,72 MPa, 15,39 MPa untuk variasi 5% penambahan dan pengurangan sisa bakaran bata merah 2/3, sedangkan nilai kuat tekan 20,90 MPa, 15,37 MPa untuk variasi 5% penambahan dan pengurangan sisa bakaran bata merah 1/2. Dari hasil kuat tekan variasi 5% penambahan dan pengurangan sisa bakaran bata merah lebih rendah nilai kuat tekannya dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton normal.

Daftar Pustaka

- [1] A. Syarif *et al.*, “Bata Merah,” *Anal. Uji Kuat Tekan Bet. Dengan Bahan Tambah. Batu Bata Merah*, pp. 46–56, 2016.
- [2] S. Permatasari, “Pengaruh Bahan Tambah Batu Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Beton f_c ' 21 Menggunakan Agregat Kasar Pt . Amr Dan Agregat Halus Desa Sunggup Kota Baru,” *J. Tapak*, vol. 8, no. 2, pp. 155–161, 2019.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. Bata Merah Untuk Pasangan Dinding. SNI-15-2094-2000. Jakarta
- [4] D. A. Sofia, P. A. Shafira, and H. Kusumah, “Pengaruh Limbah Batu Bata Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, pp. 600–608, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1481>
- [5] Okky Hendra Hermawan, Nadya Safira, M. Fajar Sidiq, and Aulia Rahman, “Analisa Kuat Tekan Beton Akibat Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bata,” *J. Tek. Sipil Univ. Teuku Umar*, vol. 7, no. 2, pp. 217–228, 2021.
- [6] N. Purwanto, “Variabel Dalam Penelitian Pendidikan,” *J. Teknodik*, vol. 6115, pp. 196–215, 2019, doi: 10.32550/teknodik.v0i0.554.
- [7] F. Sukardi, M. Usamah, and J. Hermanto, “Studi Rancangan Campuran Beton Mutu K-300 Menurut SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656 : 2012,” *J. Sains, Sos. Dan Hum.*, vol. 2, no. 1, pp. 142–145, 2022, doi: 10.52046/jssh.v2i1.1247.
- [8] M. Mulyati and Z. Arkis, “Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 7, no. 2, pp. 78–84, 2020, doi: 10.21063/jts.2020.v702.05.