

**KAJIAN KARAKTERISTIK BATU ALAM LOKAL
KABUPATEN GUNUNGKIDUL SEBAGAI ALTERNATIF
PENGGANTI BATA MERAH PEJAL
UNTUK PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI
RUMAH SEDERHANA**

*CHARACTERISTIC'S STUDY OF NATURAL LOCAL STONE
AT THE REGENCY OF GUNUNGKIDUL AS A SUBSTITUTION
OF LOW INCOME HOUSING REHABILITATION*

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Master



Disusun Oleh :

W A D I Y A N A

S940907117

**MAGISTER TEKNIK SIPIL
KONSENTRASI
TEKNIK REHABILITASI DAN PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
2009**

**KAJIAN KARAKTERISTIK BATU ALAM LOKAL
KABUPATEN GUNUNGKIDUL
SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI BATA MERAH
UNTUK PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI
RUMAH SEDERHANA**

Disusun Oleh :

**W A D I Y A N A
NIM S940907117**

Telah disetujui oleh Pembimbing

Dewan Pembimbing :

<u>Jabatan</u>	<u>N a m a</u>	<u>Tanda Tangan</u>	<u>Tanggal</u>
Pembimbing I	Kusno Adi Sambowo, ST., Ph.D. NIP. 132 129 524	.....	.....
Pembimbing II	Senot Sangadji, ST., MT. NIP. 132 258 673	.....	.....

Mengetahui :
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil

Prof. Dr. Ir. Sobriyah, MS
NIP. 131 476 674

**KAJIAN KARAKTERISTIK BATU ALAM LOKAL
KABUPATEN GUNUNGKIDUL SEBAGAI ALTERNATIF
PENGANTI BATA MERAH
UNTUK PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI
RUMAH SEDERHANA**

Disusun Oleh :

W A D I Y A N A
NIM S940907117

Telah disetujui oleh Tim Pembimbing

Dewan Penguji :

<u>Jabatan</u>	<u>N a m a</u>	<u>Tanda Tangan</u>	<u>Tanggal</u>
Ketua	Ir. Ary Setyawan, MSc(Eng), PhD	.....	.....
Sekretaris	Prof. Dr. Ir. Sobriyah, MS	.....	.....
Penguji I	Kusno Adi Sambowo ST., Ph.D.	.....	.....
Penguji II	Senot Sangadji, ST., MT.	.....	.....

Mengetahui :

Direktur Program
Pascasarjana

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil

Prof. Drs. Suranto, MSc, PhD
NIP. 131 472 192

Prof. Dr. Ir. Sobriyah, MS
NIP. 131 476 674

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini,

N a m a : **WADIYANA**

NIM : **S940907117**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul :

**KAJIAN KARAKTERISTIK BATU ALAM LOKAL
KABUPATEN GUNUNGKIDUL SEBAGAI ALTERNATIF
PENGANTI BATA MERAH UNTUK PEMBANGUNAN DAN
REHABILITASI RUMAH SEDERHANA**

Adalah betul-betul karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya dalam tesis tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan tesis dan gelar yang saya peroleh dari tesis tersebut.

Surakarta, Januari 2009

Yang membuat pernyataan

Wadiyana

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan lancar. Tesis dengan judul *Kajian Karakteristik Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul Sebagai Alternatif Pengganti Bata Merah Pejal Untuk Pembangunan dan Rehabilitasi Rumah Sederhana* dapat terselesaikan karena penulis banyak mendapat bantuan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Prof. Dr. Ir. Sobriyah, MS. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta dan selaku Pembimbing Akademis.
3. Dr. Ir. Ary Setyawan, M.Sc.(Eng). selaku Sekertaris Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Bapak Kusno Adi Sambowo, ST., PhD. selaku Pembimbing Utama.
5. Bapak Senot Sangadji, ST., MT selaku Pembimbing Pendamping.
6. Segenap Staf Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah banyak membantu penulis selama kuliah.
7. Pusat Pembinaan Keahlian dan Teknik Konstruksi (PUSBITEK), Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia Departemen Pekerjaan Umum yang telah memberikan beasiswa pendidikan kepada penulis.
8. Bapak Bupati Gunungkidul, Kepala Dinas Pekerjaan Umum, Kepala Badan Kepegawaian Daerah, Para Pejabat serta staf pada Dinas Pekerjaan Umum, dan Badan Kepegawaian Daerah Kabupaten Gunungkidul.
9. Istriku tersayang Eka Sumarwati dan anakku Muhammad Fachri Yuliansyah serta Bapak dan Ibu Orang Tua yang telah memberikan dorongan dan do'a dalam menyelesaikan pendidikan ini.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Magister Teknik Rehabilitasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang selama ini menjadi teman dan sahabat terbaik dalam menempuh pendidikan bersama.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Kabupaten Gunungkidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kondisi topografinya berbukit-bukit, potensi alamnya berupa batuan sangat melimpah dan secara kebetulan batu alam lokal di Kabupaten Gunungkidul sudah digunakan untuk rehabilitasi rumah-rumah penduduk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik batu alam lokal yang telah banyak digunakan tetapi belum diketahui strukturnya.

Penelitian dilakukan dengan Pengujian laboratorium terdiri dari Pengujian Kuat tekan, Berat volume (*apparent density*), Serapan Air, Kuat Lekat dengan Mortar, Modulus of rupture, Ketahanan Aus, dan Permeabilitas. Selain pengujian pada Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul juga dilakukan pengujian pada Bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul. Pengujian pada bata merah pejal antara lain Pengujian Kuat tekan, Berat volume, Serapan air, dan Kuat lekat dengan mortar. Dari pengujian batu alam lokal kemudian dibandingkan dengan standart yang ada dan hasil pengujian bata merah pejal yang biasa digunakan di wilayah Kabupaten Gunungkidul. Dengan demikian diketahui karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan aplikasinya untuk rehabilitasi rumah penduduk khususnya pada rumah yang rusak akibat bencana gempa tanggal 27 Mei 2006.

Hasil pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebesar 3,19 MPa dan 3,36 MPa dan Modulus of rupture sebesar 3,68 MPa, berat volume sebesar 1,75, serapan air sebesar 14,19%, dan 14,85%, Ketahanan aus sebesar 67,24%, kuat lekat dengan mortar untuk campuran mortar 1pc : 4ps sebesar 82,37 Pa, sedangkan untuk campuran mortar 1pc : 7ps sebesar 62,09 Pa, koefisien permeabilitas sebesar 8,26E-03. Sedangkan hasil pengujian bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul kuat tekan sebesar 2,13 Mpa, berat volume sebesar 1,83, serapan air sebesar 17,24 %, kuat lekat dengan mortar campuran 1pc : 4ps sebesar 71,68 Pa, dan untuk campuran mortar 1pc : 7ps sebesar 60,59 Pa. Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dapat digunakan sebagai material penyusun dinding pada rehabilitasi rumah penduduk namun tidak cocok untuk digunakan sebagai bahan pondasi maupun penutup lantai serta pada wilayah yang beriklim dingin karena batu alam lokal termasuk porus sehingga air mudah masuk melalui rongga batuan tersebut.

Kata Kunci : Batu alam lokal, struktur batu alam lokal, konstruksi rumah.

ABSTRACT

Gunungkidul Regency is located in Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Province. It's hilly topography has an abundant deposit of natural rock that already used as materials for low income housing construction and rehabilitation. This research is carried out to characterised the structural propertises of natural rock as well as the durability.

The laboratory works were carried out to ases the compressive strength, modulus of rupture, apparent density, absorption, abrasion, adhesion strength with the mortar and permeability of natural rock. The similar tests ware carried out against the masive red brick as the comparison. The red brick was produced at Potorono, Bantul Regency.

The results indicated that the compresive strength of natural rock are 3,19 MPa and 3,36 MPa, the apparent density is 1.75 gr/cm^3 , the water absorption are 14.19% and 14.85%, the mortar adhesive strength is 82.37 Pa with mortar composition of 1pc:4sand and 62.09 Pa with 1pc : 7sand mortar, the modulus of rupture is 0,41 MPa, the abrasion is 67.24%, the coefisien permeability is $8,26 \cdot 10^{-3} \text{ cm/dt}$. Those results indicated that the local natural rock could be utilised as partition wall. However, this natural rock is not compatible for fondation material, floor and for the aplication at the area with excessive water.

Keyword : Natural rock, structural propertises, housing rehabilitation.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan berkah, kemurahan dan pertolonganNya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan Program Pasca Sarjana pada bidang keahlian Teknik Rehabilitasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Tesis dengan judul Kajian Karakteristik Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul Sebagai Alternatif Pengganti Bata Merah Pejal Untuk Pembangunan dan Rehabilitasi Rumah Sederhana, merupakan penelitian terhadap penggunaan material lokal di wilayah Kabupaten Gunungkidul. Hal ini dilakukan karena di wilayah Kabupaten Gunungkidul terdapat batu alam lokal yang sangat melimpah jumlahnya, harapannya dengan penelitian ini dapat menunjukkan secara struktural batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dapat dimanfaatkan untuk pembangunan dan rehabilitasi rumah penduduk.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Akhirnya semoga tesis ini dapat bermanfaat dalam memberikan sumbangan pengetahuan bagi para pembaca.

Surakarta, Januari 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT (<i>INGGRIS</i>)	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Penelitian	4
F. Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
A. Tinjauan Pustaka	6
1. Bata Merah Pejal	6
2. Batu Alam	8
3. Mortar	11
B. Landasan Teori	14
1. Kuat Tekan Batu Alam Lokal	14

2. Modulus of rupture Batu Alam Lokal	15
3. Berat Volume (Densitas)	15
4. Serapan Air	16
5. Ketahanan Aus	18
6. Kuat Lekat Batu Alam Dengan Mortar	18
7. Permeabilitas Batu Alam Lokal	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Bahan Penelitian	20
B. Peralatan Penelitian	21
C. Tahapan Penelitian	22
D. Tahapan Persiapan dan Pengujian	25
1. Tahapan Persiapan	25
2. Tahapan Pengujian	30
a. Pengujian Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	31
b. Pengujian <i>Modulus of rupture</i> batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	32
c. Pengujian Berat Volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	35
d. Pengujian Keausan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	35
e. Pengujian kuat lekat dengan mortar batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	36
f. Pengujian Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	37
g. Pengujian kuat tekan bata merah pejal	39
h. Pengujian berat volume bata merah pejal	39
i. Pengujian kuat lekat bata merah pejal	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil Penelitian	41
1. Kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	41

2. Kuat tekan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	47
4. Modulus of rupture batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	48
5. Berat Volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	49
7. Berat Volume bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	50
8. Serapan air batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	51
9. Serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	52
10. Ketahanan Aus batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.....	53
11. Kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar	54
12. Kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	56
13. Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	57
B. Pembahasan	58
1. Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	58
2. Kuat ekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul.....	61
3. Modulus of rupture Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	62
4. Berat Volume Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	62
5. Berat Volume Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	63
6. Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	64
7. Serapan Air Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	65
8. Ketahanan Aus Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul.....	66
9. Kuat Lekat Antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar.	67
10. Kuat Lekat Antara Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan Mortar	67
11. Permeabilitas Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	68

12. Tinjauan Hubungan Kekuatan dan Daya Tahan Batu Alam Lokal	69
13. Penggunaan Batu Alam Lokal Kabupaten Gununkidul.....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	74
B. Saran	75
Daftar Pustaka	76
Lampiran A	
Lampiran B	
Lampiran C	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ukuran Standar Bata Merah Pejal	7
Tabel 2.2.	Penyimpangan Ukuran Standar Bata Merah Pejal	7
Tabel 2.3.	Persyaratan Kuat Tekan dan Koefisien Variasi yang diijinkan	8
Tabel 2.4.	Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan	9
Tabel 2.5.	Tingkat Serapan Air (Operating Intruction Poroscope P-600, James Instruments INC)	17
Tabel 4.1.	Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus	41
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul Dengan Benda Uji Berbentuk Bata Merah	44
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	47
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian <i>Modulus of rupture</i> Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	49
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Berat Volume Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	50
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Berat Volume Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	51
Tabel 4.7.	Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal	52
Tabel 4.8.	Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk Kubus	52
Tabel 4.9.	Serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	53
Tabel 4.10.	Pengujian Ketahanan Aus Batu Alam Lokal	54

Tabel 4.11.	Kuat Lekat Rata-rata antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar	55
Tabel 4.12.	Kuat Lekat Rata-rata antara Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan Mortar	56
Tabel 4.13.	Hasil Pengujian Permeabilitas Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul	58
Tabel 4.14.	Persyaratan Kuat Tekan Bata Merah Pejal	60
Tabel 4.15.	Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan.....	64
Tabel 4.16.	Syarat-syarat fisis Bata Beton Pejal	65
Tabel 4.17.	Persyaratan Agregat Kasar Beton	66
Tabel 4.18.	Perbandingan Kuat Lekat dengan Mortar antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Bata Merah Pejal asal Potorono	68
Tabel 4.19.	Data Kerusakan Rumah Penduduk di Kabupaten Gunungkidul ...	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3.2.	Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan dengan Benda Uji berbentuk Bata Merah Pejal	27
Gambar 3.3.	Pembuatan Benda Uji Modulus of rupture	28
Gambar 3.4.	Pembuatan Benda Uji Pengujian Berat Volume	28
Gambar 3.5.	Setup Pengujian Kuat Tekan dengan Benda Uji berbentuk Kubus	31
Gambar 3.6.	Setup Pengujian Kuat Tekan dengan Benda Uji berbentuk Bata Merah Pejal	32
Gambar 3.7.	Setup Benda Uji Modulus of rupture	33
Gambar 3.8.	Setup Alat pada Pengujian Modulus of Rupture	33
Gambar 3.9.	Setup Benda uji pada Pengujian Kuat Lekat dengan Mortar ...	37
Gambar 3.10.	Setup Benda uji dan Alat pada Pengujian Permeabilitas	38
Gambar 4.1.	Grafik Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Benda Uji Berbentuk Kubus	42
Gambar 4.2.	Pola Retak pada Benda Uji	42
Gambar 4.3.	Benda Uji setelah diuji Kuat Tekan	43
Gambar 4.4.	Grafik Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Benda Uji Berbentuk Bata Merah Pejal	45
Gambar 4.5.	Pembuatan Benda Uji dengan cetakan dari Kayu	46
Gambar 4.6.	Benda Uji berbentuk bata merah pejal setelah diuji Kuat Tekan	46
Gambar 4.7.	Grafik Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul	48

Gambar 4.8.	Diagram Perbandingan Kuat Lekat rata-rata antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar	55
Gambar 4.9.	Diagram Perbandingan Kuat Lekat Rata-rata antara Bata Merah Pejal asal Potorono dengan Mortar	57
Gambar 4.10.	Grafik Persyaratan Kuat Tekan Berbagai macam bahan Bangunan dalam SNI 03-6861.1-2002	59
Gambar 4.11.	Grafik Persyaratan kuat tekan bata merah pejal berdasarkan PUBI 1982 dan Kuat Tekan Rata-rata batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.....	60
Gambar 4.12.	Grafik hasil pengujian kuat tekan batu alam lokal dengan benda uji berbentuk bata merah pejal	61
Gambar 4.13.	Grafik Hasil Pengujian berat volume Batu alam lokal dan Bata merah Pejal	63
Gambar 4.14.	Grafik perbandingan kuat lekat dengan Mortar antara Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Bata merah pejal asal Potorono	68
Gambar 4.15.	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Batu alam lokal dan Bata Merah Pejal	70
Gambar 4.16.	Penggunaan Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul untuk Rehabilitasi rumah akbat bencana gempa	72
Gambar 4.17.	Pembangunan kembali rmah yang roboh akibat bencana gempa bumi dengan menggunakan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul	72

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	HASIL PENGUJIAN
LAMPIRAN B	DOKUMENTASI PENGUJIAN
LAMPIRAN C	DOKUMENTASI ALAT-ALAT PENGUJIAN

DAFTAR NOTASI

A	= luas bidang (cm^2 atau mm^2)
C	= Kuat tekan specimen/bahan uji (kg/cm^2)
ds	= deviasi standar
fc	= kuat tekan (Mpa atau kg/cm^2)
f_m	= kuat tekan rata-rata benda uji (kg/cm^2 atau MPa)
k	= koefisien permeabilitas.
L	= ketebalan benda uji batu alam lokal
n	= jumlah benda uji
P	= beban maksimal (kN)
S	= serapan air (%)
t	= waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyerapan (detik)
V	= Volume benda uji (cm^3)
W	= berat benda uji (gr)
W	= Maksimum pembebanan (Kg)
WAR	= water Absorption Rate ($\text{ml}/\text{dt}/\text{m}^2$)
WB	= berat basah (gram)
Wj	= berat batu alam jenuh air (gr)
WK	= berat kering (gram)
Wk	= berat batu alam kering oven (gr)
Xrt	= kuat tekan rata-rata benda uji (kg/cm^2 atau MPa)
Δh	= tinggi air jatuh
σ	= tegangan (kN/mm^2)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Gunungkidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, terletak antara 7°46' – 8°09' Lintang Selatan dan 110°21' – 110°50' Bujur Timur atau terletak disebelah tenggara kota Yogyakarta dengan jarak \pm 39 km dengan luas wilayah sekitar 1.485,36 km² atau 46,63 % dari luas wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kondisi topografinya berbukit-bukit dengan ketinggian bervariasi antara 0 - 700 meter di atas permukaan laut. Potensi alam Kabupaten Gunungkidul berupa batuan sangat melimpah karena termasuk zona kars terbesar di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Salah satu batuan yang ada di Kabupaten Gunungkidul adalah batu alam lokal berupa batu alam jenis breksi batu apung yang jumlahnya 2.143.443.753 ton/1.795.857.500 m³ (*Sumber Subdin Pertambangan Dinas Perekonomian Kabupaten Gunungkidul Tahun 2002*). Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul jenis ini sangat mudah dibentuk dan cukup ringan, dengan alat bantu pecok/kampak batu alam lokal di Kabupaten Gunungkidul dapat dipotong menurut bentuk maupun ukuran yang dikehendaki.

Saat ini batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sudah dimanfaatkan warga untuk dinding rumah. Apalagi sejak terjadinya bencana gempa bumi tanggal 27 Mei 2006 yang menyebabkan rusaknya rumah-rumah penduduk. Dalam

merehabilitasi rumah yang rusak tersebut, masyarakat Gunungkidul memanfaatkan batu alam lokal yang ada di wilayahnya untuk bahan penyusun dinding. Alasan mereka menggunakan batu alam lokal ini adalah karena batu alam lokal banyak terdapat di wilayahnya, sehingga penggunaan batu alam lokal tersebut tanpa ada pertimbangan teknisnya.

Di wilayah Kabupaten Gunungkidul bata merah pejal tidak dapat diproduksi. Hal ini karena kondisi tanah di wilayah Kabupaten Gunungkidul sangat tandus. Untuk dapat menggunakan bata merah pejal masyarakat Gunungkidul harus mendatangkan dari luar wilayah Kabupaten Gunungkidul. Bata merah yang didatangkan dari luar tersebut mempunyai harga yang lebih mahal yaitu Rp. 450,00 per bijinya. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut ada upaya pemanfaatan batu alam lokal untuk digunakan sebagai bahan penyusun dinding. Dimana harga batu alam lokal apabila dibuat dengan ukuran bata merah pejal per bijinya \pm Rp. 300,00 lebih murah Rp. 150,00 per bijinya. Tetapi sampai dengan saat ini belum ada data struktural batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas kemungkinan batu alam lokal dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal pada pembangunan dan rehabilitasi rumah, namun permasalahan karakteristik batu

alam lokal Kabupaten Gunungkidul seperti apa perlu diketahui terlebih dahulu.

Karakteristik tersebut antara lain mengenai :

1. bagaimana kekuatan dan kekakuan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul apabila digunakan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal.
2. bagaimana daya tahan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul apabila digunakan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamati karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mengenai :

1. kekuatan dan kekakuan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagai alternatif pengganti bata merah pejal.
2. daya tahan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagai alternatif pengganti bata merah pejal.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Dari penelitian ini secara teoritis dapat diketahui karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

2. Manfaat Praktis

Dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul apabila digunakan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal untuk pembangunan dan rehabilitasi rumah sederhana di Kabupaten Gunungkidul.

E. Batasan Penelitian

Untuk lebih memfokuskan penelitian karena luasnya permasalahan, maka diberikan beberapa batasan antara lain :

1. penelitian difokuskan pada batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji diambil dari Desa Terbah Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul, sedangkan bata merah pejal diambil dari Desa Potorono Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul.
2. penelitian karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagai alternatif pengganti bata merah pejal pada kekuatan dan daya tahannya. Untuk mengamati kekuatan dilakukan pengujian laboratorium berupa uji kuat tekan, sedangkan untuk mengamati daya tahannya dilakukan pengujian berupa uji berat volume (*apparent dencity*), uji serapan air (*absorpsi*) dan uji kuat lekat dengan mortar, sedangkan untuk kekakuan dilakukan pengujian *Modulus of rupture*.
3. pada pengujian batu alam lokal juga dilakukan pengujian ketahanan aus dan permeabilitas.

4. untuk mengetahui kekuatan bata merah pejal dilakukan pengujian laboratorium berupa uji kuat tekan sedangkan untuk mengetahui daya tahan bata merah pejal dilakukan uji berat volume (*apparent density*), uji serapan air (*absorpsi*), dan uji kuat lekat dengan mortar.
5. penelitian karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagai alternatif pengganti bata merah pejal digunakan sebagai dinding pada pembangunan dan rehabilitasi rumah sederhana.

F. Keaslian Penelitian

Menurut sepengetahuan peneliti dan referensi yang telah ditinjau sebelumnya, bahwa topik mengenai karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagai alternatif pengganti bata merah pejal untuk pembangunan dan rehabilitasi rumah sederhana di Kabupaten Gunungkidul belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Bata Merah Pejal

Bata merah pejal atau lebih dikenal dengan sebutan bata merah yakni, suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. Bata merah pejal yang baik sebagian besar terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang dicampur dengan perbandingan tertentu sedemikian rupa sehingga bila diberi sedikit air menjadi bersifat plastis. Sifat plastis ini penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah, dikeringkan tanpa susut, retak-retak maupun melengkung (Tjokrodimuljo, 1992).

Bata merah pejal dihasilkan dari pembakaran tanah liat yang telah dicetak dengan ukuran tertentu. Kandungan kimia tanah liat dan metode pembakaran mempengaruhi warna, tekstur, dan kekuatan bata merah pejal. Bata merah pejal yang digunakan harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak tidak mudah hancur atau patah, dan tidak mudah mengalami perubahan bentuk yang berlebihan (Frick dan Setiawan, 2001).

Bentuk standar bata merah pejal adalah prisma segi empat panjang, bersudut siku-siku dan tajam, permukaannya rata dan tidak menampilkan adanya retak-retak yang merugikan. Ukuran standar bata merah pejal sebagaimana Tabel 2.1. penyimpangan yang diijinkan sebagaimana Tabel 2.2. dan persyaratan kuat tekan serta koefisien variasi yang diijinkan sebagaimana Tabel 2.3.

Tabel 2.1. Ukuran Standar Bata Merah Pejal

Modul	Ukuran, mm		
	Tebal	Lebar	Panjang
M – 5a	65	90	100
M – 5b	65	140	120
M – 6	55	110	200

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Tabel 2.2. Penyimpangan Ukuran Standar Bata Merah Pejal

Kelas	M – 5a & M – 5b					
	Tebal	Lebar	Panjang	Tebal	Lebar	Panjang
25	2	3	5	2	3	5
50	2	3	5	2	3	5
100	2	3	4	2	3	4
150	2	2	4	2	2	4
200	2	2	4	2	2	4
250	2	2	4	2	2	4

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Tabel 2.3. Persyaratan Kuat Tekan dan Koevisien Variasi yang diijinkan

Kelas	Kuat Tekan Minimum		Koefisien variasi yang diijinkan (%)
	Kg f/cm ²	N/mm ²	
25	25	2,5	25
50	50	5	22
100	100	10	22
150	150	15	15
200	200	20	15
250	250	25	15

Sumber : Pasal 27 PUBI-1982

2. Batu Alam

Batu alam adalah suatu gabungan hablur mineral yang bersatu dan memadat, sehingga memiliki derajat kekerasan tertentu, yang berbentuk secara alamiah melalui proses pelelehan, pembekuan, pengendapan dan perubahan alamiah lainnya. Berdasarkan cara pembentukannya batuan dapat dibedakan menjadi :

a. Batuan Beku

Batuan beku terbentuk dari macam-macam kristal dan fasa cair.

Batuan ini hampir selalu tidak berlapis.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen atau batuan endapan pada umumnya berupa butiran-butiran tersendiri mulai yang sangat halus sampai sangat kasar, seringkali terikat satu sama lain oleh massa antara. Butiran-butiran atau komponen-komponen batuan sedimen berasal dari batuan beku atau batuan metamorf.

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf terbentuk dari batuan sedimen atau batuan beku yang telah mengalami *diagenesis*, kemudian berubah lebih lanjut dibawah pengaruh temperatur dan tekanan tinggi.

Batu alam dapat digunakan sebagai bahan bangunan, tetapi harus memenuhi syarat-syarat sebagaimana Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan

Sifat-sifat	Batu Alam Untuk					
	Pondasi Bangunan			Tonggak dan batu tepi jalan	Penuh Lantai atau Trotoir	Batu Hias atau Tempel
	Be rat	Se dang	Ri ngan			
Kuat Tekan rata-rata minimum, Kg/cm ²	1500	1000	800	500	600	200
Ketahanan Hancur Rudellof						
a. Index minimum	-	-	-	-	-	-
b. Bagian tembus 2mm maksimum %	-	-	-	-	-	-
Ketahanan geser Los Angeles, bagian tembus 1,7mm maksimum %	27	40	50	-	-	-
Ketahanan aus gesekan dengan Bauschinger, mm/menit, maksimum	-	-	-	-	0,16	-
Penyerapan air maksimum %	5	5	8	5	5	5* 12**
Kekekalan bentuk, dgn Na ₂ SO ₄ bagian :						
a. Hancur, maksimum %	12	12	12	12	12	12
b. Retak/Pecah/cacat						

* Untuk tempat yang terlindung air;

** Untuk tempat yang tidak terlindung/konstruksi luar (terbuka)

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Penelitian Gerson Pangajow (2008), tentang Pemanfaatan batu Ape dari sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud sebagai alternatif bahan bangunan menyatakan :

- a. Pemanasan sangat mempengaruhi kuat tekan batu Ape setelah dilakukan pemanasan batu Ape mengalami perubahan fisik menjadi lebih kompak.
- b. Kuat tekan batu pada kondisi sebelum pemanasan sebesar 6.052 MPa, setelah dilakukan pemanasan sebesar 37.428 MPa, terjadi peningkatan sebesar 618%.
- c. Kuat tekan batu tertinggi rerata maksimum sebesar 37.43 MPa terjadi pada suhu 400⁰C selama pemanasan 120 menit.
- d. Batu Ape dapat digunakan langsung sebagai bahan bangunan bata dengan cara dipotong sesuai dengan ukuran bata.
- e. Batu Ape setelah dipanaskan mencapai suhu 400⁰C selama 120 menit layak digunakan untuk beton dengan kuat tekan sampai dengan 10 MPa, atau beton kelas B₀ dan B₁.
- f. Batu Ape dan pasir dari sungai Lua Desa Resduk Kecamatan Beo Kabupaten Kepulauan Talaud, dapat dikategorikan agregat ringan cocok untuk struktur ringan.
- g. Beton yang dibuat dari agregat batu Ape pecah dapat dikategorikan dalam beton ringan.

3. Mortar

Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, dan semen. Apabila yang dipakai sebagai perekat adalah tanah liat, maka disebut mortar lumpur, sedangkan untuk perekat yang menggunakan kapur disebut mortar kapur, dan bila dari semen portland disebut mortar semen (Tjokrodimuljo, 1996).

Dinding dengan mortar semen Portland secara umum lebih baik daripada dinding dengan mortar kapur padam. Gradasi pasir pada mortar berpengaruh terhadap kekedapan air, semakin banyak batiran halusya semakin banyak air yang dibutuhkan untuk membasahi permukaannya. Akibatnya mortar akan mengalami susut lebih besar dan kekuatannya menjadi lebih rendah. Dalam suhu ruangan direkomendasikan campuran mortar (PC : Kapur : Pasir) 1:1:4 untuk serapan air kurang dari 5%, 1:1:6 untuk serapan air 5-10% dan 1:2:9 untuk serapan air lebih dari 10% (Meredith, 2003).

Mortar adalah material penyusun konstruksi dinding batu bata yang merupakan bagian kecil saja, kira-kira tujuh prosen, tetapi pengaruhnya cukup besar terhadap kinerja dinding. Kehadiran dan karakteristik mortar sangat berpengaruh dan rumit seperti sistem dinding itu sendiri. Beberapa fungsi mortar adalah (Taly, 2000) :

- a. Mengikat batu bata membentuk satu kesatuan struktur dinding.
- b. Melindungi permukaan dinding dari penetrasi udara dan air
- c. Mengakomodasi pergerakan kecil dalam dinding

- d. Mengikat penulangan untuk menahan kembang susut dinding
- e. Mengikat penulangan dan anker sehingga dinding lebih kuat.

Mortar dapat dibedakan menjadi empat macam (Tjokrodinuljo, 1996) yaitu Mortar lumpur (mud mortar), Mortar Kapur, Mortar Semen dan Mortar Khusus.

- a. Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan (konsistensi, tingkat kepadatan/kecairan) yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh hasil adukan yang baik. Terlalu sedikit memberikan pasir akan menghasilkan mortar yang setelah kering menjadi retak-retak karena besarnya penyusutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat dengan baik. Mortar ini biasanya digunakan sebagai bahan perekat tembok atau bahan tungku api di desa.
- b. Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Pasir dan kapur dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan dengan air secukupnya agar diperoleh adukan yang kelecakannya cukup baik. Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir yang dipakai biasanya dua sampai tiga kali volume kapurnya. Mortar jenis ini biasanya digunakan untuk pembuatan tembok bata. Beberapa komposisi yang dianjurkan oleh

Puslitbang Permukiman, dengan menggunakan campuran semen dan kapur adalah sebagai berikut :

- 1) Campuran 1pc : 3kapur : 10,5pasir
- 2) Campuran 1pc : 2kapur : 8pasir
- 3) Campuran 1pc : 1kapur : 6pasir
- 4) Campuran 1pc : $\frac{1}{2}$ kapur : 5pasir
- 5) Campuran 1pc : $\frac{1}{3}$ kapur : 4,5pasir

Penggunaan campuran dengan komposisi tersebut di atas juga perlu memperhatikan dan disesuaikan dengan mutu unit bahan tembok (bata) yang dipakai. Perlu diperhatikan juga keadaan dan mutu pasir yang digunakan.

- c. Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen portland dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 sampai 1 : 6 atau lebih besar lagi. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada dua mortar terdahulu, oleh karena itu biasanya digunakan untuk dinding, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka juga dapat dipakai untuk bagian luar dan bagian bangunan yang berada dibawah tanah. Mortar dari semen mempunyai daya ikat yang lebih baik daripada mortar dari kapur, akan tetapi pengerjaan mortar yang memakai semen saja sebagai bahan pengikat jauh lebih sulit. Oleh karena itu campuran yang dianjurkan untuk pasangan bata adalah

memakai bahan pengikat semen dari campuran semen dan kapur, karena penggunaan kapur sebagai campuran adukan membuat mortar menjadi lebih mudah dikerjakan.

- d. Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar b) dan c) di atas dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan asbestos fibres, jutes fibres (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergajian kayu, dan sebagainya. Mortar ini digunakan sebagai bahan isolasi panas atau peredam suara. Mortar tahan api diperoleh dengan menambahkan bubuk bata api dengan aluminous cement, dengan perbandingan satu aluminous cement dan dua bubuk bata api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

B. Landasan Teori

1. Kuat Tekan Batu Alam Lokal

Kuat tekan adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji hancur, dibagi dengan luas bidang tekan nyata dari benda uji (SNI 036861.1-2002). Analisis hasil kuat tekan ini dilakukan pada benda uji berbentuk bata merah pejal maupun benda uji berbentuk kubus. Kuat tekan didapat dengan membagi beban maksimum (P) dengan luas benda uji (A), sebagai berikut (Tjokrodimulyo, 1995) :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan : f_c = kuat tekan (Mpa atau kg/cm^2)
 P = beban maksimum (kN atau kg)
 A = luas bidang tekan (cm^2 atau mm^2)

2. Berat Volume (*Apparent Density*) Batu Alam Lokal

Berat volume adalah berat material per satuan volumenya. Berat volume dihitung dengan cara menimbang benda uji dalam keadaan kering (A), kemudian dibuat jenuh dengan air dan timbang lagi sebagai berat basah (B), sesudah itu benda uji ditimbang menggantung dalam air (C). Berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (SIN 15-6699-2002) :

$$\text{Berat Volume (gr/cm}^3\text{)} = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana : A = berat kering (gr)
 B = berat basah (gr)
 C = berat dalam air (gr)

3. Serapan Air (*absorption*)

Serapan air adalah hasil bagi antara berat basah dan berat kering yang dinyatakan dalam prosen. Untuk perbandingan serapan air (K) antar benda uji diperlukan standar yang sama dan dipakai secara umum. Nilai tingkat serapan air (*Water Absorption Rate, WAR*) didekati dengan persamaan hasil konversi rumus *WAR* dari *Operating Instruction Poroscope P-600, James Instruments INC* :

$$K = \frac{WB - WK}{WK} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.4)$$

$$WAR = \frac{WB - WK}{0,1 \cdot t \cdot A} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana,

- K = serapan air (%)
- WAR = water Absorption Rate (ml/dt/m²)
- WB = berat basah (gram)
- WK = berat kering (gram)
- t = waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyerapan (detik)

Tabel 2.5. Tingkat Serapan Air (Operating Instruction Poroscope P-600, James Instruments INC)

Concrete Category	Protective Quality	Water Absorption Rate 10 ⁻³ ml/dt/m ²
4	Excellent	< 14
3	Good	14 - 47
2	Fair	47 - 141
1	Not Very Good	141 - 471
0	Poor	> 471

Sumber : Widarto Sutrisno, 2006

Untuk memperoleh angka dari Tabel 2.5. di atas perlu dilakukan konversi dari tabel yang ada dalam manual poroskop P-600 dengan menjadikan luas permukaan tube Poroskop P-600 dalam meter persegi.

Serapan air pada mortar yaitu pada proses pengeringan terjadi pengurangan sejumlah air pada pasangan bata merah pejal/batu alam lokal. Hal ini disebabkan karena selain air mengalami penguapan, bata merah pejal/batu alam lokal juga akan menyerap air yang terdapat pada mortar. Sangat mungkin terjadi rongga kecil diantara agregat halus dengan semen dan rongga tersebut memiliki ukuran yang beraneka ragam. Dari yang dapat

dilihat dengan mata telanjang sampai yang hanya dapat dilihat dengan bantuan alat seperti mikroskop. Rongga yang sering disebut pori tersebut mungkin menjadi reservoir air bebas di dalam agregat.

Prosentase berat air yang mampu diserap oleh agregat jika direndam dalam air disebut serapan air. Dapat ditambahkan pula bahwa selain air yang mengawali pemakaian ruang dan kemudian menjadi rongga saat air menguap, terjadi juga rongga udara langsung pada prosentase yang kecil.

Hal lain adalah terjadinya pengurangan volume absolut dari air dan semen setelah reaksi kimia dan terjadi pengeringan sedemikian rupa sehingga pasta semen yang sudah kering akan menempati volume yang lebih kecil dibanding dengan pasta semen yang masih basah, berapapun perbandingan air semen yang digunakan (Murdock dan Brook, 1986).

4. Kuat Lekat Batu Alam Lokal Dengan Mortar

Kuat lekat adalah kemampuan pasangan bata/batu dalam menahan gaya geser horisontal (Satoto, 1998). Kuat lekat antara bata merah pejal/batu alam lokal dan mortar dapat diperoleh dengan membagi beban tekan maksimum (N) dengan luas penampang lekatan (mm^2), yaitu dengan rumus sebagai berikut (Sulastri 1996) :

$$t = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana :

- t = lekatan antara bata merah pejal/batu alam lokal dengan mortar (MPa)
- F = beban tarik maksimum (N)
- A = luas bidang lekatan (mm^2)

5. *Modulus of rupture* Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Modulus of rupture adalah kemampuan dari suatu balok untuk menahan keruntuhan (Ary Setyawan, 2003). *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul merupakan kemampuan maksimal dalam menerima momen lentur. Nilai *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diperoleh dengan rumus :

$$R = \frac{PxL}{bxd^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

- R : modulus of rupture (MPa)
- P : beban (kN)
- L : panjang perletakan benda uji (mm)
- b : lebar benda uji (mm)
- d : tinggi benda uji (mm)

6. Ketahanan Aus

Untuk mengetahui ketahanan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dilakukan pengujian ketahanan aus dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Nilai abrasi atau keausan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, semakin tinggi nilai kehilangan massanya menunjukkan ketahanan yang semakin rendah terhadap abrasi (keausan). Untuk menghitung ketahanan aus adalah dengan membagi antara selisih berat benda uji semula dikurangi berat yang tertahan saringan 1,7 mm setelah putaran ke 500 dengan berat benda uji semula dikalikan 100%, atau dapat dituliskan dengan rumus berikut (Gerson Pangajow, 2008) :

$$\text{Bagian yang hancur} = \frac{A - B}{A} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana : A = berat benda uji semula (gr)
B = berat benda uji setelah diuji (gr)

7. Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul adalah kemudahan cairan atau gas melewati batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Berdasarkan (Neville dan Brooks, 1987), uji permeabilitas dapat diukur dari percobaan benda uji yang di-*sealed* dari air yang bertekanan pada sisi atas saja dan meliputi aspek banyaknya air yang mengalir lewat pada ketebalan benda uji pada waktu tertentu. Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dapat pula diekpresikan sebagai koefisien permeabilitas k , yang dievaluasi berdasarkan hukum Darcy sebagai berikut:

$$\frac{1}{A} \frac{dq}{dt} = k \frac{\Delta h}{L} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana $\frac{dq}{dt}$: kecepatan aliran air
A : luas penampang benda uji batu alam lokal
 Δh : tinggi air jatuh
L : ketebalan benda uji batu alam lokal
k : koefisien permeabilitas.

Serapan air (absorption) sebagai salah satu sifat dari permeation dapat didefinisikan sebagai proses dimana batu alam lokal diletakkan dalam cairan, misalnya air, atau dalam larutan encer dan dipengaruhi oleh adanya tindak kapiler di dalam batu alam lokal. Permeabilitas bukan hanya ditentukan oleh porositasnya saja tetapi juga oleh kapiler yang saling

menghubungkannya. Kapiler yang terbagi dalam ruas-ruas berpengaruh besar terhadap permeabilitas, secara nyata menggambarkan bahwa permeabilitas adalah fungsi dari porositas yang tidak sederhana. Ada kemungkinan pada dua badan yang porous memiliki kesamaan porositas tetapi berbeda permeabilitasnya. Pada kenyataannya hanya satu lintasan besar yang menghubungkan rongga-rongga kapilernya yang akan mengakibatkan besarnya permeabilitas.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Penelitian karakteristik batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul ini menggunakan bahan yang berasal dari wilayah Kabupaten Gunungkidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Keterangan singkat dari material tersebut dijelaskan sebagai berikut :

1. Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Benda uji berupa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diambil dari Desa Terbah Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul. Batu alam berasal dari quarry yang sama dan mempunyai karakter yang seragam, oleh karena itu untuk mengetahui karakter batu alam tersebut diambil 5 (lima) benda uji yang diharapkan dapat menjadi sampel dari batu alam lokal yang ada di wilayah Kabupaten Gunungkidul.

2. Semen Portland

Bahan pengikat yang dipakai adalah semen portland tipe I merek gresik dalam kemasan 40 kg. Pengamatan keadaan fisik berupa keutuhan kemasan semen serta kehalusan butir semen (butiran berwarna abu-abu, halus dan tidak menggumpal). Dengan persyaratan fisis sesuai dengan SNI – 15-7064-2004.

3. Air

Air yang dipergunakan dalam pembuatan model benda uji berasal dari laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Sebelum penggunaan air dilakukan pemeriksaan secara visual dengan cara pemeriksaan kejernihan, tidak berbau dan tidak berwarna serta dapat dipergunakan sebagai air minum. Air dipergunakan sebagai katalis pembuatan mortar bereaksi dengan semen sebagai bahan aktif mengikat agregat.

4. Agregat

Agregat berupa pasir halus yang lolos saringan ϕ 4,8 berasal dari kali Progo Yogyakarta.

B. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan pengujian batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, antara lain sebagai berikut:

1. Mesin uji tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan bata merah pejal.

2. Mesin uji lentur

Mesin uji lentur digunakan untuk menguji *modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

3. Mesin uji keausan

Mesin uji keausan (Los Angeles) digunakan untuk menguji ketahanan aus batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

4. Mesin uji Permeabilitas

Mesin uji Permeabilitas yang terdiri dari Compressor, selang air dan pengukur tekanan air digunakan untuk menguji Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

5. Oven

Digunakan untuk mengeringkan benda uji.

6. Timbangan

Digunakan untuk menimbang benda uji dengan ketelitian 0,1 gr.

7. Peralatan standar tukang

Digunakan dalam pembuatan pasangan dinding batu alam lokal, seperti pacul, sekop, cetok, ayakan pasir, rol meter, penyipat datar, ember, kotak spesi dan peralatan penunjang lainnya.

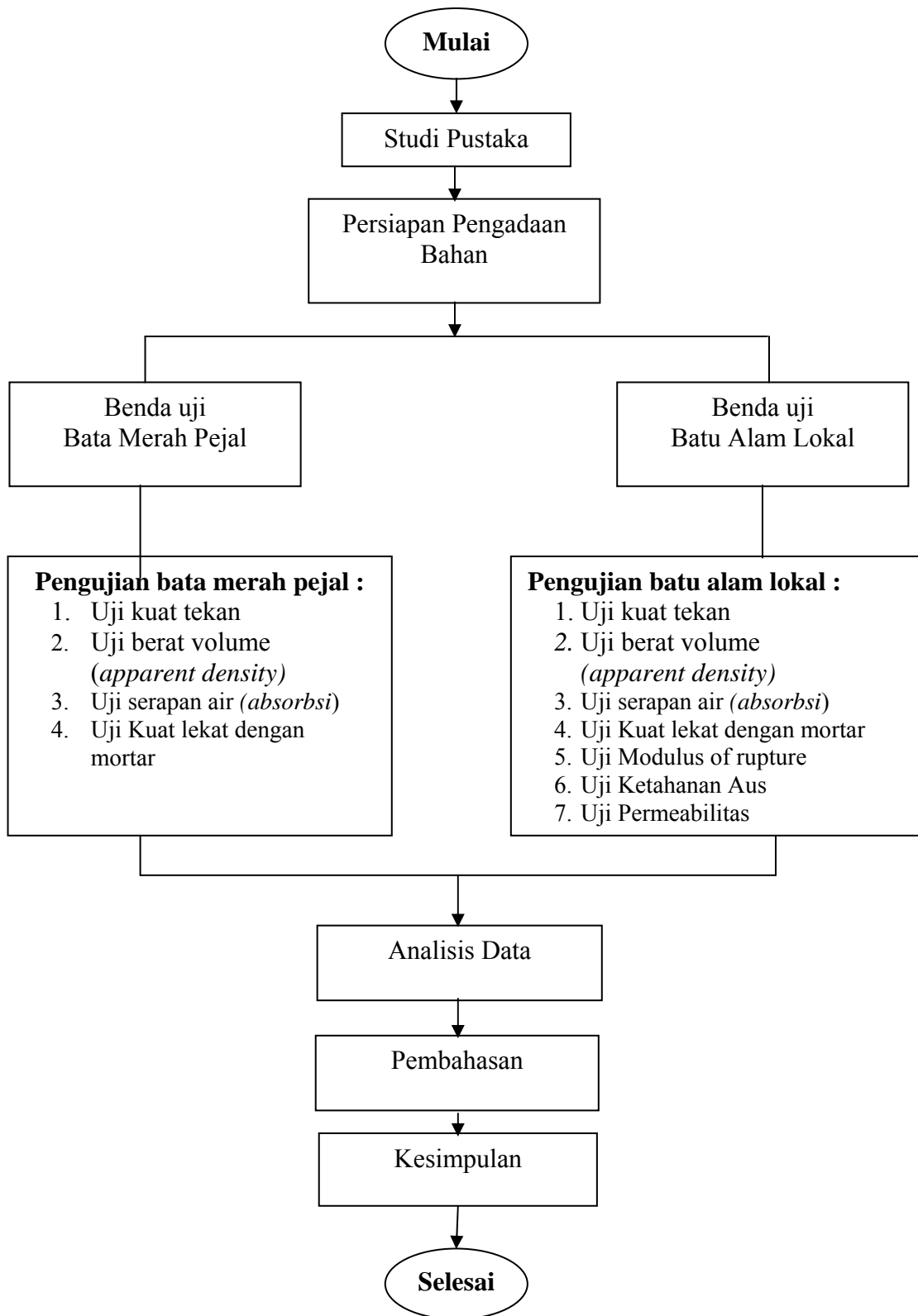
C. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara umum diuraikan sebagai berikut :

1. Tahap perumusan masalah, meliputi perumusan topik penelitian, termasuk perumusan tujuan serta manfaat penelitian.

2. Tahap perumusan teori, meliputi pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.
3. Tahap persiapan, meliputi pembuatan benda uji dan pengadaan bahan/material, persiapan instrumen pengujian, *preliminary design*, dan perbaikan benda uji sesuai dengan standar/peraturan yang berlaku.
4. Tahap pengujian, yaitu pengujian yang meliputi uji batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan uji bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul.
5. Tahap pengumpulan data, tahap ini meliputi tahap pengambilan data dari pengujian yang dilakukan.
6. Tahap analisa dan pengolahan data, pada tahap ini data yang telah diambil dari pengujian dianalisa, kemudian diolah sesuai dengan logika, teori dan standar peraturan yang berlaku.
7. Tahap penulisan dan penarikan kesimpulan, tahap ini meliputi penulisan hasil penelitian, hasil pengolahan data dan penarikan kesimpulan berdasarkan data yang diolah tersebut.

Tahapan penelitian secara rinci tergambar sebagaimana bagan alir berikut :



Gambar : 3.1. Bagar Alir Penelitian

D. Tahapan Persiapan dan Pengujian

1. Tahapan Persiapan

a. Persiapan benda uji

Benda uji terdiri dari dua macam yaitu batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan bata merah pejal yang digunakan di wilayah Kabupaten Gunungkidul. Benda uji batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diharapkan menjadi sampel yang mewakili populasi batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, yang di ambil dari tempat produksi yaitu Desa Terbah Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul. Selanjutnya benda uji dipotong-potong sesuai dengan ukuran bata merah pejal yang digunakan di Kabupaten Gunungkidul. Untuk benda uji bata merah pejal, mengambil dari tempat produksi bata merah pejal di Desa Potorono, Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul. Hal ini karena Kabupaten Gunungkidul tidak ada yang memproduksi bata merah pejal sehingga harus mendatangkan dari luar wilayah Kabupaten Gunungkidul. Bentuk bata merah pejal sesuai dengan standar SNI 03-6861.1.2002 Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam), tetapi ukurannya tidak sesuai dengan SNI 03-6861.1.2002, sehingga diambil yang paling mendekati ukuran Modul M-6.

b. Persiapan bahan untuk mortar

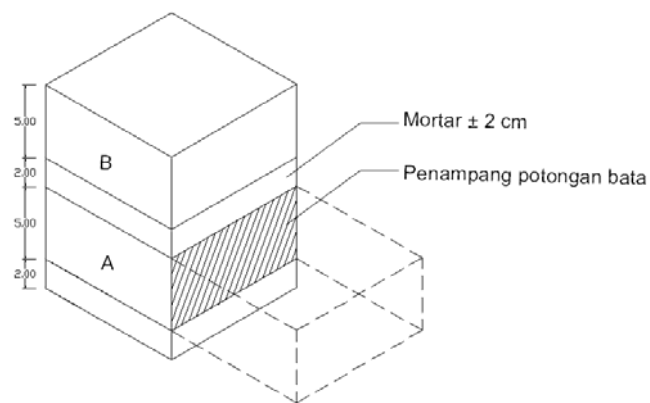
Bahan mortar yang perlu secara khusus dipersiapkan adalah pasir, Pasir yang digunakan berasal dari Sungai Progo Yogyakarta, selanjutnya pasir harus diayak dengan ayakan berukuran 4,75 mm dan 0,15 mm. Tujuan pengayakan ini adalah untuk memperoleh pasir yang bersih dari fraksi kasar maupun fraksi halus.

c. Pembuatan benda uji

- 1) Pembuatan benda uji tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Benda uji tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dibuat 2 (dua) macam berbentuk kubus sebanyak 5 (lima) buah dan berbentuk bata merah pejal sebanyak 5 (lima) buah. Untuk benda uji berbentuk kubus, batu alam lokal dipotong dengan ukuran $\pm 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$, kemudian dihaluskan dengan gerinda agar permukaannya rata dan halus. Sedangkan untuk benda uji berbentuk bata merah pejal batu alam lokal dipotong sesuai dengan ukuran bata merah pejal kemudian dihaluskan dengan gerinda dan dipotong menjadi 2 (dua) bagian, tiap-tiap potongan batu alam yang kesatu ditumpukkan pada batu alam lokal yang lain, diantara kedua potongan tersebut diberi mortar semen setebal $\pm 2 \text{ cm}$. Penggabungan potongan batu alam lokal

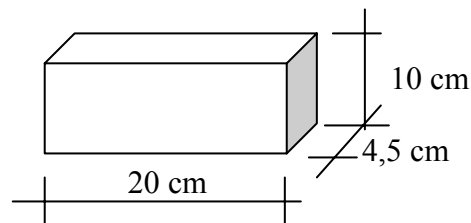
dengan diberi mortar pada cetakan yang dibuat dari papan kayu dengan ukuran setengah bata merah pejal. Pembuatan benda uji kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal sesuai dengan SNI 15-2094-2000 tetapi jumlahnya tidak sesuai dengan standar (kurang dari 30 benda uji). Karna benda uji tersebut dianggap sebagai benda uji. Proses pembuatan benda uji sesuai dengan gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Pembuatan benda uji kuat tekan dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

- 2) Pembuatan benda uji berat volume (*apparent density*) batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Proses pembuatan benda uji berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, dengan memotong batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul seperti bata merah pejal, kemudian permukaannya dihaluskan dengan gerinda.



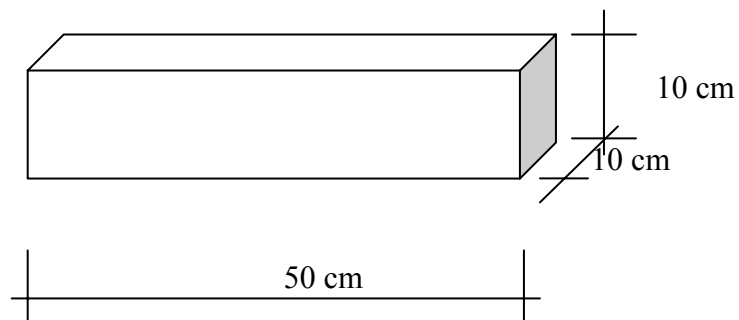
Gambar 3.4. Pembuatan benda uji pengujian berat volume

- 3) Pembuatan benda uji kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar.

Untuk uji kuat lekat batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar digunakan 3 buah benda uji untuk tiap-tiap variasi campuran mortar. Bata pertama diletakkan dibawah bata kedua, dengan dengan arah sumbu saling tegak lurus sedemikian rupa sehingga luas bidang lekat sebesar $b \times b$ mm² (dengan b adalah lebar bata). Kedua bata tersebut dilekatkan dengan mortar (dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 4 dan 1 : 7 setebal \pm 2 cm).

- 4) Pembuatan benda uji *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

Untuk uji *Modulus of rupture* dilaksanakan dengan uji sebanyak 3 (tiga) buah dengan ukuran panjang 500 mm, lebar 100 mm dan tebal 100 mm. Proses pembentukannya batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dipotong sesuai dengan ukuran tersebut kemudian dihaluskan dengan gerinda agar permukaannya rata. Proses pembuatan benda uji sebagaimana Gambar 3.3. berikut:



Gambar 3.3. Pembuatan benda uji Modulus of rupture

- 5) Pembuatan benda uji keausan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Proses pembuatan benda uji keausan adalah batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dihancurkan dibentuk agregat kasar masing-masing lolos saringan nomor 38,10 mm sebanyak 1250 gram, lolos saringan nomor 25,00 mm sebanyak 1250 gram,

lolos saringan nomor 19,00 mm sebanyak 1250 gram dan lolos saringan nomor 12,50 mm sebanyak 1250 gram dengan jumlah total 5000 gram batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, selanjutnya batu alam lokal tersebut dikeringkan dengan oven.

6) Pembuatan benda uji Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Benda uji Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dibuat silinder dengan ukuran diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm. Selanjutnya benda uji diproses perendaman dan dikeringkan dengan oven untuk mengetahui beratnya, kemudian benda uji diberi lubang pada bagian atasnya sebesar pipa selangnya, pipa (selang air bertekanan) di-*sealed*, dan diikat dengan klem pada permukaan atas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

2. Tahapan Pengujian

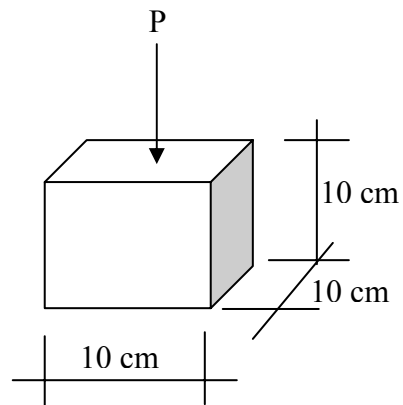
Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik material batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Pengujian ini juga dilakukan pada benda uji bata merah pejal yang biasa digunakan di wilayah Kabupaten Gunungkidul tetapi pengujiannya tidak sebanyak yang dilakukan pada batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Hal ini dikarenakan untuk bata merah pejal proses pengambilan benda ujinya dengan mengambil secara acak bata

merah yang sudah jadi dan beredar dipasaran untuk wilayah Kabupaten Gunungkidul. Sedangkan untuk batu alam lokal pengambilan benda ujinya dari tempat produksi batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tersebut sehingga pembuatan dan pembentukan benda uji bisa disesuaikan dengan standart pengujian laboratorium.

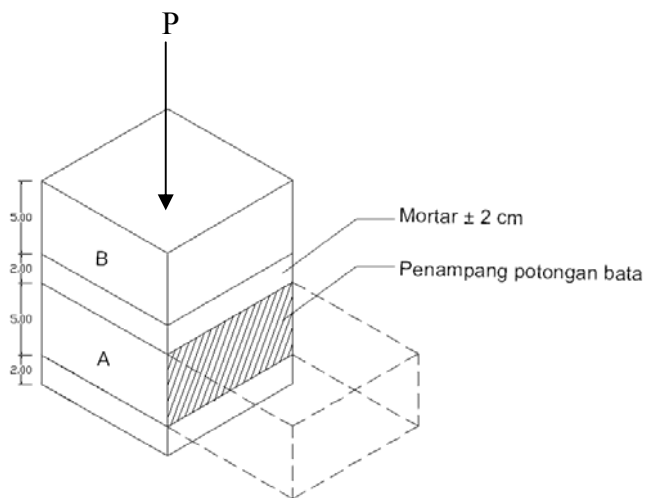
Beberapa pengujian pada batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan bata merah pejal antara lain sebagai berikut :

a. Pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dilakukan pada 2 macam bentuk benda uji yaitu pada benda uji yang berbentuk kubus dan benda uji yang berbentuk bata yang dipotong menjadi 2 bagian dan dilekatkan dengan mortar pada masing-masing potongan tersebut. Proses pengujian dilakukan dengan mesin uji Controls dengan kapasitas tekan sampai dengan 2000 KN. Benda uji permukaannya dibuat benar-benar rata kemudian diletakkan pada perletakan mesin uji tersebut, selanjutnya ditekan sampai benda uji tersebut retak dan hancur. Setup benda uji pada pengujian kuat tekan sebagaimana Gambar 3.5 dan 3.6.



Gambar 3.5. Setup pengujian kuat tekan dengan benda uji berbentuk kubus



Gambar 3.6. Setup pengujian kuat tekan dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

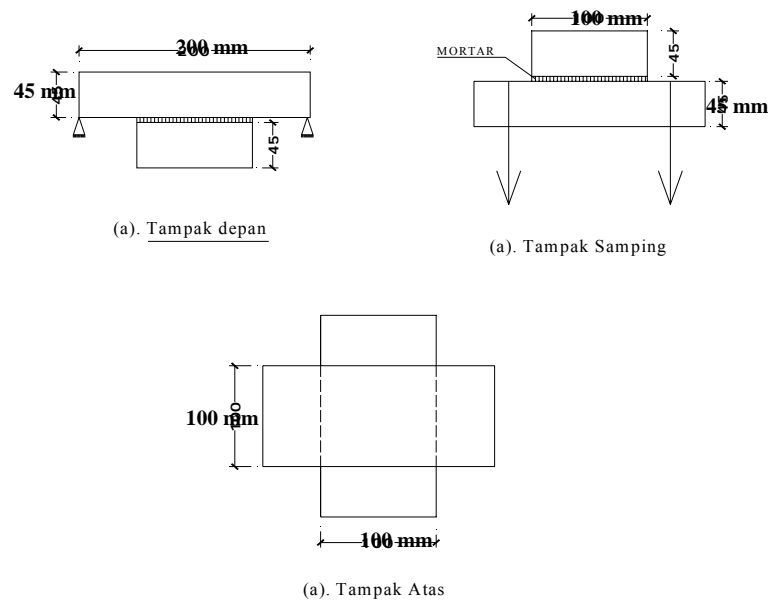
b. Pengujian berat volume (apparent density) batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Proses pengujian berat volume dilakukan dengan menggunakan 10 buah benda uji. Benda uji ditimbang dalam keadaan

kering untuk mendapatkan berat kering, kemudian ditimbang dalam keadaan di air, dan direndam dalam air selama 24 jam lalu ditimbang lagi untuk mendapatkan berat basah. Penimbangan dengan timbangan berketelitian 0,1 gr.

c. Pengujian kuat lekat dengan motar batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Pengujian kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan mortar dilakukan setelah benda uji berumur 14 hari. Setelah benda uji untuk kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar siap, maka kedua batu alm lokal Kabupaten Gunungkidul yang telah disatukan dengan spesi tersebut dibelah dengan cara meletakkan batu alam lokal sebelah atas pada suatu tumpuan, kemudian batu alam lokal yang satu dibebani dengan gaya tekan yang secara pelan-pelan gayanya dinaikkan sampai kedua batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul yang berbentuk bata terpisah. Pengujian ini menggunakan mesin uji hidrolis kuat tarik merk UTM. Setup benda uji pada pengujian kuat lekat dengan mortar sebagaimana Gambar 3.9. berikut:

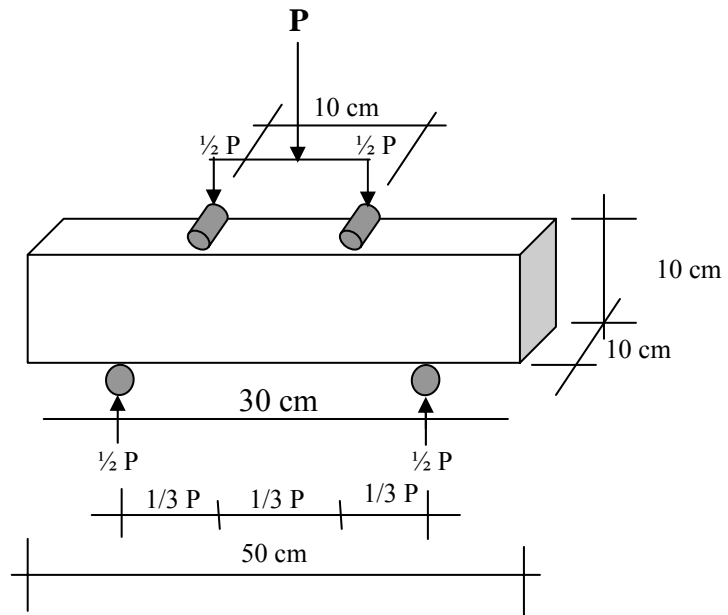


Gambar 3.9. Setup benda uji pada Pengujian kuat lekat dengan mortar

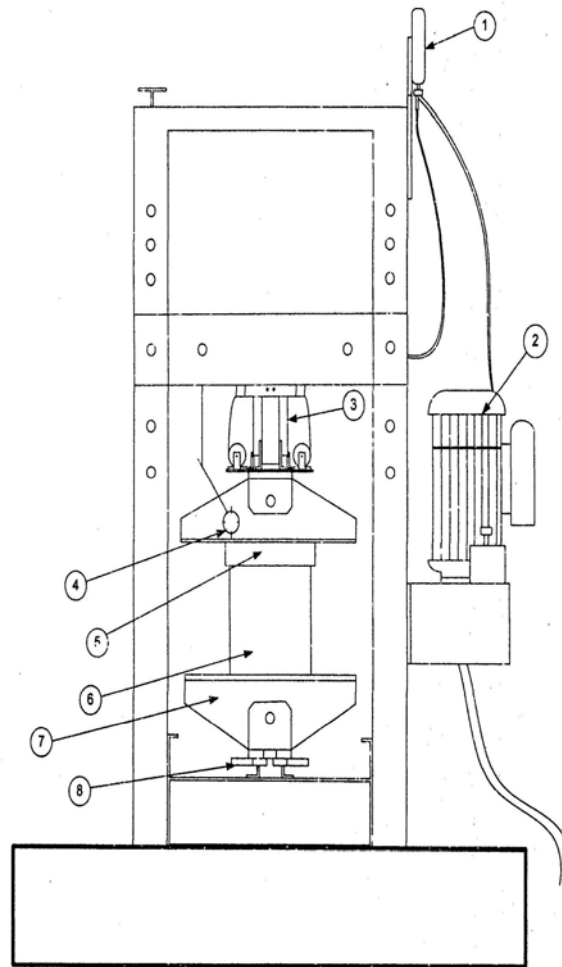
d. Pengujian *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Pengujian *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dilakukan setelah benda uji dengan ukuran panjang 500 mm, lebar 100 mm, tebal 100 mm telah siap dan permukaannya rata diletakkan pada perletakan mesin uji lentur. Mesin yang digunakan untuk pengujian kuat lentur ini adalah Mesin uji merek Control.

Setup benda uji dan alat pada pengujian *Modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagaimana Gambar 3.7. dan 3.8 berikut:



Gambar 3.7. Setup benda uji Modulus of rupture



Gambar 3.8. Setup alat pada Pengujian *Modulus of rupture*

Keterangan Gambar :

1. Loadcell : alat yang digunakan untuk mengukur besarnya beban yang dihubungkan dengan transducer.
2. Motor listrik : penggerak mesin uji
3. Hidraulic jack : alat ini digunakan untuk memberi pembebanan pada pengujian lentur balok.
4. Dial guage : alat untuk mengukur besarnya defleksi dengan kapasitas penurunan maksimum 30 mm dengan tingkat ketelitian 0,001 in.
5. Lempengan baja : berfungsi sebagai beban merata
6. Benda uji : batu alam lokal ukuran 10cm x 10cm x 50cm
7. Tumpuan : tempat untuk meletakkan benda uji
8. Pengatur tumpuan.

Cara kerja alat ini setelah benda uji diletakkan pada rangka pembebanan dengan bawahnya ditumpu pada bagian ujungnya ± 10 cm dengan tumpuan sendi dan rol agar tidak terjadi pengekangan pada daerah tumpuan atau berperilaku statis tertentu. Kemudian benda uji diberi beban secara perlahan per 1 kN. Defleksi pada bagian tengah batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diukur dengan menggunakan *dial guage* dan besarnya beban diukur dengan menggunakan *loadcell*. Besarnya beban dan defleksi yang terjadi dibaca dan dicatat sampai batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mengalami keruntuhan.

e. Pengujian keausan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

Langkah pengujian ketahanan aus mengacu pada metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles (SNI 03-2417-1990). Proses pengujiaannya adalah batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dibuat seperti agregat kemudian dikeringkan sesuai gradasi sebanyak 5 kg dimasukkan bersama-sama bola baja (± 5 Kg) sebanyak 11 buah ke dalam bejana Los Angeles. Selanjutnya mesin diputar dengan kecepatan 30 – 33 rpm sebanyak 100 kali putaran, selesai pemutaran ke 100, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian disaring dengan saringan ukuran lubangnya 1,7 mm dan butiran yang tertinggal di atas saringan tersebut ditimbang. Setelah ditimbang butiran yang tertinggal tersebut dimasukkan kedalam mesin Los Angeles dan putaran mesin sebanyak 500 kali.

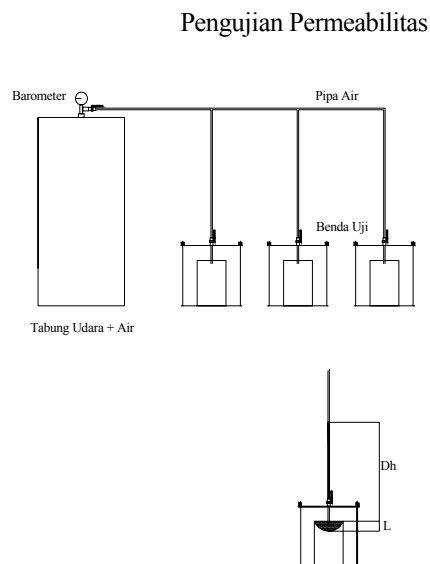
Selesai pemutaran ke 500 benda uji dikeluarkan dan disaring dengan saringan ukuran 2,00 mm dan butiran yang tertinggal dihitung. Nilai ketahanan aus dihitung dengan membagi antara selisih berat benda uji semula dikurangi berat yang tertahan saringan ukuran 2,00 mm setelah putaran ke 500, dengan berat benda uji semula dikalikan 100%.

f. Pengujian Permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

Untuk pengujian permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul benda uji dibuat berbentuk silinder kemudian dikeringkan sampai beratnya konstan dengan cara dimasukkan ke dalam oven. Setelah kering kemudian benda uji diberi lubang, pipa dan selang pada permukaan atasnya untuk memasukkan air dengan tekanan tertentu lewat selang tersebut. Pipa (selang air bertekanan) di-*sealed*, diikat dengan klem pada permukaan atas batu alam lokalnya. Benda uji kemudian diberi air bertekanan 1 kg/cm² selama 48 jam, dilanjutkan air bertekanan 3 kg/cm² selama 24 jam, dan dilanjutkan air bertekanan 7 kg/cm² selama 24 jam, kemudian benda uji dibelah.

Permeabilitas diukur dari kedalaman penetrasi air yang terjadi (diukur dari permukaan pipa selang sampai kedalaman pada batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul). Koefisien permeabilitas dievaluasi

dengan cara setelah benda uji diberi tekanan 7 kg/cm^2 selama 24 jam, kemudian benda uji tersebut di atasnya diberi selang yang telah diisi oleh air. Fungsi dari selang air ini adalah untuk mengetahui penurunan air yang terjadi selama 1 jam, kemudian benda uji dibelah dan dievaluasi kedalaman penetrasi airnya, diameter sebaran air dan dievaluasi berdasarkan hukum Darcy. Setup bahan dan alat pengujian Permeabilitas sebagaimana Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Setup benda uji dan alat pada Pengujian Permeabilitas

Tahapan pengujian bata merah pejal untuk uji berat volume (*apparent density*), uji serapan air dan kuat lekat dengan mortar sama dengan pengujian yang dilaksanakan pada batu alam lokal, tetapi untuk pengujian kuat tekan hanya dengan satu macam benda uji yaitu bata merah pejal dipotong menjadi dua bagian dan direkatkan dengan mortar, untuk

pengujian kuat tekan dengan benda uji berbentuk kubus tidak dilakukan pada bata merah pejal karena penelitian ini langsung mengambil benda uji bata merah pejal yang telah ada, sehingga tidak membuat benda uji dalam bentuk yang lain.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

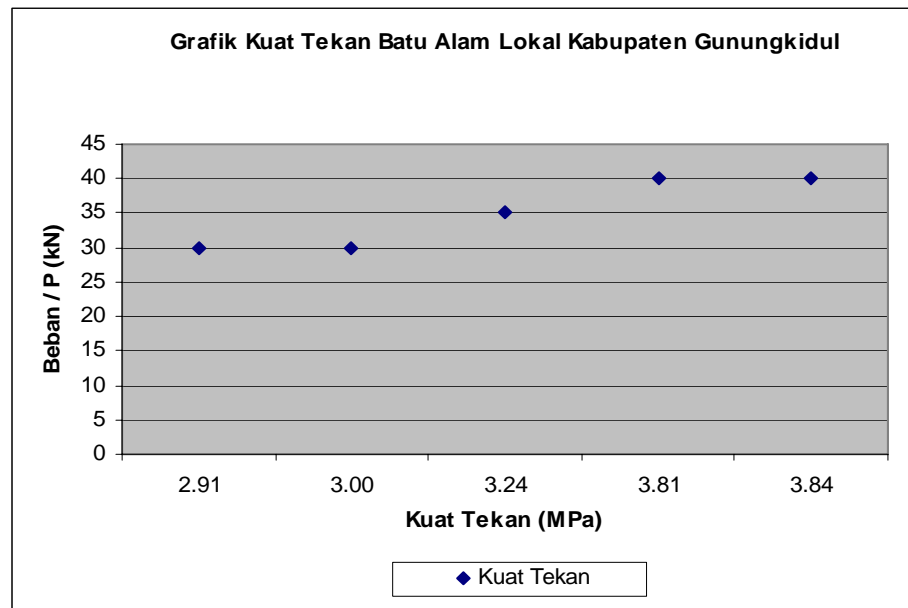
1. Kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

- a. Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus

Pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus berjumlah 5 buah benda uji berukuran $\pm 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ dimaksudkan untuk mengetahui kekuatannya, yakni kuat tekan karakteristik dan beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji hancur. Tabel 4.1 dan Gambar Grafik 4.1 menyajikan kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus.

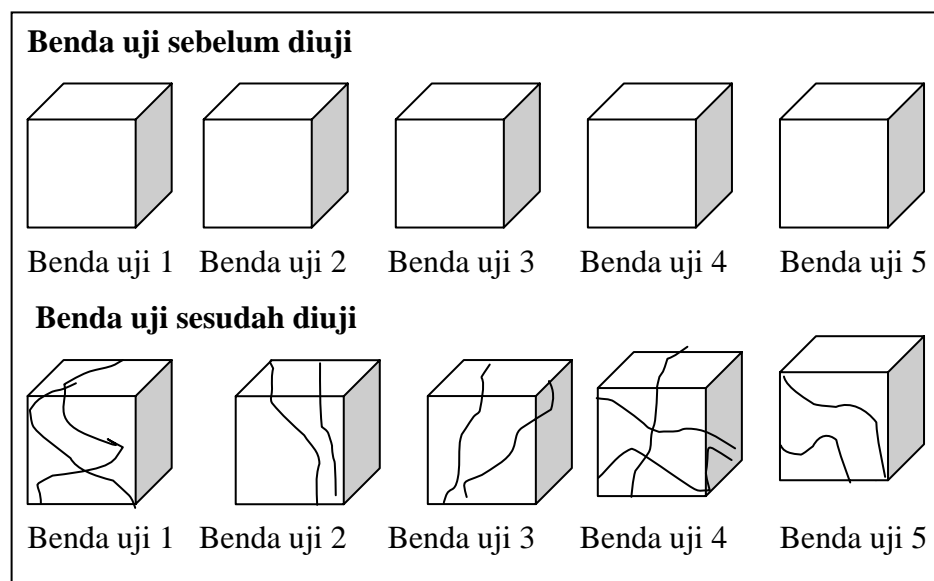
Tabel 4.1 Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul Dengan benda uji berbentuk kubus.

Kode Benda uji	Dimensi			Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)
	p (mm)	l (mm)	t (mm)		
BK 1	104	104	104	35	3,24
BK 2	102	102	102	40	3,84
BK 3	100	103	100	30	2,91
BK 4	100	100	104	30	3,00
BK 5	103	102	100	40	3,81
Rata - rata					3,36



Gambar 4.1. Grafik Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus.

Dari hasil pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus didapat nilai kuat tekan, pola retak dan beban yang dapat ditahan oleh benda uji yang bervariasi. Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan pola retak dan hancur pada masing-masing benda uji.



Gambar 4.2. Pola retak pada benda uji



Gambar 4.3. Benda uji setelah diuji kuat tekan

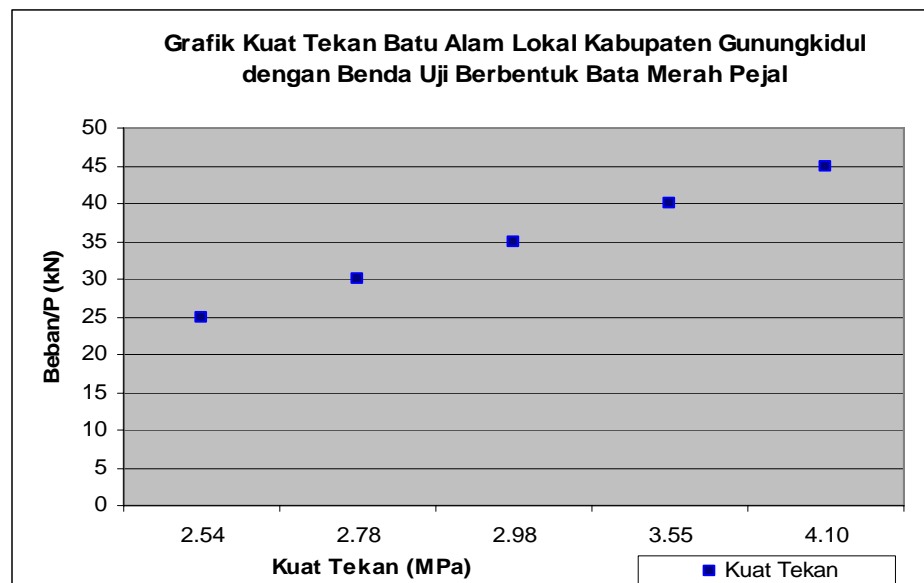
Berdasarkan hasil pengujian di atas benda uji 1 sampai dengan 3 kuat tekannya lebih rendah daripada benda uji nomor 4 dan 5, hal ini dipengaruhi oleh tingkat kehalusan bidang tekan pada masing-masing benda uji. Hal lain yang dapat diamati dari pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus adalah benda uji yang kuat tekannya rendah pola retaknya cenderung arah vertikal sedangkan benda uji dengan kuat tekan lebih tinggi pola retaknya cenderung arah horisontal. Retak yang terjadi pada benda uji kubus batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tidak langsung hancur/pecah tetapi secara perlahan-lahan.

- b. Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

Pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal dilaksanakan dengan memotong batu alam lokal yang berbentuk bata merah pejal pada bagian tengahnya menjadi 2, tiap potongan bata yang ke satu ditumpukkan pada potongan yang lain. Ruang diantara keduanya diberi mortar setebal ± 2 cm. Pembuatan benda uji tersebut dilakukan dalam cetakan. Dari pengujian ini diketahui kuat tekan karakteristik dan beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji hancur. Tabel 4.2 dan Gambar 4.4 menyajikan hasil pemeriksaan kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal.

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Benda uji berbentuk Bata Merah Pejal

Nomor Benda uji	Dimensi (mm)			Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar	Tinggi			
BA 1	140	90	104	35	2.78	28.32
BA 2	106	95	104	30	2.98	30.37
BA 3	106	93	100	25	2.54	25.86
BA 4	106	93	100	35	3.55	36.20
BA 5	105	93	106	40	4.10	41.77
Rata - rata					3.19	32.50



Gambar 4.4. Grafik Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

Dari hasil pengujian diketahui bahwa kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal berkisar antara 2,54 MPa atau 25,86 Kg/cm² sampai dengan 4,10 MPa atau 41,77 Kg/cm². Dengan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 3,19 MPa atau 32,50 Kg/cm². Terjadinya perbedaan yang signifikan pada masing-masing benda uji dipengaruhi oleh rata tidaknya mortar diantara potongan batu alam lokal tersebut. Karena apabila mortarnya rata maka permukaan benda uji yang akan ditekan juga rata, sehingga beban yang diberikan bisa maksimal. Pada benda uji nomor 5 kuat tekannya paling tinggi yaitu sebesar 4,10 MPa. Hal ini terjadi karena pada benda uji tersebut bidang tekannya sangat rata dan halus. Dalam Gambar 4.5. dan 4.6. menunjukkan proses pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal.



Gambar 4.5. Pembuatan benda uji dengan cetakan dari kayu



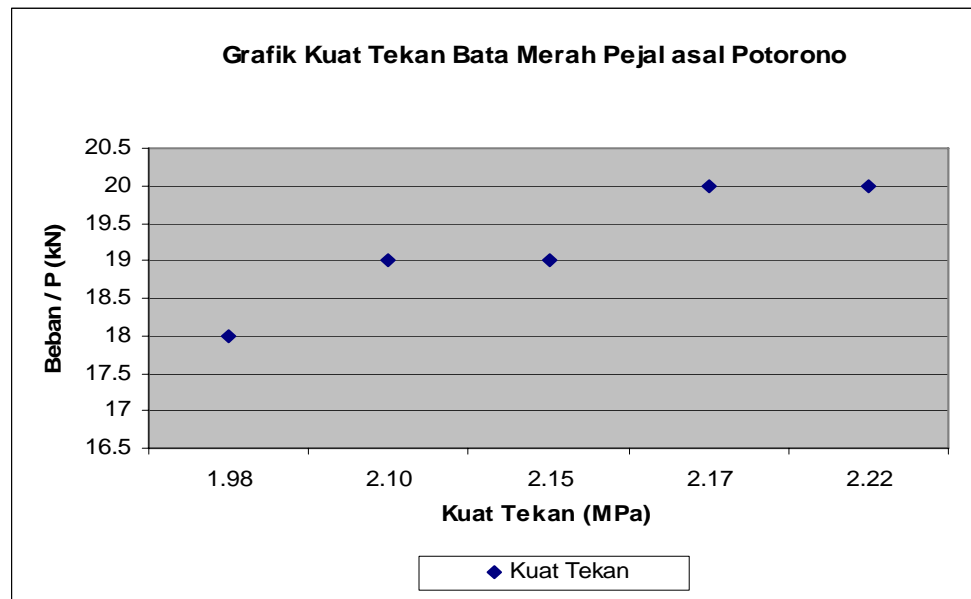
Gambar 4.6. Benda uji berbentuk bata merah pejal setelah diuji kuat tekan

2. Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Pengujian kuat tekan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan benda uji bata merah pejal yang diambil langsung dari tempat produksi bata merah pejal yaitu Desa Potorono Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik dan beban maksimum yang bekerja pada pengujian kuat tekan bata merah pejal asal Potorono. Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa kuat tekan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul berkisar antara 1,98 MPa atau 20,23 Kg/cm² sampai dengan 2,22 MPa atau 22,66 Kg/cm². Rata-rata nilai kuat tekan adalah 2,13 MPa atau 21,68 Kg/cm². Hasil pengujian selengkapnya sebagaimana Tabel 4.3 dan Gambar Grafik 4.7.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Nomor Benda uji	Dimensi (mm)			Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar	Tinggi			
BB 1	96	92	95	19	2.15	21.94
BB 2	98	97	95	20	2.10	21.45
BB 3	95	90	92	19	2.22	22.66
BB 4	97	95	96	20	2.17	22.13
BB 5	96.5	94	90	18	1.98	20.23
Rata - rata					2.13	21.68



Gambar 4.7. Grafik Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Setelah dilaksanakan pengujian bata merah pejal ternyata terdapat perbedaan yang signifikan pada masing-masing benda uji. Hal ini dipengaruhi oleh rata-rata mortar pada benda uji dan kualitas benda uji bata merah pejal.

3. Modulus of rupture Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Modulus of rupture digunakan untuk menentukan kekakuan bahan berupa batu alam lokal dalam menahan momen lentur. Sehingga diketahui modulus hancurnya. Hal ini perlu diketahui karena kuat tarik batu alam lokal tergantung pada *modulus of rupture*-nya. Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian *modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *modulus of rupture* Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Kode Benda uji	Panjang Perletakan (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Gaya (P) (kN)	Modulus of Rupture (MPa)
BL 1	450	100	102	10	0,44
BL 2	450	101	100	10	0,45
BL 3	450	100	101	8	0,36
Rata – rata					0,41

Dari hasil pengujian *modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul di atas diketahui bahwa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mengalami hancur pada angka 0,36 MPa sampai dengan 0,45 MPa.

4. Berat Volume (*apparent density*) Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Hasil pengujian berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diperoleh dari hasil rata-rata berat volume 10 (sepuluh) benda uji batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul yang diperiksa. Benda uji ini mempunyai dimensi $\pm 20 \text{ cm} \times \pm 9 \text{ cm} \times \pm 4 \text{ cm}$. Hasil pengujian berat volume tersebut disajikan pada Lampiran A-5 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Volume (*apparent density*) Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Nomor	Kode Benda uji	Berat Volume (gr/cm ³)
1.	BJA 1	1,66
2.	BJA 2	1,75
3.	BJA 3	1,63
4.	BJA 4	1,81
5.	BJA 5	1,86
6.	BJA 6	1,77
7.	BJA 7	1,68
8.	BJA 8	1,76
9.	BJA 9	1,61
10	BJA 10	1,98
Rata - rata		1,75

Dari Tabel 4.5 tersebut dapat dilihat bahwa berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tersebut bervariasi antara 1,61 gr/cm³ sampai 1,98 gr/cm³ dengan rata-rata sebesar 1,75 gr/cm³.

5. Berat Volume Bata (*apparent density*) Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Hasil pengujian berat volume dari 10 (sepuluh) benda uji bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul diperoleh hasil rata-rata berat volume dari benda uji tersebut. Benda uji tersebut mempunyai dimensi ± 19 cm x ± 9 cm x $\pm 3,5$ cm, yang merupakan bata merah pejal yang digunakan diwilayah Kabupaten Gunungkidul. Hasil pengujian berat volume tersebut disajikan pada Lampiran A-6 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Berat Volume (*apparent density*) Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul.

Nomor	Kode Benda uji	Berat Volume (gr/cm ³)
1.	BJM 1	1,87
2.	BJM 2	1,96
3.	BJM 3	1,90
4.	BJM 4	1,85
5.	BJM 5	1,85
6.	BJM 6	1,83
7.	BJM 7	1,86
8.	BJM 8	1,54
9.	BJM 9	1,85
10	BJM 10	1,82
Rata - rata		1,83

Dari Tabel 4.6 tersebut dapat dilihat bahwa berat volume bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul tersebut bervariasi antara 1,54 gr/cm³ sampai 1,96 gr/cm³ dengan rata-rata sebesar 1,83 gr/cm³.

6. Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Pengujian serapan air ini dilakukan pada dua jenis benda uji, yaitu benda uji dengan bentuk bata merah pejal dan benda uji berbentuk kubus. Hasil pengujian serapan air kedua jenis benda uji itu kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai serapan air sesungguhnya.

Tabel 4.7 menyajikan hasil pengujian serapan air dengan benda uji berbentuk bata merah pejal sedangkan tabel Tabel 4.8 menyajikan serapan air dari benda uji berbentuk kubus (data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A-7 dan Lampiran A-1)

Tabel 4.7. Serapan air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

Nomor	Kode Benda Uji	Serapan Air (%)
1.	KA 1	17,64
2.	KA 2	23,25
3.	KA 3	14,51
4.	KA 4	7,84
5.	KA 5	7,73
Rata - rata		14,19

Tabel 4.8. Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk kubus

Nomor	Kode Benda uji	Serapan Air (%)
1.	BK 1	11,33
2.	BK 2	21,41
3.	BK 3	17,16
4.	BK 4	11,42
5.	BK 5	12,90
Rata - rata		14,90

Dari hasil rata-rata Tabel 4.7. dan Tabel 4.8. dapat diketahui bahwa rata-rata serapan air dari batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul adalah 14,19% dan 14,90%. Dari kedua tabel dapat diketahui bahwa serapan air batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul berkisar antara 7,73% sampai 23,25%.

7. Serapan Air Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Hasil pengujian serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul diperoleh hasil sebagaimana Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Nomor	Kode Beda Uji	Serapan Air (%)
1.	KB 1	16,59
2.	KB 2	20,66
3.	KB 3	17,22
4.	KB 4	15,73
5.	KB 5	16,00
Rata - rata		17,24

Dari Tabel 4.9. tersebut dapat dilihat bahwa serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul tersebut antara 15,73% sampai 20,66% dengan rata-rata sebesar 17,24% data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A-8.

8. Ketahanan Aus Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Uji ketahanan aus menggunakan mesin Los Angeles mendapatkan hasil bagian yang hancur dan lolos saringan nomor 2,00 mm sebesar 67,24% (lihat lampiran A-9). Hasil pengujian ini menyatakan bahwa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tidak mempunyai ketahanan aus yang baik, tidak memenuhi spesifikasi teknis seperti yang tertera dalam spesifikasi bahan bangunan bagian A bahan bangunan bukan logam (SNI 03-6861.1-2002). Hasil pengujian ketahanan aus sebagaimana Tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10. Pengujian Ketahanan Aus Batu Alam Lokal

No.	Lubang Ayakan, mm		Berat Benda uji (gr) Gradasi A
	Lewat	Tertahan	
1.	38,1	25	1250
2.	25	19	1250
3.	19	12,5	1250
4.	12,5	9,5	1250
	Jumlah berat benda uji		5000
	Jumlah Bola		11
	Jumlah Putaran		500

Berat benda uji semula (A) = 5000 gram

Berat benda uji sesudah di uji (B) = 1638 gram

$$A - B$$

Bagian yang hancur = $\frac{\quad}{\quad} \times 100\% = 67,24\%$

A

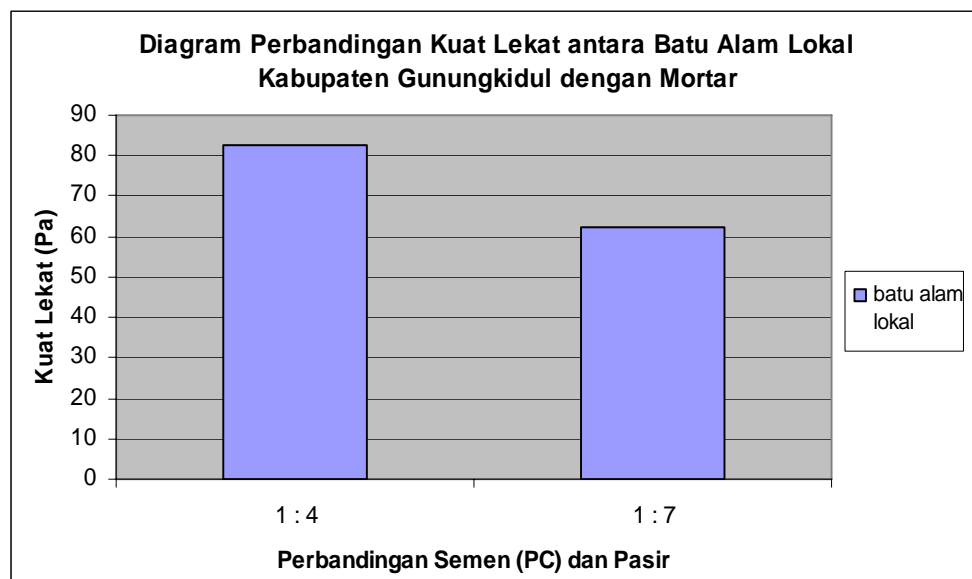
9. Kuat Lekat Antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar

Pengujian kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar dilakukan pada 3 (tiga) buah benda uji tiap-tiap perbandingan campuran mortar. Pengujian kuat lekat dilakukan pada benda uji setelah mortarnya berumur 14 (empat belas) hari. Lekatan antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar sangat mempengaruhi pasangan dinding. Semakin kuat lekatan antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan mortar maka pasangan dinding tersebut juga semakin kuat terutama kemampuannya dalam menahan gaya geser horisontal tegak lurus pasangan dinding.

Tabel 4.11. menyajikan hasil pengujian kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar. Komposisi campuran mortar yang diambil sebanyak 2 (dua) macam yaitu 1pc : 4ps dan 1pc : 7ps. Hasil selengkapnya sebagaimana Tabel 4.11. dan Gambar grafik 4.8.

Tabel 4.11. Kuat Lekat rata-rata antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar

Nomor	Perbandingan Volume		Kuat Lekat rata-rata antara batu alam lokal Kab. GK dengan mortar (Pa)
	Semen (PC)	Pasir	
1.	1	4	82.371
2.	1	7	62.088



Gambar 4.8. Diagram Perbandingan Kuat Lekat rata-rata antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar

Dari Tabel 4.11 dan Gambar 4.8. di atas dapat dilihat bahwa kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar berkisar antara 62.09 Pa sampai 82.37 Pa. Kuat lekat antara batu alam lokal

Kabupaten Gunungkidul dengan mortar cenderung mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya rasio pasir terhadap semen.

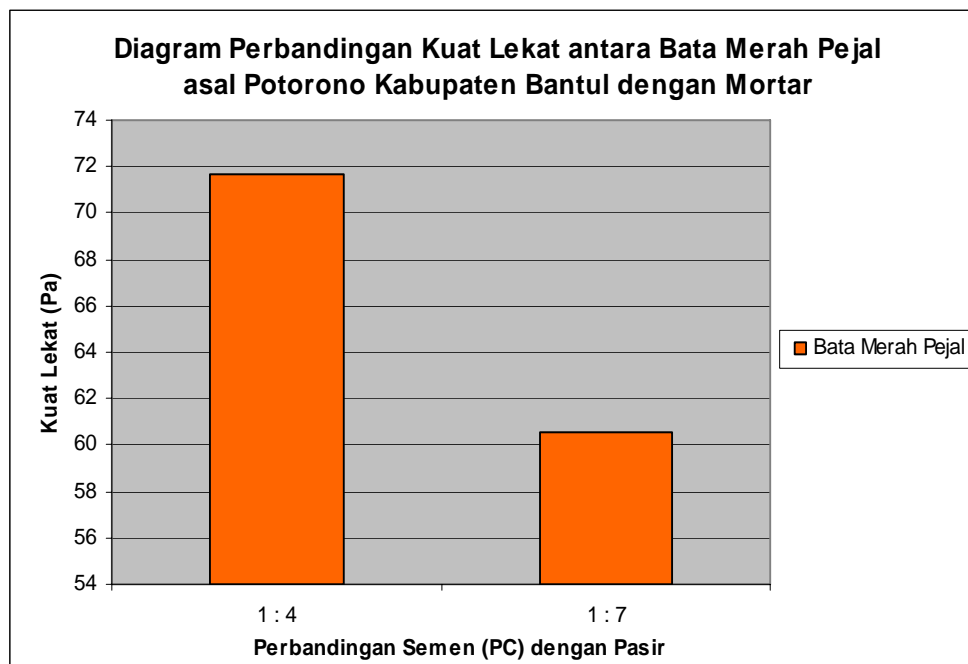
10. Kuat Lekat antara Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan Mortar

Pengujian kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan mortar dilakukan pada 3 (tiga) buah benda uji tiap-tiap perbandingan campuran mortar. Pengujian kuat lekat dilakukan pada benda uji setelah mortarnya berumur 14 (empat belas) hari. Lekatan antara bata merah pejal dengan mortar sangat mempengaruhi pasangan dinding. Semakin kuat lekatan antara bata merah pejal dan mortar maka pasangan dinding tersebut juga semakin kuat terutama kemampuannya dalam menahan gaya geser horisontal tegak lurus pasangan dinding.

Tabel 4.12 menyajikan hasil pengujian kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan mortar. Komposisi campuran mortar yang diambil sebanyak 2 (dua) macam yaitu 1pc : 4ps dan 1pc : 7ps. Hasil selengkapnya sebagaimana Tabel 4.12 dan Gambar 4.9.

Tabel 4.12. Kuat Lekat rata-rata antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan mortar

Nomor	Perbandingan Volume		Kuat Lekat rata-rata antara bata merah pejal Potorono dengan mortar (Pa)
	Semen (PC)	Pasir	
1.	1	4	71.675
2.	1	7	60.593



Gambar 4.9. Diagram Perbandingan Kuat Lekat rata-rata antara bata merah Pejal asal Potorono dengan Mortar

Dari Tabel 4.12 dan Gambar 4.9. di atas dapat dilihat bahwa kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan mortar berkisar antara 60.59 Pa sampai 71.68 Pa. Kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono dengan mortar cenderung mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya rasio pasir terhadap semen.

11. Permeabilitas Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Pengujian Permeabilitas menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 75 mm dan tebal 150 mm. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui penetrasi dan permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, dengan cara memberikan tekanan air pada benda uji. Proses

pemberian tekanan air adalah tekanan 1 kg/cm² selama 48 jam, dilanjutkan dengan tekanan 3 kg/cm² selama 24 jam dan terakhir 7 kg/cm² selama 24 jam. Perhitungan koefisien permeabilitas seperti pada bab sebelumnya. Adapun hasil lengkap pengujian permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sebagaimana Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Permeabilitas Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Nomor	Kode Benda uji	Penetrasi (mm)	Koefisien Permeabilitas $K=1/A*(dQ/dt)*L/dh$
1.	BAL 1	505	8,48E-03
2.	BAL 2	425	6,96E-03
3.	BAL 3	450	9,33E-03
Rata - rata		460	8,26E-03

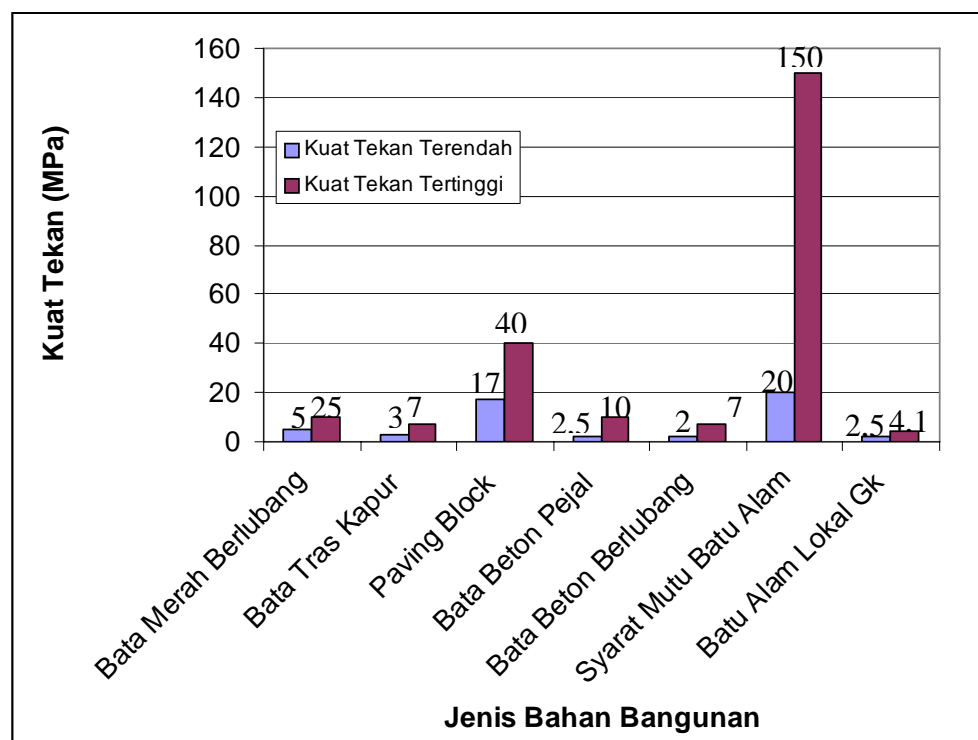
B. Pembahasan

1. Kuat Tekan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Dari hasil pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan 2 (dua) macam benda uji yaitu berbentuk kubus dan berbentuk bata merah pejal didapat kuat tekannya sebesar 3,36 MPa dan 3,19 MPa. Perbedaan kuat tekan dipengaruhi oleh rata tidaknya bidang tekan pada masing-masing benda uji.

Dalam SNI 03-6861.1-2002 tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A terdapat persyaratan kuat tekan beberapa bahan bangunan antara lain bata merah berlubang, bata tras kapur, paving block, bata beton pejal, batu beton berlubang serta syarat mutu batu alam. Untuk mengetahui apakah

batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mempunyai kuat tekan yang baik atau tidak, maka perlu membandingkan dengan kuat tekan berbagai bahan yang lain. Gambar 4.10. membandingkan persyaratan kuat tekan beberapa bahan bangunan pada SNI 03-6861.1-2002 dan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Dari perbandingan tersebut diketahui bahwa ternyata batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul memiliki kekuatan yang rendah.



Gambar 4.10. Grafik persyaratan kuat tekan berbagai macam bahan bangunan dalam SNI 03-6861.1-2002

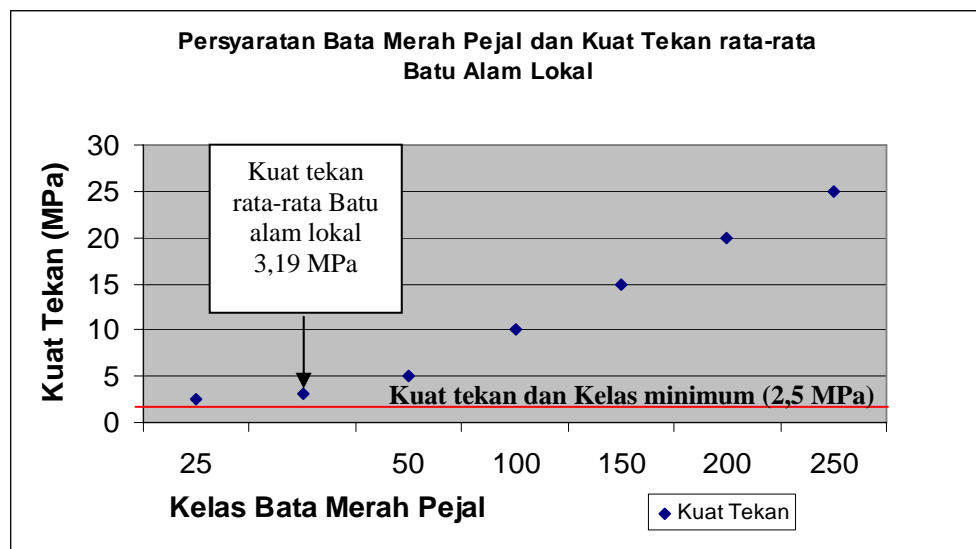
Dalam Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia Pasal 27 disebutkan persyaratan bata merah pejal sebagaimana Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Persyaratan Kuat Tekan Bata Merah Pejal

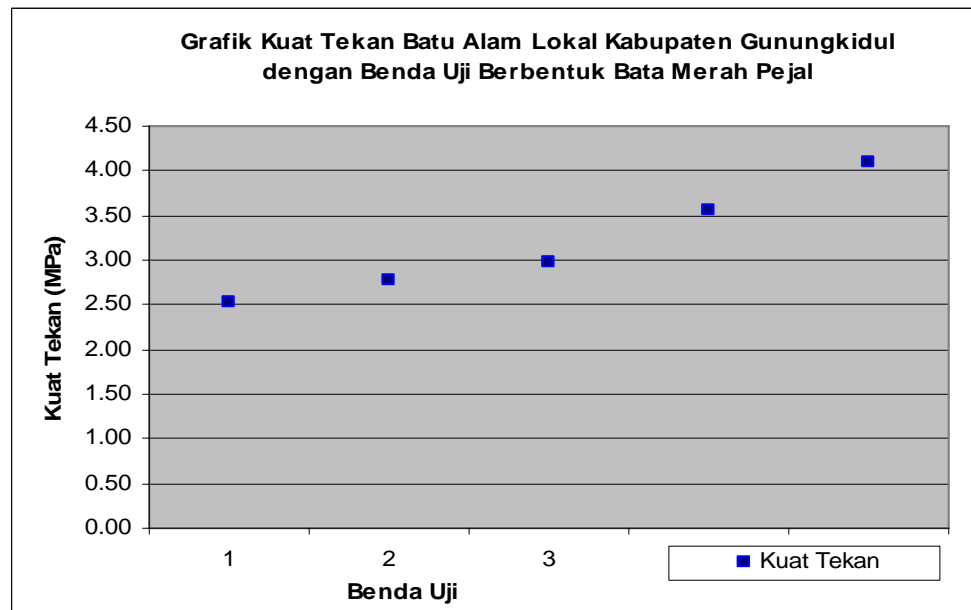
Kelas	Kuat Tekan Minimum	
	Kg f/cm ²	N/mm ²
25	25	2,5
50	50	5
100	100	10
150	150	15
200	200	20
250	250	25

Sumber : Pasal 27 PUBI-1982

Kuat tekan rata-rata batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan benda uji berbentuk bata merah pejal sebesar 3,91 MPa, berdasarkan persyaratan di atas maka batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul termasuk Kelas 25, untuk lebih jelasnya sebagaimana Gambar 4.11. dan Gambar 4.12.



Gambar 4.11. Grafik persyaratan kuat tekan bata merah pejal berdasarkan PUBI 1982 dan Kuat tekan rata-rata batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.



Gambar 4.12. Grafik hasil pengujian kuat tekan batu alam lokal dengan benda uji berbentuk bata merah pejal

2. Kuat Tekan Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Dari hasil pengujian kuat tekan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul didapat kuat tekan rata-rata sebesar 2,13 Mpa, sehingga berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia tahun 1982 Pasal 27 maka bata merah pejal asal Potorono tidak memenuhi persyaratan.

Dengan membandingkan hasil pengujian batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan persyaratan yang ada dalam SNI 03 6861.1-2002 dan persyaratan dalam Persyaratan Umum bahan Bangunan Di Indonesia tahun 1982 serta hasil pengujian bata merah pejal asal Potorono, maka batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul ditinjau dari kuat tekannya lebih besar 1,06 MPa dan memenuhi persyaratan. Faktor yang menyebabkan kuat tekan bata merah pejal kecil adalah karena bata merah pejal asal potorono tidak

memenuhi standar, baik ukurannya maupun sifat tampaknya. Karena dari sifat tampaknya bata merah pejal asal Potorono ini ada retak-retaknya dan pembakarannya kurang sempurna.

3. Modulus Of Rupture Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Dari hasil pengujian *modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul di atas diketahui bahwa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mengalami hancur pada angka 3,17 MPa sampai dengan 3,96 MPa. Hal ini sesuai dengan kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul yaitu mempunyai kuat tekan antara 3 sampai dengan 4 MPa. Dengan menghubungkan antara kuat tekan dan *modulus of rupture* batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul maka kekakuannya termasuk rendah mudah mengalami kehancuran.

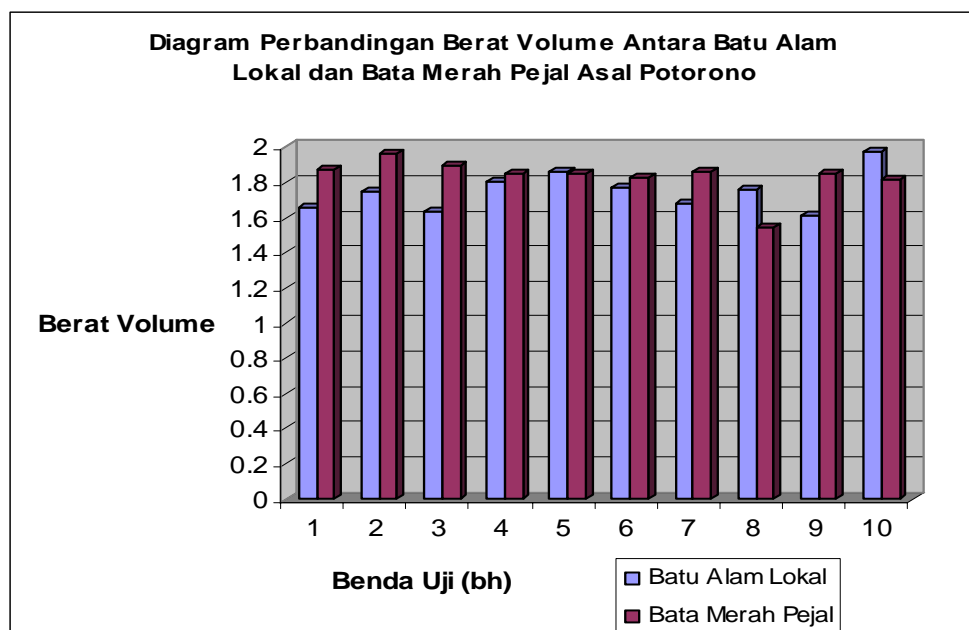
4. Berat Volume (*apparent density*) Batu Alam Lokal

Dari hasil pengujian berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul di atas hasilnya bervariasi antara 1,61 sampai dengan 1,98. Adanya variasi tersebut karena batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul pembentukannya melalui proses alami sehingga tidak mungkin homogen.

Berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul digunakan untuk perhitungan berat pasangan dinding. Karena pada umumnya dinding bersifat getas, maka untuk pemilihan material dinding perlu diperhitungkan berat volume material yang akan digunakan.

5. Berat Volume (*apparent density*) Bata Merah Pejal asal Potorono

Hasil pemeriksaan berat volume bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul diperoleh hasil rata-rata berat volume sebesar $1,83 \text{ gr/cm}^3$, sehingga dengan membandingkan hasil pemeriksaan berat volume batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul, tampak bahwa berat jenis batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul, lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul yang biasa dipakai di wilayah Kabupaten Gunungkidul yaitu 0,08. Dengan demikian batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul lebih ringan bila dibandingkan dengan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul. Perhitungan berat volume antara batu alam lokal dan bata merah pejal selengkapnya sebagaimana Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Grafik hasil pengujian berat volume batu alam lokal dan bata merah pejal

6. Serapan Air Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Hasil pengujian serapan air batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul rata-rata sebesar 14,19% dan 14,85%. Berdasarkan SNI 03 6861.1-2002 tentang syarat mutu batu alam untuk bahan bangunan, serapan airnya adalah sebagaimana Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Syarat Mutu Batu Alam Untuk Bahan Bangunan

Sifat-sifat	Batu Alam Untuk					
	Pondasi Bangunan			Tong gak dan batu tepi jalan	Penu tup Lantai atau Tro toir	Batu Hias atau Tem pel
	Be rat	Se dang	Ri ngan			
Kuat Tekan rata-rata minimum, Kg/cm ²	1500	1000	800	500	600	200
Ketahanan Hancur Rudeloff						
a. Index minimum	-	-	-	-	-	-
b. Bagian tembus 2mm maksimum %	-	-	-	-	-	-
Ketahanan geser Los Angeles, bagian tembus 1,7mm maksimum %	27	40	50	-	-	-
Ketahanan aus gesekan dengan Bauschinger, mm/menit, maksimum	-	-	-	-	0,16	-
Penyerapan air maksimum %	5	5	8	5	5	5* 12**
Kekekalan bentuk, dgn Na ₂ SO ₄ bagian :						
a. Hancur, maksimum %	12	12	12	12	12	12
b. Retak/Pecah/cacat						

* Untuk tempat yang terlindung air;

** Untuk tempat yang tidak terlindung/konstruksi luar (terbuka)

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Dengan memperhatikan persyaratan di atas maka batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tidak memenuhi syarat untuk bahan bangunan, tetapi masih dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal, hal ini merujuk pada persyaratan bata beton pejal dalam SNI 03 6861.1-2002 sebagaimana Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Syarat-syarat Fisis Bata Beton Pejal

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata, min	MPa	10	7	4	2,5
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji, min	MPa	9	6,5	3,5	2,1
Penyerapan air rata-rata, maks	%	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Dalam Tabel 4.16 di atas disebutkan serapan air maksimum untuk bata beton pejal tingkat mutu I sebesar 25%, sedangkan untuk batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul serapan airnya 14,19% (kurang dari 25%).

7. Serapan Air Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul

Dari hasil pengujian serapan air bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul diperoleh hasil rata-rata sebesar 17,24%. Memperhatikan persyaratan fisis bata beton pejal sebagaimana dalam SNI 03 6861.1 2002, maka bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul termasuk mutu I (kurang dari 25%), tetapi bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul serapan airnya lebih besar dibandingkan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

8. Ketahanan Aus Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Hasil pengujian ketahanan aus batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan menggunakan mesin Los Angeles bagian yang hancur dan lolos saringan nomor 1,7 mm sebesar 67,24%. Dalam SNI 03 6861.1 2002 disebutkan persyaratan untuk agregat kasar sebagaimana Tabel 4.17. berikut:

Tabel 4.17. Persyaratan Agregat Kasar Beton

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan Bejana Tekan Rudeloff Bagian yang hancur menembus ayakan 2 mm, maksimum %		Kekerasan dengan bejana geser Los Angelos, Bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm, maksimum %
	Fraksi Butir 19-30 mm	Fraksi Butir 9,5 – 19 mm	
B ₀ serta mutu B ₁	22-30	24-32	40-50
Beton mutu K.125, K.175 dan K.225	14-22	16-24	27-40
Mutu beton di atas K.225 atau beton pra tekan	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

Sumber : SNI 03-6861.1-2002

Berdasarkan persyaratan sebagaimana Tabel 4.15. Syarat mutu batu alam untuk bahan bangunan dan Tabel 4.17. Persyaratan Agregat Kasar untuk Beton, maka batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul tidak memenuhi syarat untuk bahan bangunan maupun agregat kasar pada benton.

9. Kuat Lekat Antara Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar

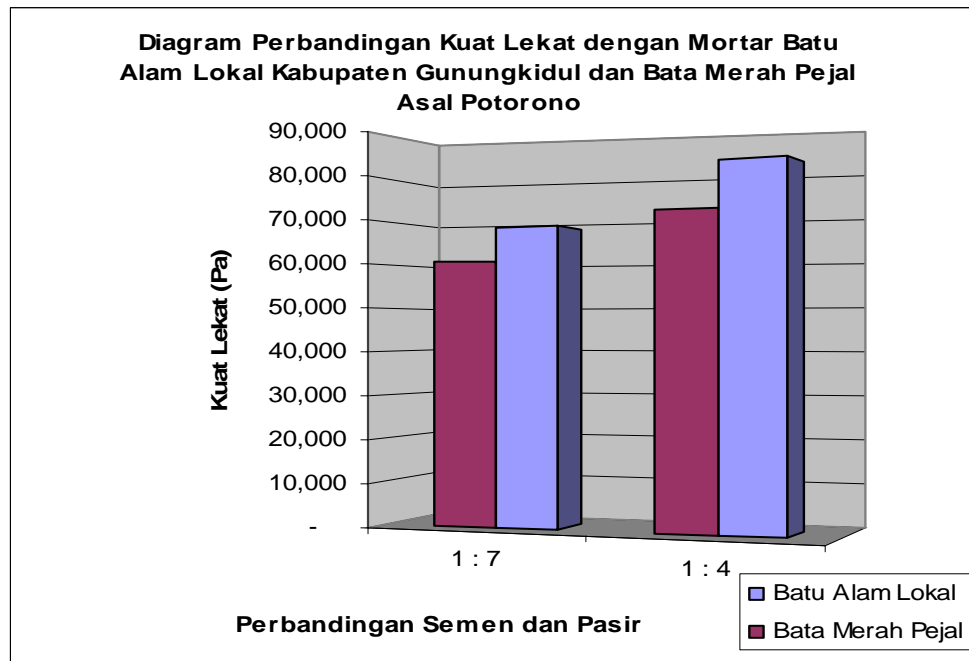
Berdasarkan hasil pengujian kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar berkisar antara 62.088 Pa sampai 82.371 Pa. Kuat lekat antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan mortar cenderung mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya rasio pasir terhadap semen. Tekstur pada permukaan batu alam lokal juga mempengaruhi kuat lekatnya dengan mortar, maka untuk menambah daya lekat batu alam dengan mortar permukaannya dibuat tidak halus.

10. Kuat Lekat antara Bata Merah Pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan Mortar

Hasil pengujian kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dengan mortar antara 60.593 Pa sampai 71.675 Pa. Kuat lekat antara bata merah pejal asal Potorono dengan mortar juga cenderung mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya rasio pasir terhadap semen. Apabila dibandingkan dengan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul kuat lekatnya dengan mortar lebih kuat batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.18. dan Gambar 4.14.

Tabel 4.18. Perbandingan Kuat Lekat dengan Mortar antara batu alam Kabupaten Gunungkidul dengan Bata Merah Pejal asal Potorono

Nomor	Perbandingan Volume		Kuat Lekat rata-rata antara batu alam lokal dengan mortar (Pa)	Kuat Lekat rata-rata antara bata merah pejal Potorono dengan mortar (Pa)
	Semen (PC)	Pasir		
1.	1	4	82.371	71.675
2.	1	7	62.088	60.593



Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Kuat Lekat dengan Mortar antara batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Bata Merah Pejal asal Potorono

11. Permeabilitas Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

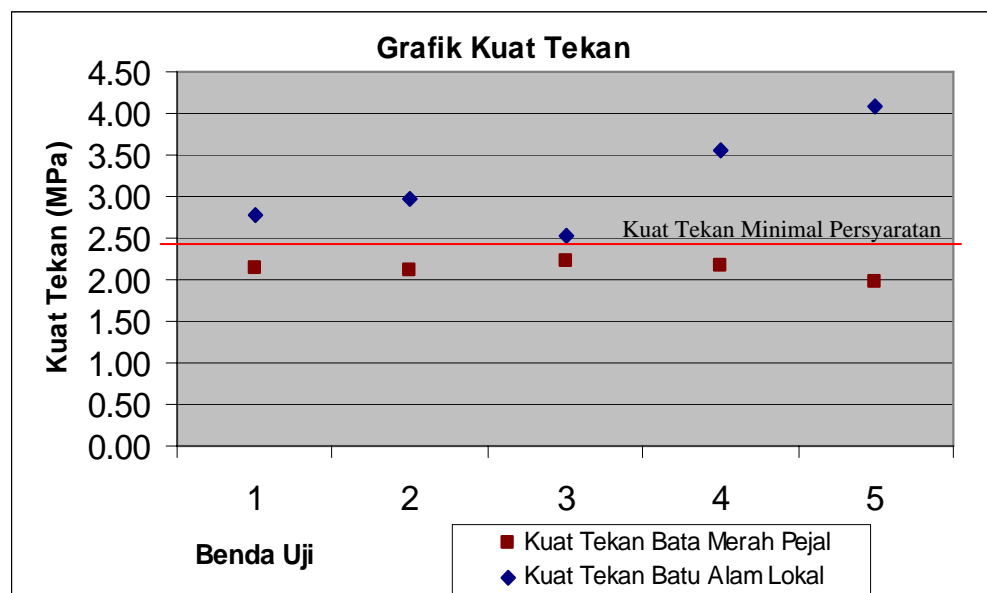
Hasil pengujian permeabilitas batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul rata-rata penetrasi sebesar 460 mm dengan koefisien

permeabilitas sebesar $8,26E-03$. Hal ini menunjukkan bahwa batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul porous (banyak rongga) sehingga cairan mudah melewati batuan tersebut. Dengan demikian batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul apabila digunakan sebagai konstruksi dinding sangat cocok untuk wilayah utara dan tengah Kabupaten Gunungkidul dimana suhu udara iklimnya relatif sedang, dan tidak cocok untuk daerah dengan kelembapan udara rendah, karena batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul porous, sehingga untuk konstruksi dinding juga harus diplester.

12. Tinjauan Hubungan Kekuatan dan Daya Tahan Batu Alam Lokal

Dari hasil pengujian dan pembahasan di atas dapat diketahui bahwa kuat tekan batu alam lokal dan *modulus of rupturnya* seimbang yaitu kuat tekannya 3,19 MPa dan 3,36 MPa sedangkan *modulus of rupturnya* 0,41 MPa, hubungan antara keduanya menunjukkan bahwa kekuatan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dalam menahan momen lentur lebih kecil dari kemampuannya dalam menahan beban aksial. Hubungannya dengan daya tahan batu alam lokal mempunyai berat volume yang kecil, rata-rata sebesar 1,75 tetapi ketahanan ausnya tidak memenuhi syarat SNI 03.6861.1-2002 dan permeabilitas termasuk porous, sehingga berat volume kecil tersebut dipengaruhi karena didalam batuan tersebut banyak rongga. Untuk serapan airnya relatif kecil yaitu berkisar pada angka 14%, hal ini karena tekstur batu alam lokal berupa butiran-butiran, maka pada saat dilakukan pengujian kuat tekan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul

tidak langsung mengalami pecah. Kondisi tersebut apabila batu alam lokal diberi mortar kuat lekatnya akan berkurang, agar daya tahannya bagus maka dalam pemotongan batu alam untuk material penyusun dinding, permukaannya tidak dihalusnya (dibuat kasar). Apabila dibandingkan dengan bata merah pejal asal Potorono, batu alam lokal mempunyai kuat tekan yang lebih baik yaitu sebesar 1,06 Mpa. Berikut ini kami sajikan Gambar Grafik 4.15 perbandingan kekuatan batu alam lokal dan bata merah pejal.



Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Batu Alam Lokal dan Bata Merah Pejal

13. Penggunaan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Terjadinya gempa bumi pada tanggal 27 Mei 2006 di Kabupaten Gunungkidul banyak menyebabkan rumah-rumah penduduk mengalami

rusak berat maupun roboh. Data kerusakan bangunan rumah penduduk akibat bencana gempa bumi tanggal 27 Mei 2006 sebagaimana Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Data kerusakan rumah penduduk di Kabupaten Gunungkidul

No.	Kriteria Rumah Rusak	Jumlah (Unit)	Ket.
1.	Rusak Berat dan Roboh	5.131	Kec. Patuk 2.315 unit Kec. Gedangsari 1.306 unit
2.	Rusak Sedang	12.490	Kec. Patuk 2.238 unit Kec. Gedangsari 2.673 unit
3.	Rusak Ringan	22.981	Kec. Patuk 2.151 unit Kec. Gedangsari 2.312 unit

Sumber : Satker Rehab Rekon Kab.Gunungkidul Tahun 2007

Data kerusakan rumah penduduk di atas merupakan data kerusakan keseluruhan di wilayah Kabupaten Gunungkidul. Kerusakan terbesar terjadi di bagian utara Kabupaten Gunungkidul yaitu Kecamatan Patuk, Gedangsari, Ngawen dan Semin. Kebetulan wilayah Kecamatan Patuk dan Kecamatan Gedangsari adalah merupakan tempat dimana batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul diproduksi. Inilah penyebab utama mengapa masyarakat wilayah utara Kabupaten Gunungkidul memanfaatkan batu alam lokal diwilayahnya untuk konstruksi dinding dalam rangka rehabilitasi rumah mereka. Gambar 4.16 dan 4.17 menunjukkan rehabilitasi rumah penduduk dengan dinding batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.



Gambar 4.16. Penggunaan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul untuk rehabilitasi rumah akibat bencana gempa.



Gambar 4.17. Pembangunan kembali rumah yang roboh akibat bencana gempa bumi dengan menggunakan Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Alasan di atas tentu tidak didasari oleh pertimbangan teknis yang tepat. Sejauh ini belum ada data dan informasi akurat berkaitan dengan sifat mekanik dan struktural batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul. Untuk mendukung aplikasinya bagi rehabilitasi rumah penduduk terutama sebagai material pembentuk dinding.

Tesis ini menunjukkan bahwa secara struktural batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul dapat menjadi material rehabilitasi tersebut karena kekuatannya lebih besar daripada bata merah pejal asal Potorono dan termasuk Kelas 25 dengan kuat tekan antara 2,54 MPa sampai dengan 4,10 MPa, modulus runtuhnya 0,36 MPa sampai dengan 0,45 MPa, berat volumenya rata-rata 1,75, serapan airnya sebesar 14,19% dan 14,90% dan kuat lekatnya dengan mortar antara 62.088 Pa sampai 82.371 Pa. Ketahanan ausnya sebesar 67,24% sehingga tidak memenuhi spesifikasi teknis seperti yang tertera dalam spesifikasi bahan bangunan bagian A bahan bangunan bukan logam (SNI 03-6861.1-2002) sedangkan permeabilitasnya $6,96E-03$ sampai dengan $9,33E-03$ sehingga termasuk porous.

Dengan demikian batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul cocok digunakan sebagai alternatif pengganti bata merah pejal di wilayah yang beriklim sedang, namun batu alam lokal harus diplester karena porous.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul kuat tekannya lebih besar daripada kuat tekan bata merah pejal asal Potorono Kabupaten Bantul dan memenuhi persyaratan, sehingga dari segi kekuatan batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul cocok untuk digunakan sebagai konstruksi dinding pada rehabilitasi rumah penduduk akibat bencana gempa bumi, modulus runtuhnya (*modulus of rupture*) batu alam lokal lebih kecil daripada kuat tekannya, sehingga beban aksial yang dapat ditahan oleh batu alam lokal lebih besar daripada modulus runtuhnya.
2. Batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mempunyai daya tahan yang cukup baik pada wilayah yang beriklim sedang, tetapi batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul mempunyai serapan air yang besar dan termasuk porus maka untuk konstruksi dinding harus diplester dan tidak cocok untuk daerah yang beriklim dingin karena serapan airnya cukup tinggi. Batu alam lokal juga tidak cocok apabila digunakan sebagai bahan pondasi, penutup lantai ataupun trotoir karena kekuatannya tidak memenuhi persyaratan.

B. Saran

Memperhatikan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran yang bertujuan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Adapun saran-saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini adalah :

1. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan mengenai perilaku batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul apabila digunakan sebagai konstruksi dinding.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut tentang reaksi kimia dalam batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul sehingga akan melengkapi penelitian sebelumnya.
3. Perlunya dilakukan penelitian tentang Kekekalan bentuk, dgn Na_2SO_4 sehingga diketahui bagian yang hancur maksimum berapa persen dan yang retak/pecah/cacat berapa persen.
4. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan tentang daya hantar listrik pada batu alam lokal Kabupaten Gunungkidul.

DAFTAR PUSTAKA

- Ary S, 2003, *Development of semi-flexible heavy-duty pavements*, Submitted in accordance with the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, The University of Leeds School of Civil Engineering.
- Ardianto D, 2004, *Koefisien Permeabilitas, Absorpsi, dan Shrinkage Beton dengan Bahan Tambah Mineral Kaolin*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2006, *Handbook Standar Nasional Indonesia Bata*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara*, NSPM KIMPRASWIL Bagian 13, Kayu, Bahan Lain, Lain-lain, Jakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara*, NSPM KIMPRASWIL Bagian 3, Beton, Semen, Perkerasan Beton Semen, Jakarta.
- Dinas Perekonomian Kabupaten Gunungkidul, 2002, *Laporan Akhir Penyusunan Data Base Potensi Bahan Galian Di Kabupaten Gunungkidul*, Pemerintah Kabupaten Gunungkidul Kerjasama Dengan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Neville A.M., *Properties of Concrete*, The English Language Book Society and Pitman Publishing.
- Oktariansyah, M.A. 2007, *Keuletan (Toughness) dan Kekakuan (Stiffness) Beton Ringan Berserat Kawat Putih*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- PUBI, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Bandung, 1985.

- Pangajow, G., 2008, *Pemanfaatan Batu "Ape" Dari Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud Sebagai Alternatif Bahan Bangunan*, Tesis, Program Studi Magister Teknologi Bahan Bangunan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sambowo, K.A. dan Mediyanto, A. 2005, *Kajian Pembuatan Semen Replika Dengan Memanfaatkan Limbah Dan Material Lokal*, Laporan Penelitian Terapan, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- SNI 03-6861.1.2002., *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- SNI 03-2417-1991., *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Sutrisno, W, 2006, *Serapan Air Mortar Dinding Bata Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca*, Tesis, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sulastri, 1996, *Kuat Tekan dan Kuat Tarik Mortar Semen Dengan Semen Portland Biasa dan Semen Portland Pozolan*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Satoto EN, 1998, *Kajian Batu Bata Dari Batu Alam Semilir Sebagai Pengganti Bata*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo K, 2004, *Teknologi Beton*, Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
BATU ALAM LOKAL KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

Tanggal : 4 - 6 Nopember 2008

Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Asal : Kabupaten Gunungkidul

Hasil Pengujian

Kode Benda Uji	Berat Sebelum di Oven (gr)	Berat Sesudah di Oven (gr)	Serapan Air (%)	Dimensi			Beban Maks. (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
				p (mm)	l (mm)	t (mm)		
BK1	1719	1544	11,33	104	104	104	35,00	3,24
BK2	1724	1420	21,41	102	102	102	40,00	3,84
BK3	1652	1410	17,16	100	103	100	30,00	2,91
BK4	1688	1515	11,42	100	100	104	30,00	3,00
BK5	1689	1496	12,90	103	102	100	40,00	3,81
Rata - rata			14,85					3,36

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
BATU ALAM LOKAL KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

Tanggal : 4 Desember 2008

Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul dengan Mortar 1pc : 4ps

Asal : Kabupaten Gunungkidul

Hasil Pengujian

Nomor Benda Uji	Dimensi (mm)			Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar	Tinggi			
BA 1	140	90	104	35	2,78	28,33
BA 2	106	95	104	30	2,98	30,38
BA 3	106	93	100	25	2,54	25,86
BA 4	106	93	100	35	3,55	36,20
BA 5	105	93	106	40	4,10	41,77
Rata - rata					3,19	32,51

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
BATA MERAH PEJAL**

Tanggal : 4 Desember 2008

Bahan Uji : Bata Merah Pejal dengan Mortar 1pc : 4ps

Asal : Potorono Kabupaten Bantul

Hasil Pemeriksaan

Nomor Benda Uji	Dimensi (mm)			Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar	Tinggi			
BB 1	96	92	95	19	2,15	21,94
BB 2	98	97	95	20	2,10	21,45
BB 3	95	90	92	19	2,22	22,66
BB 4	97	95	96	20	2,17	22,13
BB 5	96,5	94	90	18	1,98	20,23
Rata - rata					2,13	21,68

MODULUS OF RUPTURE

Tanggal Uji : 12 Desember 2008
Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul
Asal Bahan : Kabupaten Gunungkidul

Kode Benda Uji	Panjang Perletakan (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Gaya (P) (kN)	Modulus of rupture (MPa)
BL 1	450	100	102	10	0,44
BL 2	450	101	100	10	0,45
BL 3	450	100	101	8	0,36
Rata - Rata					0,41

**HASIL PENGUJIAN
BERAT VOLUME BATU ALAM LOKAL**

Tanggal : 6 Nopember 2008

Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul

Asal : Kabupaten Gunungkidul

Hasil Pengujian

Kode Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat Kering	Berat Basah	Berat di Air	Berat Volume
BJ 1	20,80	9,00	4,20	1.115	1.365	695	1,66
BJ 2	21,20	9,50	4,30	1.172	1.422	752	1,75
BJ 3	21,20	9,30	4,20	1.095	1.345	675	1,63
BJ 4	21,20	9,30	4,00	1.213	1.463	793	1,81
BJ 5	20,90	9,30	4,40	1.248	1.498	828	1,86
BJ 6	20,60	9,40	4,20	1.187	1.437	767	1,77
BJ 7	21,20	9,30	4,50	1.120	1.370	702	1,68
BJ 8	20,80	9,20	4,30	1.177	1.427	757	1,76
BJ 9	20,60	9,40	4,00	1.076	1.326	656	1,61
BJ 10	20,80	9,40	4,60	1.329	1.579	909	1,98
Rata - rata							1,75

**HASIL PENGUJIAN
BERAT VOLUME BATA MERAH PEJAL**

Tanggal : 6 Nopember 2008

Bahan Uji : Bata Merah Pejal

Asal : Desa Potorono Kecamatan Banguntapan Kabupaten Bantul

Hasil Pengujian

Kode Benda Uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat Kering	Berat Basah	Berat di Air	Berat Volume
BJM 1	19,2	9,2	3,8	1158	1290	670	1,87
BJM 2	19,6	9,7	3,8	1217	1357	737	1,96
BJM 3	19	9	3,6	1179	1319	699	1,90
BJM 4	19,4	9,5	3,8	1145	1285	665	1,85
BJM 5	19,3	9,4	3,5	1147	1287	667	1,85
BJM 6	19	9,3	3,8	1134	1274	654	1,83
BJM 7	19	9,5	3,8	1152	1292	672	1,86
BJM 8	19	9,2	3,5	957	1097	477	1,54
BJM 9	19,2	9,3	3,7	1149	1289	669	1,85
BJM 10	19	9,5	3,5	1128	1268	648	1,82
Rata - rata							1,83

**HASIL PENGUJIAN SERAPAN AIR
BATU ALAM LOKAL KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

Tanggal : 4 - 6 Nopember 2008
Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul
Asal : Kabupaten Gunungkidul

Hasil Pengujian

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji Jenuh Air (gr)	Berat Benda Uji Kering Mutlak (gr)	Serapan Air (%)
KA 1	1.347,00	1.145,00	17,64
KA 2	1.442,00	1.170,00	23,25
KA 3	1.405,00	1.227,00	14,51
KA 4	1.334,00	1.237,00	7,84
KA 5	1.213,00	1.126,00	7,73
Rata - rata			14,19

HASIL PENGUJIAN SERAPAN AIR BATA MERAH PEJAL

Tanggal : 4 - 6 Nopember 2008

Bahan Uji : Bata Merah Pejal

Asal : Potorono Kabupaten Bantul

Hasil Pengujian

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji Jenuh Air (gr)	Berat Benda Uji Kering Mutlak (gr)	Serapan Air (%)
KB 1	1.314,00	1.127,00	16,59
KB 2	1.273,00	1.055,00	20,66
KB 3	1.239,00	1.057,00	17,22
KB 4	1.229,00	1.062,00	15,73
KB 5	1.211,00	1.044,00	16,00
Rata - rata			17,24

HASIL PENGUJIAN KETAHANAN AUS DENGAN MESIN LOS ANGELES

Tanggal Uji : 19 Nopember 2008
 Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul
 Asal Bahan : Kabupaten Gunungkidul

Lubang Ayakan, mm		Berat Benda Uji (gr)
Lewat	Tertahan	Gradasi A
38,1	25	1250
25	19	1250
19	12,5	1250
12,5	9,5	1250
Jumlah berat benda uji		5000
Jumlah bola		11
Jumlah putaran		500

Berat Benda Uji Semula (A) = 5000 gram

Berat Benda Uji sesudah diuji (B) = 1638 gram

Bagian yang hancur = $\frac{A - B}{A} \times 100 \%$ = **67,24 %**

**HASIL PENGUJIAN KUAT LEKAT
BATU ALAM LOKAL KABUPATEN GUNUNGGKIDUL**

Tanggal Uji : 23 Desember 2008
 Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul
 Asal Bahan : Kabupaten Gunungkidul

Benda Uji	Perbandingan Volum		Dimensi Lekatan		Beban Maks (kN)	Lekatan (Pa)
	Semen	Pasir	L1 (mm)	L2 (mm)		
A1	1	4	120	120,2	1,226	84,98
A2			130	125	1,275	78,45
A3			120	125	1,255	83,68
Rata-rata						82,37
B1	1	7	135	130	1,000	56,99
B2			120	125	1,059	70,61
B3			130	135	1,030	58,67
Rata-rata						62,09

**HASIL PENGUJIAN KUAT LEKAT
BATA MERAH PEJAL ASAL POTORONO KABUPATEN BANTUL**

Tanggal Uji : 23 Desember 2008
 Bahan Uji : Bata Merah Pejal
 Asal Bahan : Desa Potorono

Benda Uji	Perbandingan Volum		Dimensi Lekatan		Beban Maks (kN)	Lekatan (Pa)
	Semen	Pasir	L1 (mm)	L2 (mm)		
BB 1	1	4	110	110	0,961	79,42
BB 2			120	115	0,932	67,51
BB 3			120	120	0,981	68,10
Rata-rata						71,68
BM 1	1	7	115	113	0,735	56,59
BM 2			110	110	0,765	63,21
BM 3			105	110	0,716	61,97
Rata-rata						60,59

**HASIL PEMERIKSAAN KUAT LEKAT
BATU ALAM LOKAL KABUPATEN GUNUNGKIDUL**

Tanggal Uji : 23 Desember 2008
 Bahan Uji : Batu Alam Lokal Kabupaten Gunungkidul
 Asal Bahan : Kabupaten Gunungkidul

Benda Uji	Perbandingan Volume		Dimensi Lekatan		Beban Maks (kN)	Lekatan (Mpa)
	Semen	Pasir	L1 (mm)	L2 (mm)		
A1	1	4	120	120,2	1,2258	0,084983
A2			130	125	1,2748	0,078449
A3			120	125	1,2552	0,083680
Rata-rata						0,082371
B1	1	7	135	130	1,0002	0,056991
B2			120	125	1,0591	0,070607
B3			130	135	1,0296	0,058667
Rata-rata						0,062088