

**Kluster : Penelitian Pembinaan/Kapasitas
No Registrasi Pendaftaran : 20105000031675**

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN BATAKO KONVENSIONAL DENGAN
PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS**



PENELITI :

Ety Jumiati, S.Pd, M.Si (Ketua)

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SUMATERA UTARA MEDAN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas
- b. Kluster : Penelitian Pembinaan/Peningkatan Kualitas
- c. Bidang Keilmuan : Fisika
- d. Kategori : Individu
2. Ketua Peneliti : Ety Jumiati, S.Pd, M.Si
3. ID Peneliti : 202701840410000
4. Unit Kerja : Fakultas Sains dan Teknologi
5. Waktu Penelitian : 6 Bulan
6. Lokasi Penelitian : Medan
7. Biaya Penelitian : Rp. 15.000.000,- (*Lima belas juta rupiah*)

Medan, September 2021

Disahkan Oleh Ketua
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat(LP2M) UIN
Sumatera Utara Medan

Peneliti, Ketua

Dr. Hasan Sazali, M.Ag
NIP. 197602222007011018

Ety Jumiati, S.Pd, M.Si
NIB. 1100000072

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ety Jumiati, S.Pd, M.Si
Jabatan : Lektor
Unit Kerja : Fisika / Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera
Utara Medan
Alamat : Jalan IAIN No. 1 Medan

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Judul penelitian "**PEMBUATAN BATAKO KONVENSIONAL DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS**" merupakan karya original saya.
2. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, dan sedang didanai maka saya akan bertanggung jawab untuk dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, September 2021

Yang Menyatakan,



Ety Jumiati, S.Pd, M.Si
NIB. 1100000072

PEMBUATAN BATAKO KONVENSIONAL DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan batako konvensional dari bahan limbah kertas. Variasi komposisi semen : pasir : limbah kertas antara lain: sampel A (10% : 30% : 60%), sampel B (20% : 30% : 50%) dan sampel C (30% : 30% : 40%), sedangkan waktu pengeringan yaitu selama 28 hari. Parameter pengujian yang dilakukan meliputi: densitas, penyerapan air, kuat tekan dan kuat impak. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa batako limbah kertas yang dihasilkan pada sampel C dengan komposisi 30% : 30% : 40% merupakan hasil yang optimum. Pada komposisi tersebut, batako yang dihasilkan memiliki nilai densitas sebesar $1,055 \text{ g/cm}^3$, penyerapan air sebesar 21,659 %, kuat tekan sebesar $28,258 \text{ kgf/cm}^2$ dan kuat impak sebesar $398,693 \text{ J/m}^2$. Penyerapan air dan kuat tekan yang masih memenuhi persyaratan mutu SNI 03- 0349-1989 kategori tingkat mutu III dan IV.

Kata kunci : batako, limbah kertas dan pasir

KATA PENGANTAR



Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyempurnakan penyelesaian buku yang berjudul *“Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas”*. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, para pengikutnya sampai akhir zaman, adalah sosok yang telah membawa manusia dan seisi alam dari kegelapan ke cahaya sehingga kita menjadi manusia beriman, berilmu, dan tetap beramal shaleh agar menjadi manusia yang berakhlak mulia.

Penulisan buku ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan luaran penelitian. Buku ini juga diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan, khususnya pendidikan fisika dalam instalasi nilai-nilai Islam yang terpadu dalam proses pembelajaran di lingkungan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Dalam penulisan buku ini, saya sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang perlu perbaikan di sana sini, sumbangan pemikiran yang membangun sangat penulis harapkan dari rekan-rekan sejawat terutama dari dosen-dosen senior. Juga usulan dari para pengguna buku ini terutama mahasiswa Fisika.

Medan, September 2021

Penulis

Ety Jumiati, S.Pd, M.Si

NIB. 1100000072

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerangka Teoritis	4
2.1.1 Batako	4
2.1.2 Jenis-jenis dan Ukuran Batako	6
2.1.3 Limbah Kertas	8
2.1.4 Agregat	10
2.1.5 Semen	11
2.1.6 Faktor Air Semen (FAS)	13
2.2 Pengujian Kuliatis Batako	14
2.2.1 Densitas	14
2.2.2 Penyerapan air	14
2.2.3 Kuat Tekan	15
2.2.4 Kuat Impak	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	18

3.3 Tahapan Penelitian	19
3.4 Bagan Alir Penelitian	19
3.5 Prosedur Pembuatan Batako	22
3.6 Metode Pengujian Batako	22
3.7 Prosedur Pengujian Batako	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan	27
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Syarat-syarat Fisis Batako Menurut SNI 03-0349-1989	4
Tabel 2.2 Unsur-unsur Yang Terkandung Didalam Bubur Kertas	8
Tabel 2.3 Susunan Oksidasi Semen Portland Menurut ASTM	12
Tabel 2.4 Persyaratan Kuat Tekan Minimal batako Pejal Menurut SNI 03-0349-1989	16
Tabel 3.1 Rancangan Eksperimen Sampel	19
Tabel 3.2 Metode Pengujian Batako	23
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Densitas	25
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Penyerapan Air	26
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan	26
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kuat Impak	27

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Bentuk-bentuk Batako	7
Gambar 2.2 Bubur Kertas	9
Gambar 3.1 Tahap Pembuatan Bubur Kertas	20
Gambar 3.2 Tahap Pembuatan Batako dan Karakterisasi	21
Gambar 4.1 Grafik Densitas Dengan Sampel	28
Gambar 4.2 Grafik Penyerapan Air Dengan Sampel	29
Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Dengan Sampel	30
Gambar 4.4 Grafik Kuat Impak Dengan Sampel	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampira A Data Hasil Pengujian Batako Limbah Kertas	35
Lampira B Gambar Alat Dan Bahan	43
Lampira C Gambar Proses Pembuatan Batako Limbah Kertas	51
Lampira D SNI 03-0349-1989	54

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Semakin tinggi perkembangan industri maka akan bertambah jumlah limbah yang ditimbulkan sehingga masalah terhadap pencemaran lingkungan juga akan semakin besar. Hal ini akan berpengaruh pada kualitas air tanah yang akan menurun apabila limbah dibuang ke sungai.

Dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap bahan bangunan, misalnya pasir, semen, kapur, dan sebagainya yang terus bertambah, seiring dengan bertambahnya kebutuhan perumahan dan pendirian bangunan lainnya maka produk batako berbahan limbah kertas ini tentunya bermanfaat dalam menekan biaya pembuatan batako yang semakin mahal, dengan mengetahui adanya kandungan anorganik pada limbah kertas yang mirip semen ini, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, maka dalam hal ini limbah kertas dapat digunakan sebagai substitusi bahan bakunya.

Upaya pengelolaan limbah kertas yang tepat dalam pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan batako ini akan sangat membantu dalam pengadaan bahan-bahan bangunan perumahan dengan harga yang murah. Selain murah, batako berbahan limbah yang dihasilkan ini akan lebih ringan dibandingkan dengan produk-produk batako tanpa campuran limbah kertas. Kualitas batako dilihat dari komposisi campuran bahan yang digunakan. Dengan demikian perlu diketahui komposisi campuran bahan-bahan sehingga memberikan hasil yang optimum.

Pada penelitian sebelumnya Himnil Khusna (2012) tentang bahan pembuatan batako dari limbah kertas dengan menganalisis dari senyawa kimia dan penelitian Siti Aisyah Ritonga (2019) tentang menggunakan limbah padat pulp, semen untuk pembuatan bata konstruksi dan sifat-sifat pengujiannya. Oleh karena itu peneliti ingin untuk melakukan penelitian “Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas”.

Penelitian ini bertujuan untuk menjadi salah satu alternatif dalam mengolah limbah kertas sebagai bahan pembuatan batako konvensional. Tahapan pembuatan batako konvensional dengan pemanfaatan limbah kertas dengan variasi campuran berat semen, pasir dan limbah kertas. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap variasi bentuk tersebut berdasarkan densitas, penyerapan air, kuat tekan dan kuat impact.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana teknik pembuatan batako konvensional dengan pemanfaatan limbah kertas?
2. Bagaimana karakteristik batako limbah kertas konvensional yang dihasilkan?
3. Bagaimana kualitas dan aplikasi batako limbah kertas konvensional yang dihasilkan?

1.3. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang di bahas dalam penelitian ini adalah :

1. Menerangkan secara rinci teknik pembuatan batako konvensional dengan pemanfaatan limbah kertas.
2. Uji komposisi bahan variasi campuran berat semen, pasir dan limbah kertas antara lain :
 - a. Sampel A: 10% : 30% : 60% dengan FAS 0,4
 - b. Sampel B: 20% : 30% : 50% dengan FAS 0,4
 - c. Sampel C: 30% : 30% : 40% dengan FAS 0,4
3. Melakukan pengujian fisis dan mekanik pada sampel batako konvensional yang telah dibuat. Pengujiannya meliputi : densitas, penyerapan air, kuat tekan dan kuat impact.

1.4. TUJUAN

1. Mengetahui teknik pembuatan batako konvensional dengan pemanfaatan limbah kertas.
2. Mengetahui karakteristik batako limbah kertas konvensional yang dihasilkan.
3. Mengetahui kualitas dan aplikasi batako limbah kertas konvensional yang dihasilkan.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam mengolah limbah kertas sebagai bahan pembuatan batako konvensional, sehingga limbah kertas dapat bernilai dan menjadi sumber bahan dasar dengan penggunaan teknologi yang tepat.

Bab 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. KERANGKA TEORITIS

2.1.1 BATAKO

Batako merupakan bahan bangunan yang berbentuk batu-batuan yang prosesnya tidak dibakar dengan campuran semen, pasir dan air. Pada proses pembuatannya dapat ditambahkan dengan jerami merupakan bahan pengisi antara campuran atau bahan yang lainnya.

Batako dapat dibentuk seperti berbentuk persegi panjang berukuran khusus dan pada proses pengeringannya tidak dengan dibakar, serta pemeliharanya ditempatkan pada tempat lembab dan tidak terpapar matahari atau hujan secara langsung.

Syarat kualitas untuk batako dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Syarat-syarat Fisis Batako Menurut SNI 03-0349-1989

No	Syarat-syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Batako Pejal			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata min	kg/cm ²	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing	kg/cm ²	90	65	35	21
3	Penyerapan air rata-rata maks	%	25	35	-	-

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, bata beton pejal dibedakan menjadi empat tingkatan mutu, yaitu mulai dari tingkat mutu I sampai IV.

1. Tingkat mutu I, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).

2. Tingkat mutu II, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).
3. Tingkat mutu III, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari, tetapi permukaan dinding dari bata tersebut boleh tidak diplester (di bawah atap).
4. Tingkat mutu IV, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari hujan dan terik matahari (harus diplester dan dibawah atap).

Batako mempunyai kelebihan dibanding bahan bangunan lain antara lain sebagai berikut: (Rainbow Toha, 2019)

1. Praktis: mudah pemasangannya dan sangat cepat. Perbandingan dengan bata merah 1:4. Batako padat memiliki 2 ukuran yaitu "satuan utuh" dan "tengahan". Dengan adanya ukuran menengah tersebut, pekerja/tukang tidak perlu memotong batako satuan sendiri. Selain memakan waktu kerja, juga dapat mempengaruhi kerapian bangunan nantinya. Batako juga memiliki 2 jenis, khusus untuk pondasi (merah) dan khusus untuk dinding (kuning).
2. Cepat: karena mudah pemasangannya, otomatis cepat waktu dalam pengerjaannya. Penghematan waktu artinya penghematan biaya untuk ongkos tukang. Dengan batako tersebut bangunan dapat langsung diaci, tanpa pemlesteran terlebih dahulu. Sehingga kita tidak perlu kehilangan pasir dan semen lebih banyak. Dapat dibayangkan berapa banyak penghematan yang bisa kita lakukan. Kita sudah mendapatkan suatu bangunan dengan kualitas yang dapat dipertanggungjawabkan.
3. Kuat: adukan dengan komposisi yang tepat dengan bahan yang baik, menjadi jaminan kualitas. Bahan: pasir putih, semen dan puing ditambah pengeras, semua dengan variasi dan komposisi yang tepat. Komposisi penggunaan semen pada batako padat merah (khusus pondasi) tidak sama dengan batako padat kuning (khusus dinding), karena kita sesuaikan dengan fungsinya. Kekuatan batako juga disebabkan oleh bentuknya, yang dicetak sedemikian rupa sehingga memiliki daya ikat yang sangat kuat satu dengan yang lainnya.

Batako memiliki cekungan di sekelilingnya, yang menghasilkan ikatan sangat kuat.

4. Ekonomis: menyangkut harga dibandingkan dengan kualitas bangunan. Dinding 1 m x 1 m menggunakan 19 batako, tanpa kita harus kehilangan biaya lebih utk membeli pasir, semen dan ongkos tukang lebih banyak, 1 m³ dapat digunakan untuk membangun dinding menjadi 11 m². Penggunaan adukan dapat lebih hemat, tanpa ada adukan yang harus banyak terbuang karena jatuh ke tanah (pemlesteran). Karena bentuk dan ukuran tetap, perkiraan jumlah penggunaan batako dapat lebih mudah diperkirakan sehingga resiko kelebihan pembelian batako dapat ditekan.

2.1.2 JENIS DAN UKURAN BATAKO

Ukuran dan jenis batako cetak bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Ukuran batako yang standar adalah sebagai berikut:

1. Type A Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlubang untuk tembok/dinding pemikul beban dengan tebal 20 cm.
2. Type B Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlubang untuk tembok/dinding tebal 20 cm sebagai penutup atap pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.
3. Type C Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.
4. Type D Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi/pemisah dengan tebal 20 cm.
5. Type E Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ tidak berlubang untuk tembok-tembok setebal 10 cm, juga dipergunakan sebagai dinding pengisi atau pemikul sebagai hubungan sudut-sudut dan pertemuan.
6. Type F Ukuran 8 x 20 x 40 cm³ tidak berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

Berdasarkan bentuknya, batako digolongkan ke dalam dua kelompok utama:



(a) Batako Padat



(b) Batako Berlubang

Gambar 2.1. Bentuk-bentuk Batako

Batako berlubang memiliki sifat penghantar panas yang lebih baik dari batako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama. Batako berlubang memiliki beberapa keunggulan dari batu bata, beratnya hanya 1/3 dari batu bata dengan jumlah yang sama dan dapat disusun empat kali lebih cepat dan lebih kuat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Di samping itu keunggulan lain batako berlubang adalah kedap panas dan suara. (Yobel Sarowa'a Hulu, 2018).

Ada 3 jenis pengelompokan batako bila dilihat dari segi bahan penyusunnya yaitu: (Eka Trikarlina, 2017).

1. Batako putih (tras)

Tras merupakan jenis tanah berwarna putih atau putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu gunung berapi. Pada umumnya tras memiliki ukuran panjang 25-30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm. Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air.

2. Batako semen/batako pres

Batako pres dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan), ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat dari kepadatan permukaan batako-nya. Umumnya memiliki ukuran panjang 36-40 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 18-20 cm.

3. Bata ringan

Bata ringan dibuat dari campuran pasir kuarsa, kapur, semen, dan bahan lain yang tergolong sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batas atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun kadang-kadang nilai ini dapat melebihi. Dimensi-nya lebih besar dibanding dengan bata konvensional yaitu $60 \times 20 \text{ cm}$ dengan ketebalan 7 hingga 10 cm menjadikan pekerjaan dinding lebih cepat selesai dibandingkan bata konvensional.

2.1.3 LIMBAH KERTAS

Hasil analisis kimia pada limbah padat kertas mempunyai unsur-unsur yang sama dengan komposisi semen yaitu kandungan kalsium oksida (CaO), aluminium oksida (Al_2O_3), magnesium oksida (MgO), sulfur trioksida (SO_3), silikon dioksida (SiO_2) (Anonim, 2005) adalah senyawa yang dapat digunakan untuk bahan dasar pembuat semen.

Dalam limbah kertas dapat diolah menjadi bubur kertas. Ada beberapa kriteria dalam pembuatan bubur kertas yang memiliki banyak kegunaan. Proses pembuatannya dengan mencampurkan potongan kertas kecil-kecil tersebut kedalam air, kemudian direndam. Setelah itu dilakukan proses penghalusan dan proses selanjutnya penggunaan campuran bahan lain seperti pasir dan semen. Keunggulan menggunakan mesin pencampur bahan adalah semakin menyatunya bahan-bahan seperti: semen, pasir dan bubur kertas dapat menghasilkan adonan sampel yang lebih baik. Oleh karena itu beberapa campuran dengan material tertentu, dapat membutuhkan alat tertentu pula tergantung volume yang dibutuhkan. Unsur – unsur yang terkandung didalam bubur kertas:

Table 2.2. Unsur-unsur yang terkandung didalam bubur kertas.

Nama Unsur	Massa (gram)	Satuan (ppm)
<i>Plumbum</i> , Pb	0,004339	17,356
<i>Cadmium</i> , Cd	0,000219	0,876
<i>Chromium</i> , Cr	0,002138	8,552
<i>Zinc</i> , Zn	0,0126635	50,654
<i>Mercury</i> , Hg	0,000008	0,032
<i>Phosphate</i> , PO_4	0,00001125	0,045



Gambar 2.2 Bubur Kertas

Dengan mengetahui adanya kandungan anorganik pada limbah kertas yang mirip semen ini, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, maka dalam hal ini limbah kertas dapat digunakan sebagai substitusi bahan bakunya. Dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap bahan bangunan, misalnya pasir, semen, kapur, dan sebagainya yang semakin bertambah, dengan bertambahnya kebutuhan perumahan dan pendirian bangunan lainnya, maka produk batako berbahan limbah kertas ini tentunya bermanfaat dalam menekan biaya pembuatan batako yang semakin mahal.

Struktur bahan utama dari sampah kertas berupa lignoselulosa yang terdiri atas komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Bobleter 1994, Hendricks dan Zeeman 2009). Lignoselulosa pada umumnya diperoleh dari kayu yang diproses hingga menjadi bubur kertas. Pengemasan kertas sangat beragam tergantung dari proses pengolahannya adapun sifat kekuatan dan mekanisnya bergantung pada perlakuan mekanis pada serat serta penambahan pada bahan pengisi dan pengikatnya. Sampah kertas merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya dalam suatu proses. Sampah kertas merupakan kategori sampah *non-biodegradable* dengan sifat *recyclable* (sampah kertas tidak bisa diurai melalui proses biologi namun dapat diolah dan digunakan kembali untuk meningkatkan nilai guna barang secara ekonomis).

Upaya pengelolaan limbah kertas yang tepat dalam pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan batako ini akan sangat membantu pemerintah dalam program penyediaan bahan bangunan perumahan dengan harga murah. Selain murah, batako berbahan limbah yang dihasilkan ini akan lebih ringan dibandingkan dengan produk-produk batako tanpa campuran limbah kertas. Kualitas batako yang dihasilkan sangat tergantung oleh komposisi campuran bahan yang digunakan. Dengan demikian perlu diketahui komposisi campuran bahan-bahan sehingga memberikan hasil yang optimum.

2.1.4 AGREGAT

Agregat merupakan bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat. Adapun agregat memenuhi 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat mempengaruhi terhadap kualitas beton. Agregat dapat berbentuk agregat halus (seperti pasir) dan agregat kasar (seperti kerikil).

Karena agregat lebih murah dibandingkan dengan semen maka akan ekonomis bila agregat dimasukkan sebanyak-banyaknya selama secara teknis memungkinkan, dan sedikit kandungan semennya. Walaupun dulu agregat dianggap sebagai material pasif yaitu berperan sebagai pengisi saja, tapi sekarang diketahui adanya kontribusi positif agregat pada sifat beton.

Agregat kasar dan halus berbeda yaitu pada ayakan 5 mm. Agregat halus merupakan agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm dan agregat kasar merupakan agregat dengan ukuran lebih besar dari 5 mm. Agregat dapat diperoleh dari batuan alam ukuran kecil dan batu alam besar yang dihancurkan.

Berikut ini jenis-jenis agregat yaitu:

1. Agregat Halus

Bagian yang lolos dari suatu ayakan tidak boleh dari 45% dari yang tertahan pada ayakan berikutnya karena kehalusan. Modulus kehalusan harus antara 2,3 – 3,2 mm. agregat halus terdiri atas pasir alam, pasir hasil buatan, dan gabungan dari kedua pasir tersebut. Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah dan granit.

2. Agregat Kasar

Pasir merupakan agregat halus yang terdiri atas butiran 0,14 – 5 mm yang didapat dari bahan alam (*natural sand*) atau dapat juga dengan memecahkan (*artificial sand*), tergantung dari kondisi pembentukan tempat terjadinya. Pasir alam dapat dibedakan atas: pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut. Pasir merupakan bahan yang digunakan dengan tanah liat untuk membentuk adukan. Kemudian pasir juga berpengaruh terhadap sifat tahanan kekerasan pada produk bahan bangunan campuran tanah liat. Pasir adalah contoh bahan mineral butiran.

Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 – 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon oksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Pasir tidak dapat ditumbuhi tanaman, karena rongga-rongganya yang besar. (Nugraha, 2016)

2.1.5 SEMEN

Semen adalah bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air. Bahan ini digunakan dalam berbagai pekerjaan teknik sipil, untuk menghasilkan semen *Portland*, bahan berkapur dan lempung dibakar sampai konstruksi.

Semen Portland merupakan semen yang dibuat dengan cara menghancurkan terak semen sehingga berbentuk serbuk halus dan ditambah mineral dari kalsium, alumina dan silikat. Adapun bahan pembentuk semen Portland adalah kalsium (CaO) dari batu kapur, silikat (SiO₂) dari tanah lempung dan alumina (Al₂O₃) dari tanah lempung.

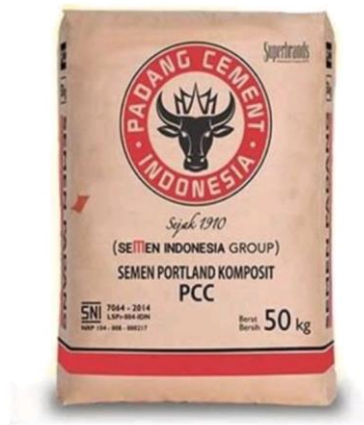
Berdasarkan ASTM C-150 2014 ada beberapa jenis semen Portland. Salah satunya adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC) dan *Portland Composite Cement* (PCC). OPC adalah semen Portland tipe I yang digunakan untuk konstruksi umum dan tidak memerlukan persyaratan khusus, yaitu tidak tahan sulfat, tidak tahan panas hidrasi, terbuat dari banyak kalsium dan sedikit bahan tambah, tetapi memiliki kekuatan awal lebih cepat. Sedangkan, PCC merupakan semen yang digunakan untuk keperluan konstruksi umum, tetapi lebih tahan sulfat

dan asam sedang serta lebih kedap air. Berikut ini tabel susunan oksidasi semen Portland menurut ASTM.

Tabel 2.1 Susunan Oksida Semen Portland Menurut ASTM

No	Oksida	Persentase (%)
1	Kapur (CaO)	63
2	Silika (SiO ₂)	22
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	7
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	3
5	Magnesia (MgO)	2
6	Sulfur (SO ₃)	2

Sumber: Muslimin, 2016



Gambar 2.3 Semen Portland

Menurut Jack C. Mc Corman : 2003, di Amerika Serikat, American Society for Testing and Materials (ASTM) ada lima jenis semen *Portland* yaitu:

1. Tipe I yaitu semen serbaguna yang digunakan pada pekerjaan konstruksi biasa.
2. Tipe II yaitu semen modifikasi yang mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah daripada semen Tipe I dan memiliki ketahanan sulfat yang cukup tinggi.

3. Tipe III yaitu semen dengan kekuatan awal yang tinggi yang akan menghasilkan dalam waktu 24 jam, beton dengan kekuatan sekitar dua kali semen Tipe I. Semen jenis ini memiliki panas hidrasi yang jauh lebih tinggi.
4. Tipe IV yaitu semen dengan panas hidrasi rendah yang menghasilkan beton yang melepaskan panas dengan sangat lambat. Semen jenis ini digunakan untuk struktur-struktur beton yang sangat besar.
5. Tipe V yaitu semen untuk beton-beton yang tahan terhadap sulfat yang tinggi.

2.1.6 FAKTOR AIR SEMEN

Secara umum diketahui jika semakin besar nilai FAS maka akan semakin kecil kualitas kekuatan batako. Tetapi nilai FAS yang kecil tidak selamanya berarti bahwa kekuatan beton/batako semakin tinggi. Nilai FAS yang kecil akan membuat kesulitan dalam pelaksanaannya yaitu dalam proses pemadatan yang pada akhirnya akan membuat kualitas batako akan menurun.

Pada umumnya nilai faktor air semen yang minimum sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam batako rata-rata sangat berpengaruh pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. (Himnil Khusna, 2012). Pada penelitian ini air yang digunakan sebagai pelarut dengan menggunakan nilai FAS sebesar 0,4.

Untuk menghitung faktor air semen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FAS = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Jumlah Semen}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Adapun fungsi dari faktor air semen (FAS) antara lain yaitu:

- Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor Air Semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan, bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

2.2. PENGUJIAN KUALITAS BATAKO

Pengujian kualitas batako dilakukan terhadap kuat tekan dan beberapa faktor yang dapat dijalankan sebagai penentu mutu batako yang dihasilkan. Metode pengujian didasarkan pada standard mutu kualitas batako SNI 03-0349-1989 dan pengujiannya meliputi :

2.2.1 DENSITAS

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. (Nasrul, 2016)

Untuk pengukuran densitas batako menggunakan metode Archimedes dan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

ρ = densitas/massa jenis batako (g/cm^3)

m = massa sample kering (g)

V = Volume Sampel (m^3)

2.2.2 PENYERAPAN AIR

Untuk uji absorpsi semua komposisi batako memenuhi persyaratan SNI, karena berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 35%. Nilai penyerapan air mencerminkan kemampuan benda uji untuk menyerap air setelah direndam selama 24 jam.

Besar kecilnya penyerapan air pada sampel sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam sampel maka akan semakin besar pula penyerapan airnya sehingga ketahanannya akan berkurang. Pengukuran daya serap air merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Penyerapan air dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Penyerapan Air} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

P_a = Persentase air yang terserap batako (%)

m_b = massa batako setelah direndam dalam air (g)

m_k = massa batako kering (g)

2.2.3 KUAT TEKAN

Kuat tekan (*Compressive strength*) suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut. (Yobel Sarowa'a Hulu, 2018)

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis berikut:

$$F_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

F_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (m^2)

Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal Menurut SNI-03-0349-1989

Mutu	Kuat Tekan Minimum (kg/cm ²)
I	100
II	70
III	40
IV	25

2.2.4 KUAT IMPAK

Pengujian kuat impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Dasar pengujian impak adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi.

Secara umum metode pengujian impak ini dilakukan dengan dua metode yaitu metode Charpy dan metode Izord. Metode Charpy adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan, sedangkan metode Izord adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi specimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah takikan. Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Harga impak akan menjadi besar dengan meningkatnya absorpsi kadar air dan menjadi kecil karena pengeringan. Berdasarkan penelitian Siregar, Nia Nenshi (2013) nilai kuat impak pada batako normal 280 J/m².

Besarnya kuat impact dapat dihitung dengan menggunakan rumus: (Nasrul, 2016)

$$I_s = \frac{E_s}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

I_s = Kekuatan Impact (J/m²)

E_s = Energi yang diserap sampel setelah tumbukan (J)

A = Luas Penampang lintang sampel (m²)

Bab 3

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental, yaitu dengan melakukan pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah limbah kertas, kemudian sampel tersebut diuji untuk mengetahui uji komposisi bahan dengan sifat fisis dan sifat mekaniknya.

3.1 TEMPAT DAN WAKTU

Tempat penelitian dilakukan:

1. Laboratorium Fisika Dasar UIN SU Medan
2. Laboratorium Material Testing PTKI Medan

Waktu penelitian dilakukan yaitu dari bulan April – Agustus 2021

3.2 ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan:

1. Jangka sorong
2. Gelas Ukur 100 ml
3. Ayakan 100 *mesh*
4. Blender
5. Timbangan digital
6. Wadah Plastik
7. Sendok Semen
8. Gunting
9. Alat cetakan batako
10. *Hot Press*
11. UTM (*Universal Testing Machine*)
12. Impak Izod Gotech

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan briket adalah:

1. Limbah kertas
2. Pasir
3. Semen
4. Aquades

3.3 TAHAPAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Percobaan tahap pertama adalah pembuatan batako berbahan limbah kertas dengan variasi campuran limbah kertas, pasir dan semen yang kemudian diuji sesuai dengan SNI 03-0349-1989.

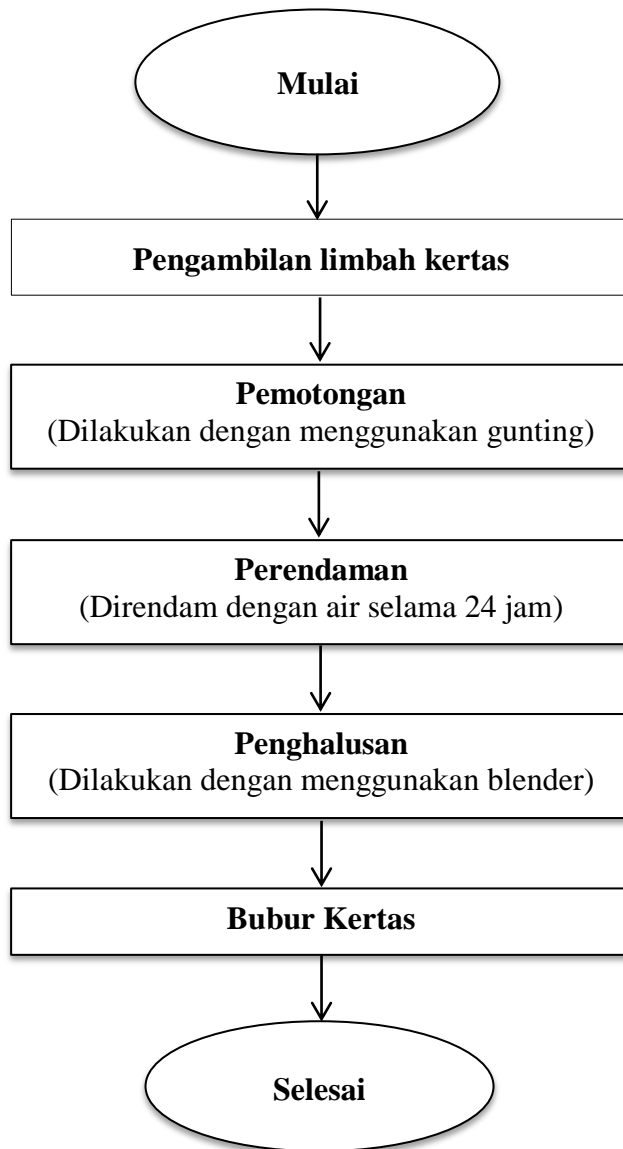
Tabel 3.1 Rancangan Eksperimen Sampel

Sampel	Semen	Pasir	Limbah Kertas
A	10%	30%	60%
B	20%	30%	50%
C	30%	30%	40%

Tahap kedua adalah parameter pengujian terdiri dari densitas, penyerapan air, kuat tekan dan kuat dampak yang sesuai dengan mutu batako SNI 03-0349-1989.

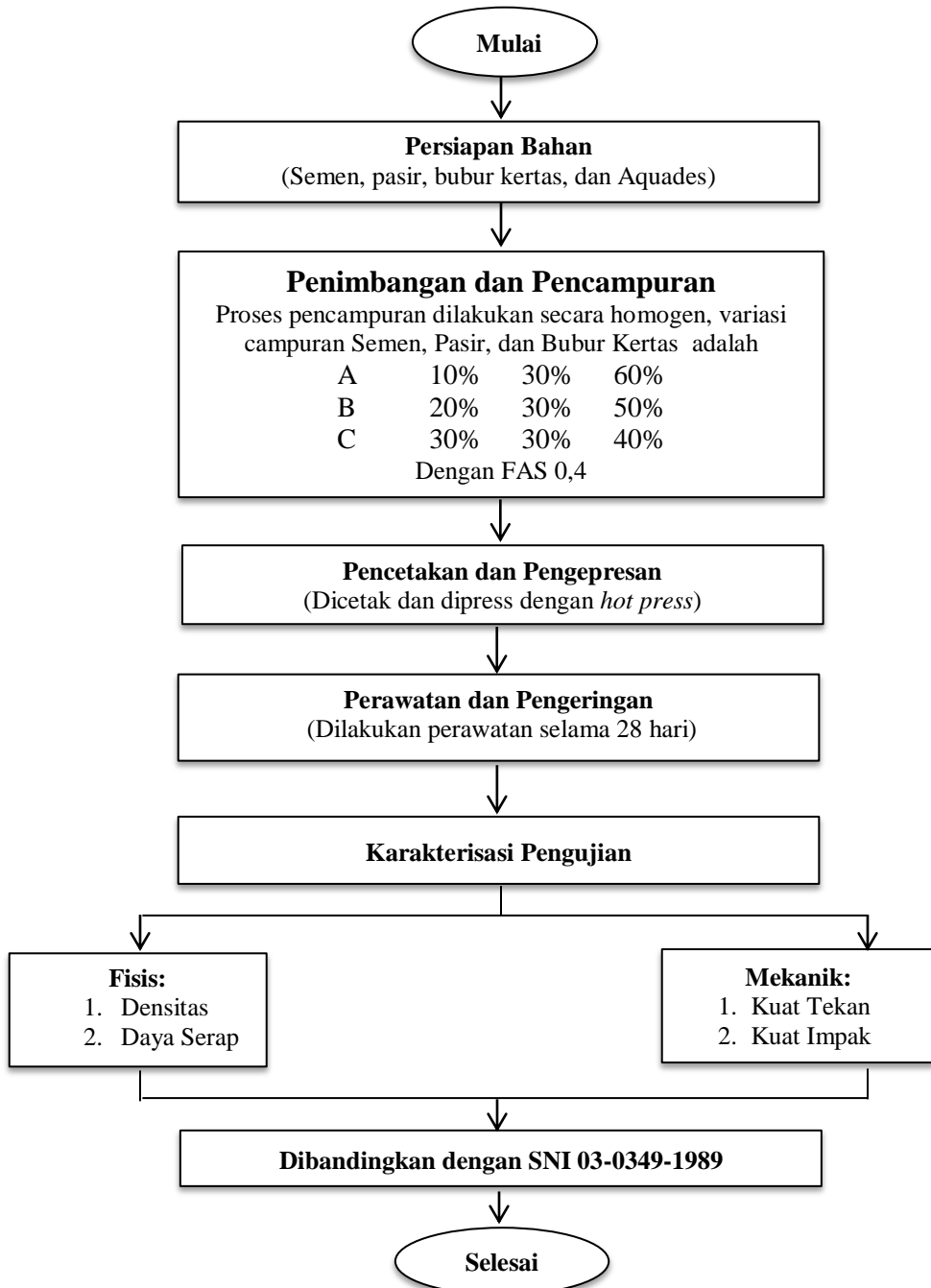
3.4 BAGAN ALIR PENELITIAN

Berikut ini disajikan bagan alir penelitian yang menggambarkan apa yang akan dilakukan pada tahap I.



Gambar 3.1 Tahap Pembuatan Bubur Kertas

Selanjutnya dilakukan pada tahap II



Gambar 3.2 Tahap Pembuatan Batako dan Karakterisasi

3.5 PROSEDUR PEMBUATAN BATAKO

A. Tahap Pembuatan Bubur Kertas

1. Melakukan pengambilan limbah kertas yang tidak terpakai lagi.
2. Kemudian kertas dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil-kecil.
3. Limbah kertas tersebut ditambahkan air didalam suatu wadah dan direndam selama 24 jam.
4. Setelah itu dihaluskan dengan menggunakan blender sampai halus.
5. Kemudian hasilnya menjadi bubur kertas.

B. Tahap Pembuatan Batako Limbah Kertas

1. Diambil bahan pasir dan semen untuk dilakukan pengayakan dengan ayakan ukuran 100 mesh.
2. Selanjutnya dilakukan penimbangan dan pencampuran homogen yaitu semen, pasir dan limbah kertas dengan 3 variasi campuran yaitu: sampel A (10%:30%:60%), sampel B (20%:30%:50%), sampel C (30%:30%:40%).
3. Kemudian setelah adonan tercampur merata dimasukkan ke dalam alat cetakan dan dilakukan pengepresan dengan menggunakan *hot press*, setelah itu dilakukan pengeringan secara alami selama 28 hari.
4. Setelah 28 hari maka sampel batako dari limbah kertas telah dihasilkan.
5. Setelah diperoleh hasil sampel batako maka dilakukan pengujian dengan parameter fisis dan mekanis.

3.6 METODE PENGUJIAN BATAKO

Berikut ini adalah tabel standar pengujian yang digunakan dalam pengujian batako.

Tabel 3.2 Metode Pengujian Batako

No	Sifat Batako	Jenis Pengujian	Metode	Referensi
1	Sifat Fisik	Densitas Penyerapan Air	- SNI 03-0349-1989	Sopyan, 2020
2	Sifat Mekanik	Kuat Tekan Kuat Impak	SNI 03-0349-1989 -	Nenshi, 2013

3.7 PROSEDUR PENGUJIAN BRIKET

1. Densitas

Prosedur pengukuran densitas yaitu massa batako ditimbang terlebih dahulu, kemudian diukur diameter dan tinggi sampel batako untuk dihitung volume briket dengan jangka sorong. Setelah itu dihitung nilai densitasnya menggunakan persamaan 2.2.

2. Daya Serap Air

Prosedur pengukuran densitas yaitu mengukur massa batako yang kering dan dicatat hasilnya, kemudian sampel batako direndam ke dalam wadah plastik yang berisi air secukupnya selama 24 jam. Setelah itu sampel batako diangkat dan dihitung massa basah sampel batako dan dicatat hasilnya, kemudian dihitung nilai penyerapan airnya menggunakan persamaan 2.3.

3. Kuat Tekan

Penentuan kuat tekan yaitu dengan cara disediakan sampel batako, kemudian diukur diameter dan tinggi sampel batako untuk dicari luas penampangnya. Setelah itu dinyalakan mesin dengan menekan tombol switch ke posisi on. Diletakkan sampel batako pada tumpuannya. Dilakukan penyetelan jarum hitam dan merah pada manometer keposisi 0 (nol), pengujian dimulai dengan mendorong handle penggerak motor kedepan. Kemudian memperhatikan dan jarum petunjuk pada manometer selama penekanan dilakukan, jika jarum hitam pada manometer tidak bergerak lagi maka beban maksimum tercapai dan pengujian telah

selesai. Setelah itu nilai diperoleh dan dicatat hasilnya, ini sesuai dengan nilai kuat tekan menggunakan persamaan 2.3.

4. Kuat Impak

Penentuan kuat impak yaitu dengan cara disediakan sampel batako, kemudian diukur diameter dan tinggi sampel batako untuk dicari luas penampangnya. Setelah itu dinyalakan mesin pengujian kuat impak dengan menekan tombol switch ke posisi on. Diletakkan sampel batako pada tumpuannya. Dilakukan penyetelan jarum hitam dan merah pada manometer keposisi 0 (nol), pengujian dimulai dengan mendorong handle penggerak motor kedepan. Kemudian memperhatikan dan jarum petunjuk pada manometer selama penekanan dilakukan, jika jarum hitam pada manometer tidak bergerak lagi maka beban maksimum tercapai dan pengujian telah selesai dan mencatat hasil pengukuran pada jarum penunjuk energi, nilai energi dikurangi dengan 0,2 J sebagai energi kosong. Setelah itu nilai diperoleh dan dicatat hasilnya, ini sesuai dengan nilai kuat impak menggunakan persamaan 2.5.

Bab 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENELITIAN

Batako yang telah dibuat dari campuran semen, pasir dan limbah kertas, kemudian dilakukan proses pengeringan secara alami selama 28 hari. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis dari batako yang diperoleh. Untuk mengetahui karakteristik batako tersebut maka perlu diukur parameter antara lain: densitas, penyerapan air, kuat tekan, dan kuat impak. Pengaplikasian batako yang optimum harus memenuhi kualitas batako SNI 03-0349-1989. Hasilnya dapat dilihat pada tabel dan perhitungannya dilihat pada lampiran.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Densitas

Sampel	Kode sampel	Massa (g)	Volume (cm)	Densitas (g/cm ³)	Rata-rata (g/cm ³)
A	A1	26,12	27,54	0,948	0,969
	A2	27,05	27,27	0,992	
	A3	26,65	27,54	0,968	
B	B1	27,54	27,81	0,990	0,994
	B2	27,06	27,54	0,983	
	B3	27,80	27,54	1,009	
C	C1	30,01	27,54	1,089	1,055
	C2	28,06	27,27	1,029	
	C3	28,55	27,27	1,047	

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Penyerapan Air

Sampel	Kode Sampel	Massa Basah (g)	Massa Kering (g)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)	SNI-03-0349-1989 (%)
A	A1	36,20	26,12	38,591	37,986	
	A2	36,83	27,05	36,155		
	A3	37,10	26,65	39,212		
B	B1	35,00	27,54	27,088	30,357	Maks 35
	B2	36,83	27,06	36,104		
	B3	35,55	27,80	27,878		
C	C1	36,14	30,01	20,427	21,659	
	C2	34,90	28,06	24,376		
	C3	34,31	28,55	20,175		

Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Kuat Tekan

Sampel	Kode Sampel	Kuat Tekan (kgf/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)	SNI-03-0349-1989 (kg/cm ²)
A	A1	8,228	7,085	
	A2	7,100		
	A3	5,926		
B	B1	20,423	17,869	Min 25
	B2	17,009		
	B3	16,177		
C	C1	25,061	28,258	
	C2	30,943		
	C3	28,770		

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Kuat Impak

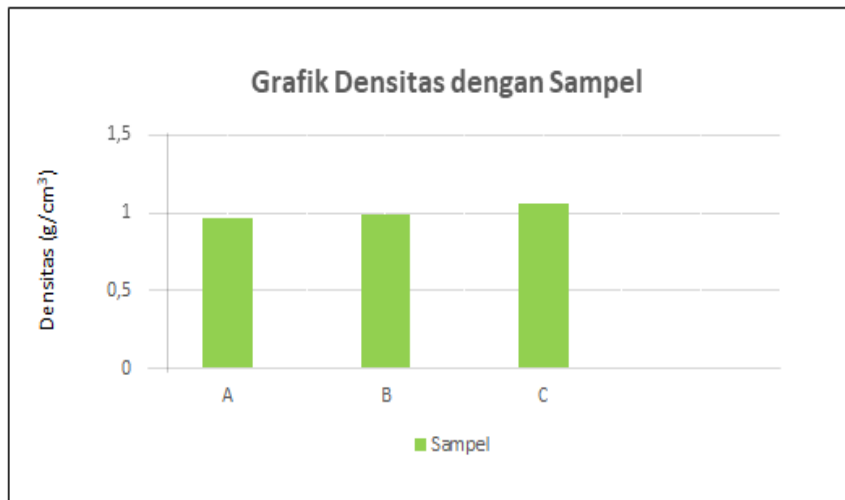
Sampel	Kode Sampel	Kuat Impak (J/m²)	Kuat Impak Rata-rata (J/m²)
A	A1	180,811	183,705
	A2	210,108	
	A3	160,196	
B	B1	280,401	266,530
	B2	217,479	
	B3	301,710	
C	C1	395,800	398,693
	C2	330,183	
	C3	470,096	

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Densitas

Hasil pengukuran densitas batako limbah kertas, diperlihatkan seperti pada gambar 4.1. Dari gambar 4.1 terlihat bahwa sampel A menghasilkan nilai densitas sebesar 0,969 g/cm³, sampel B menghasilkan nilai densitas sebesar 0,994 g/cm³ dan sampel C menghasilkan nilai densitas sebesar 1,055 g/cm³.

Adapun hasil pengukura dan perhitungan untuk menentukan besarnya nilai densitas dapat dilihat pada lampiran A.



Gambar 4.1 Grafik Densitas dengan Sampel

Dari hasil analisis densitas batako limbah kertas diperoleh bahwa kenaikan nilai densitas berpengaruh nyata terhadap batako yang dihasilkan.. Semakin tinggi pengempaan maka akan menyebabkan jarak pori-pori partikel batako akan mengalami penyempitan (semakin rapat) dan batako akan semakin padat, sementara untuk volume batako dalam kondisi yang sama akan diperoleh densitas yang tinggi.

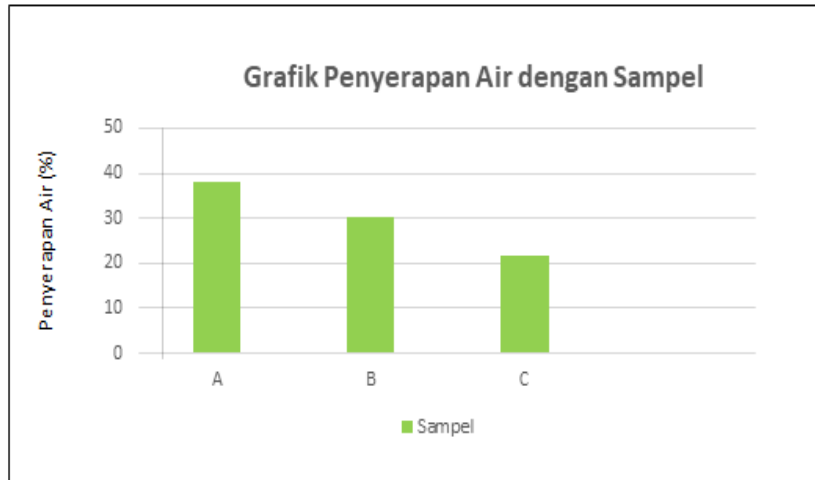
Dari data-data pengujian yang diatas, nilai-nilai yang dihasilkan semakin tinggi dengan massa limbah kertas yang semakin sedikit dan sampel C memenuhi kategori batako ringan struktural. Berdasarkan penelitian Sopyan Ali Rohman, dkk (2020) nilai densitas pada batako ringan yang sebesar 0,769 g/cm³.

4.2.2 Penyerapan Air

Hasil pengukuran penyerapan air batako limbah kertas, diperlihatkan seperti pada gambar 4.2. Dari gambar 4.2 terlihat bahwa sampel A menghasilkan nilai densitas sebesar 37,986 %, sampel B menghasilkan nilai densitas sebesar 30,357 % dan sampel C menghasilkan nilai densitas sebesar 21,659 %. Dari ketiga sampel tersebut apabila dibandingkan dengan SNI 03-0349-1989 dengan nilai penyerapan air sebesar maksimal 35 %, maka sampel B dan C sudah

memenuhi standar dari kualitas batako.

Adapun hasil pengukuran dan perhitungan untuk menentukan besarnya nilai densitas dapat dilihat pada lampiran A.



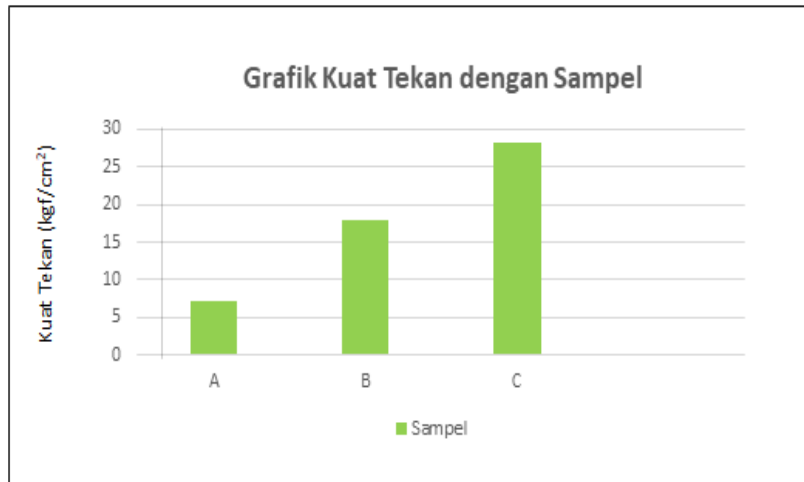
Gambar 4.2 Grafik penyerapan air dengan sampel

Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai dari sampel A-C, hal ini dapat disebabkan karena pencampuran yang baik sehingga limbah kertas terdistribusi secara merata. Penyerapan air menurun jika penggunaan komposisi limbah kertas semakin kecil, namun sebaliknya secara keseluruhan penyerapan air meningkat seiring bertambahnya komposisi limbah kertas yang digunakan. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena sifat penyerapan air yang dimiliki kertas sangat tinggi.

4.2.3 Kuat Tekan

Hasil pengukuran kuat tekan batako limbah kertas, diperlihatkan seperti pada gambar 4.3. Dari gambar 4.3 terlihat bahwa sampel A menghasilkan nilai densitas sebesar $7,085 \text{ kgf/cm}^2$, sampel B menghasilkan nilai densitas sebesar $17,869 \text{ kgf/cm}^2$ dan sampel C menghasilkan nilai densitas sebesar $28,258 \text{ kgf/cm}^2$. Dari ketiga sampel tersebut apabila dibandingkan dengan SNI 03-0349-1989 dengan nilai kuat tekan sebesar minimal 25 kgf/cm^2 , maka sampel C sudah memenuhi standar dari kualitas batako.

Adapun hasil pengukuran dan perhitungan untuk menentukan besarnya nilai densitas dapat dilihat pada lampiran A.



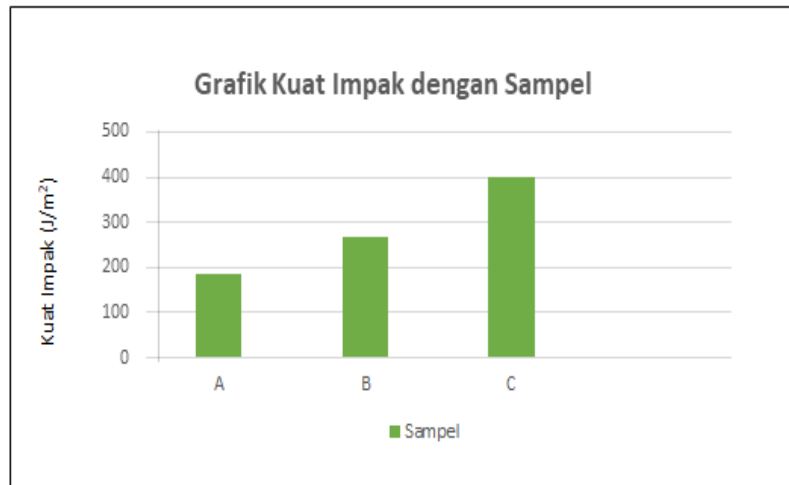
Gambar 4.3 Grafik kuat tekan dengan sampel

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kuat tekan batako semakin tinggi dengan berkurangnya kandungan kertas dalam campuran. Kuat tekan tertinggi terjadi pada sampel C dengan nilai kuat tekan 28,258 kgf/cm², kemudian kuat tekan terendah terjadi pada sampel A dan B dengan nilai kuat tekan 7,085 kgf/cm² dan 17,869 kgf/cm². Batako yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas batako karena dilakukan pencetakan dan pengresan dengan *hot press*, yang mempengaruhi pemadatan setiap sampel yang dihasilkan.

4.2.4 Kuat Impak

Hasil pengukuran kuat impak batako limbah kertas, diperlihatkan seperti pada gambar 4.4. Dari gambar 4.4 terlihat bahwa sampel A menghasilkan nilai densitas sebesar 183,705 J/cm², sampel B menghasilkan nilai densitas sebesar 266,530 J/cm² dan sampel C menghasilkan nilai densitas sebesar 398,693 J/cm².

Adapun hasil pengukuran dan perhitungan untuk menentukan besarnya nilai densitas dapat dilihat pada lampiran A.



Gambar 4.4 Grafik kuat impak dengan sampel

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai kuat impak mengalami kenaikan 183,705 J/m² sampai 398,693 J/m². Hal ini disebabkan karena pengurangan massa kertas, semakin kecil penggunaan kertas yang digunakan maka mengurangi pori atau ruang-ruang kosong yang cukup banyak sehingga dapat melemahkan proses pengikatan pasta semen dengan material lainnya. Dari data-data pengujian yang diatas, nilai-nilai yang dihasilkan semakin tinggi dengan massa limbah kertas yang semakin sedikit dan sampel C memenuhi kategori batako normal. Berdasarkan penelitian Siregar, Nia Nenshi (2013) nilai kuat impak pada batako normal 280 J/m².

Bab 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada variasi komposisi semen : pasir : limbah kertas antara lain: sampel A (10% : 30% : 60%), sampel B (20% : 30% : 50%) dan sampel C (30% : 30% : 40%), diperoleh bahwa komposisi terbaik dihasilkan dari sampel C yang memiliki nilai penyerapan air sebesar 21,659 % dan nilai kuat tekan sebesar 28,258 kg/cm² yang memenuhi SNI 03-0349-1989 pada kategori tingkat mutu III dan IV.
2. Aplikasi dari batako yang dihasilkan pada sampel C dapat digunakan sebagai dinding penyekat serta konstruksi lainnya, karena kuat tekan yang dihasilkan sebesar 28,258 kg/cm² sudah memenuhi syarat mutu IV pada batako yang ditetapkan SNI 03-0349-1989.

5.2 SARAN

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan limbah yang lain, agar diperoleh batako yang penyerapan air dan kuat tekannya memiliki mutu kualitas yang baik.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan pengujian SEM agar dapat mengetahui struktur morfologi dari sampel batako yang akan mendukung sampel mana yang lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Siti Ritonga. 2019. *Pembuatan Dan Karakterisasi Bata Konstruksi Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Pulp Dan Semen*. Universitas Sumatera Utara
- Anonim. 2005. *Hasil Tes Laboratorium Terhadap Sampel Limbah Kertas*. Surabaya: Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri (LPKI).
- C. Jack. Mc Cormac. (2003). *Desain Beton Bertulang*. Penerbit: Erlangga. Jakarta. *Dengan Perikat Polyester*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hulu, Yobel Sarowa'a, 2018. *Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako*. Medan: Universitas Medan Area.
- Jumiati, Ety. 2009. *Pembuatan Beton Semen Polimer Berbasis Sampah Rumah Tangga Dan Karakterisasinya*. Universitas Sumatera Utara.
- Khusna, Himnil. 2012. *Analisis Kandungan Kimia Dan Pemanfaatan Sludge Industri Kertas Sebagai Bahan Pembuatan Batako*. Universitas Negeri Semarang.
- Muslimin, 2016. *Uji Kualitas Batako Dari Beberapa Jenis Pasir*. Makasar: Universitas Islam Negeri Alauddin. *Limbah Kertas Hvs*.
- Nasrul, 2016. *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Menggunakan Abu*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nugroho, Rainbow Toha, 2019. *Analisis Suhu Ruang Dengan Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Campuran Batako*. Medan: Universitas Medan Area.
- Siregar, Nia Nenshi. 2013. *Pembuatan Serta Karakteristik Batako Menggunakan Batu Apung Dan Limbah Padat Benang Karet Dengan Perikat Resin Epoksi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- SNI. 1989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. <http://www.bsn.go.id> [30 Desember 2020]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sopyan Ali Rohman, dkk. 2020. *Analisis Pengaruh Jenis Plastik Terhadap Densitas Dan Kuat Tekan Pada Batako Ringan Berbahan Plastik Dan Batu Apung*. Universitas Teknologi Sumbawa.

- Trikarlina, Eka, 2017. *Pemanfaatan Abu Sabut Kelapa (Cocos Nucifera L.) Dan Pengaruh Penambahan Sikacim Concrete Additive Pada Pembuatan Batako*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Zega, Arman Zulmi. 2019. *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Menggunakan Abu Vulkanik Sinabung Serta Serat Sabut Pinang Sebagai Agregat Dengan Perekat Polyester*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN A

DATA HASIL PENGUJIAN BATAKO LIMBAH KERTAS

1. Densitas

Sampel	Kode sampel	Massa (g)	Volume (cm)	Densitas (g/cm ³)	Rata-rata (g/cm ³)
A	A1	26,12	27,54	0,948	0,969
	A2	27,05	27,27	0,992	
	A3	26,65	27,54	0,968	
B	B1	27,54	27,81	0,990	0,994
	B2	27,06	27,54	0,983	
	B3	27,80	27,54	1,009	
C	C1	30,01	27,54	1,089	1,055
	C2	28,06	27,27	1,029	
	C3	28,55	27,27	1,047	

Persamaan menghitung densitas:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

ρ = densitas/massa jenis batako (g/cm³)

m = massa sample kering (g)

V = Volume Sampel (m³)

Perhitungan densitas:

1. Sampel A1

Massa batako (m) = 26,12 g
 Volume batako (v) = s x s x s
 = 3,02 x 3,02 x 3,02
 = 27,54 cm³

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{26,12}{27,54} = 0,948 \text{ g/cm}^3$$

2. Sampel A2

$$\begin{aligned} \text{Massa batako (m)} &= 27,05 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,01 \times 3,01 \times 3,01 \\ &= 27,27 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{27,05}{27,27} = 0,992 \text{ g/cm}^3$$

3. Sampel A3

$$\begin{aligned} \text{Massa batako (m)} &= 26,65 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\ &= 27,54 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{26,65}{27,54} = 0,968 \text{ g/cm}^3$$

4. Sampel B1

$$\begin{aligned} \text{Massa batako (m)} &= 27,54 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,03 \times 3,03 \times 3,03 \\ &= 27,81 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{27,54}{27,81} = 0,990 \text{ g/cm}^3$$

5. Sampel B2

$$\begin{aligned} \text{Massa batako (m)} &= 27,06 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\ &= 27,54 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{27,06}{27,54} = 0,983 \text{ g/cm}^3$$

6. Sampel B3

$$\begin{aligned}\text{Massa batako (m)} &= 26,12 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\ &= 27,54 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{27,80}{27,54} = 1,009 \text{ g/cm}^3$$

7. Sampel C1

$$\begin{aligned}\text{Massa batako (m)} &= 30,01 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,02 \times 3,02 \times 3,02 \\ &= 27,54 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{30,01}{27,54} = 1,089 \text{ g/cm}^3$$

8. Sampel C2

$$\begin{aligned}\text{Massa batako (m)} &= 28,06 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,01 \times 3,01 \times 3,01 \\ &= 27,27 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{28,06}{27,27} = 1,029 \text{ g/cm}^3$$

9. Sampel C3

$$\begin{aligned}\text{Massa batako (m)} &= 28,55 \text{ g} \\ \text{Volume batako (v)} &= s \times s \times s \\ &= 3,01 \times 3,01 \times 3,01 \\ &= 27,27 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Sehingga:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{28,55}{27,27} = 1,047 \text{ g/cm}^3$$

2. Penyerapan Air

Sampel	Kode Sampel	Massa Basah (g)	Massa Kering (g)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
A	A1	36,20	26,12	38,591	37,986
	A2	36,83	27,05	36,155	
	A3	37,10	26,65	39,212	
B	B1	35,00	27,54	27,088	30,357
	B2	36,83	27,06	36,104	
	B3	35,55	27,80	27,878	
C	C1	36,14	30,01	20,427	21,659
	C2	34,90	28,06	24,376	
	C3	34,31	28,55	20,175	

Persamaan menghitung penyerapan air:

$$\% \text{ Penyerapan Air} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

Pa = Persentase air yang terserap batako (%)

m_b = Massa batako setelah direndam dalam air (g)

m_k = Massa batako kering (g)

Perhitungan penyerapan air:

1. Sampel A1

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{36,20 - 26,12}{26,12} \times 100\% \\ &= 38,591 \% \end{aligned}$$

2. Sampel A2

$$\begin{aligned} \% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{36,83 - 27,05}{27,05} \times 100\% \\ &= 36,155 \% \end{aligned}$$

3. Sampel A3

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{37,10-26,65}{26,65} \times 100\% \\ &= 39,212 \%\end{aligned}$$

4. Sampel B1

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{35,00-27,54}{27,54} \times 100\% \\ &= 27,088 \%\end{aligned}$$

5. Sampel B2

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{36,83-27,06}{27,06} \times 100\% \\ &= 36,104 \%\end{aligned}$$

6. Sampel B3

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{35,55-27,80}{27,80} \times 100\% \\ &= 27,878 \%\end{aligned}$$

7. Sampel C1

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{36,14-30,01}{30,01} \times 100\% \\ &= 20,427 \%\end{aligned}$$

8. Sampel C2

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{34,90-28,06}{28,06} \times 100\% \\ &= 24,376 \%\end{aligned}$$

9. Sampel C3

$$\begin{aligned}\% \text{ Penyerapan air} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{34,31-28,55}{28,55} \times 100\% \\ &= 20,175 \%\end{aligned}$$

3. Kuat Tekan

Sampel	Kode Sampel	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
A	A1	8,228	7,085
	A2	7,100	
	A3	5,926	
B	B1	20,423	17,869
	B2	17,009	
	B3	16,177	
C	C1	25,061	28,258
	C2	30,943	
	C3	28,770	

Persamaan menghitung kuat tekan :

$$F_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

F_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (m²)

4. Kuat Impak

Sampel	Kode Sampel	Kuat Impak (J/m ²)	Kuat Impak Rata-rata (J/m ²)
A	A1	180,811	183,705
	A2	210,108	
	A3	160,196	
B	B1	280,401	266,530
	B2	217,479	
	B3	301,710	
C	C1	395,800	398,693
	C2	330,183	
	C3	470,096	

Persamaan menghitung kuat Impak :

$$I_s = \frac{E_s}{A} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

I_s = Kekuatan Impak (J/m²)

E_s = Energi yang diserap sampel setelah tumbukan (J)

A = Luas Penampang lintang sampel (m²)

LAMPIRAN B GAMBAR ALAT DAN BAHAN

A. ALAT

1. Ayakan 100 mesh



2. Cetakan sampel berukuran $(8 \times 2 \times 1) \text{ cm}^3$



3. Cetakan sampel berukuran $(3 \times 3 \times 3) \text{ cm}^3$



4. Jangka sorong



5. Sendok semen



6. Gelas ukur (100 ml)



7. Blender



8. Wadah plastik



9. UTM (*Universal Testing Machine*)



10. Impak Izod Gotech



11. Neraca Digital



b. BAHAN

1. Limbah kertas



2. Pasir



3. Semen



4. Aquades



LAMPIRAN C

GAMBAR PROSES PEMBUATAN BATAKO LIMBAH KERTAS

1. Pemilihan bahan limbah kertas yang sudah tidak terpakai lagi



2. Pemotongan bahan limbah kertas agar menjadi potongan-potongan kertas yang kecil-kecil



3. Perendaman limbah kertas dengan air selama 24 jam



4. Adonan bahan sampel batako limbah kertas yang sudah homogen



5. Pencetakan dan pengeringan sampel batako limbah kertas selama 28 hari



6. Sampel batako limbah kertas yang telah dihasilkan dan siap untuk diuji



LAMPIRAN D
SNI 03-0349-1989

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 03-0349-1989

Bata beton untuk pasangan dinding



ICS 91.100.30

Badan Standardisasi Nasional



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak dikomersialkan"

Daftar isi

Daftar isi.....	i
1 Ruang lingkup	1
2 Definisi.....	1
3 Klasifikasi	1
4 Syarat mutu	1
5 Cara pengambilan contoh	2
6 Cara uji	3
7 Syarat lulus uji	5



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"

Bata beton untuk pasangan dinding

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi definisi, klasifikasi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji dan syarat lulus uji bata beton untuk pasangan dinding.

2 Definisi

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen portland, air dan agregat; yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang.

2.1 Bata beton pejal

Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75 % atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75 % volume bata seluruhnya.

2.2 Bata beton berlobang

Bata beton berlobang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25 % luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25 % volume bata seluruhnya.

3 Klasifikasi

Bata beton pejal maupun berlobang dibedakan menurut tingkat mutunya, yaitu :

- Tingkat mutu I
- Tingkat mutu II
- Tingkat mutu III
- Tingkat mutu IV

4 Syarat mutu

4.1 Pandangan luar

Bidang permukaannya harus tidak cacat.

Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain, dan sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.

4.2 Ukuran dan toleransi

Ukuran bata beton harus sesuai dengan tabel I.

Tabel I.
Ukuran bata beton

satuan : mm

Jenis	Ukuran			Tebal dinding sekatian lobang, minimum	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	390 + 3 - 5	90 ± 2	100 ± 2	—	—
2. Berlobang.					
a. Kecil	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	100 ± 2	20	15
b. Besar	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 ± 3	25	20

4.3 Syarat Fisis

Bata beton harus memenuhi syarat-syarat fisis sesuai dengan tabel II.

Tabel II
Syarat-syarat fisis bata beton

Syarat fisis	Satuan.	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat-tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	—	—	25	35	—	—

- Kuat tekan bruto - adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

5 Cara pengambilan contoh

- 5.1 Contoh uji yang diambil harus terdiri dari satuan yang utuh.
 5.2 Contoh uji diambil secara acak dari suatu kelompok/tanding yang sama, dengan jumlah contoh uji seperti tercantum dalam tabel III.

Tabel III
 Jumlah contoh

Jumlah kelompok/tanding bata	Jumlah contoh
< 10.000	10 buah
10.001 – 100.000.	20 buah
> 100.000	10 buah untuk tiap kelompok dari 50.000.

- 5.3 Penyerahan contoh untuk diuji harus memenuhi keadaan sebagai berikut :
 5.3.1 Contoh harus dalam keadaan seperti pada saat pengambilan contoh (tidak boleh rusak).
 5.3.2 Disertai risalah pengambilan contoh, yang mencakup : cara pengambilan contoh, jumlah kelompok/tanding, jumlah contoh, nama petugas pengambilan contoh dan keterangan lain yang dianggap perlu.

6 Cara uji

6.1 Pengukuran benda uji

Untuk mengetahui ukuran contoh, dipakai 5 (lima) buah benda uji yang utuh. Sebagai alat pengukur dipakai kaliper/mistar sorong yang dapat mengukur teliti sampai 1 mm, setiap pengukuran panjang, lebar, tebal bata atau tebal dinding bata berlubang, dilakukan paling sedikit 3 kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung harga rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

Harga pengukuran dari 5 (lima) buah benda uji, dilaporkan mengenai ukuran rata-rata dan penyimpangannya.

6.2 Pengujian kuat tekan

Untuk pengujian kuat tekan dipakai 5 (lima) buah benda uji tersebut dalam 6.1.

6.2.1 Meratakan/menerap bidang tekan

Bahan penerapan dibuat dari adukan 1 (satu) bagian semen portland ditambah 1 atau 2 (satu atau dua) bagian pasir halus tembus ayakan 0,3 mm. Pemakaian bahan penerap lain, diperbolehkan asalkan kekuatannya sama atau lebih tinggi dari kuat tekan batanya.

Bidang tekan benda uji (2 bagian) diterap dengan aduk semen sedemikian rupa sehingga terdapat bidang yang rata dan sejajar satu dengan lainnya. Tebal lapisan perata/penerap kurang lebih 3 mm. Benda coba ditentukan kuat tekannya apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari.

6.2.2 Penentuan kuat tekan.

Arab tekanan pada bidang tekan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakaian. Benda uji yang telah siap, ditentukan kuat tekannya dengan mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian badan sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 2 menit. Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas bidang tekan bruto, dinyatakan dalam kg/cm^2 . Kuat tekan tadi dilaporkan masing-masing untuk setiap benda uji dan juga nilai rata-rata dari 5 (lima) benda uji.

6.3 Pengukuran lubang

6.3.1. Pengukuran luas lubang

Untuk lobang atau cekungan tepi yang berbentuk segi empat atau segi banyak dan atau lingkaran beraturan, pengukuran penampang lubang pada permukaan bata dapat dilakukan dengan alat pengukur, kaliper/ mistar sorong, jangka kaki atau mistar, sampai ketelitian 1 mm.

Apabila bentuk lubangnya tidak beraturan, pengukuran dapat dilakukan dengan membuat gambaran bentuk lobang itu pada kertas, kemudian pengukuran luas dilakukan dengan alat pengukur luas planimeter. Jumlah luas dari seluruh lubang dihitung dalam persen terhadap luas bruto dari bidang bata yang berlubang itu.

6.3.2 Pengukuran volume lubang

Bahan bantu :

Pasir bersih dengan susunan butir tertentu (dapat dibuat sekehendak asal susunan butirnya tetap) yang kering pada suhu 105°C .

Tekanan berat volume dari pasir ini dengan cara pengisian gembur (tidak dikocok/dipadatkan).

Caranya :

Pergunakan bejana yang berisi pasir kering untuk mengisikan pasir itu ke dalam lubang bata yang akan diukur.

Isi lubang-lubang bata itu dengan pasir secara hati-hati, dengan menuangkan pasir dari bejana, seperti menuangkan air ke dalam lobang itu, sampai penuh. Setelah penuh, ratakan permukaan pasir itu, serata permukaan bata. Kemudian bersihkan dengan sikat halus, bila kemungkinan ada butiran pasir yang tertinggal atau melekat pada permukaan bata di luar garis batas lubangnya. Tumpahkan pasir yang ada di dalam lubang itu, dengan menampungnya di atas wadah, dan jangan sampai ada pasir yang tercecer. Timbang berat pasir yang mengisi lubang tadi.

Lakukan cara ini 3 kali berturut-turut dan hitung berat rata-ratanya dari 3 kali pengukuran sehingga dapat diketahui berat pasir yang diperlukan untuk mengisi lobang (A).

Kemudian tentukan terpisah berat 1 (satu) dm^3 pasir tadi dalam keadaan gembur (B).

Volume lobang $\frac{A}{B}$ (dm^3).

B

Hitung volume ini terhadap volume bruto batanya, dalam % (persen)

Lakukanlah penentuan ini terhadap paling sedikit 3 (tiga) benda uji.

6.4 Penyerapan air.

Untuk pengujian penyerapan air, dipakai 5 (lima) buah benda uji dalam keadaan utuh dengan peralatan sebagai berikut :

6.4.1 Timbangan yang dapat menimbang teliti sampai 0,5 % dari berat contoh uji.

6.4.2 Dapur pengering yang dapat mencapai suhu 105 ± 5 °C.

Benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan, selama 24 (dua puluh empat) jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 (satu) menit, lalu permukaan bidang benda uji diseka dengan kain lembab, agar air yang berlebihan yang masih melekat dibidang permukaan benda uji terserap kain lembab itu. Benda uji kemudian ditimbang (A). Setelah itu benda uji dikeringkan di dalam dapur pengering pada suhu 105 ± 5 °C, sampai beratnya pada 2 (dua) kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2 % dari penimbangannya yang terdahulu (B). Selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan dalam keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

Penyerapan air = $\frac{A - B}{B} \times 100$ %

Laporkan hasil rata-rata dari lima buah benda uji.

7 Syarat lulus uji

7.1 Kelompok dinyatakan lulus uji apabila contoh uji memenuhi persyaratan yang ditentukan di dalam butir 4.

7.2 Apabila salah satu syarat tidak dipenuhi, dapat dilakukan uji ulang terhadap contoh kedua yang diambil dari kelompok/tanding yang sama.

7.3 Apabila hasil uji ulang, contoh memenuhi semua syarat yang ditentukan, kelompok/tanding dinyatakan lulus uji