



**EFEK VARIASI KETEBALAN LAPIS MORTAR PUMICE BRECCIA
TERHADAP KUAT LEKAT TARIK BENTUK “Z” DAN POLA
KERUSAKAN PADA PASANGAN BATA MERAH**

(Studi eksperimen kinerja mortar dengan menggunakan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm)

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh:
Muhammad Fauyan Nasrulloh
NIM 12510134040

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015**

PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul “**Efek Variasi Ketebalan Lapis Mortar *Pumice Breccia* Terhadap Kuat Lekat Bentuk “Z” dan Pola Kerusakan Pada Pasangan Bata Merah** (Studi eksperimen kinerja mortar dengan menggunakan perbandingan campuran 1PC:3Pm:3Ps)” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 13 Maret 2015
Dosen Pembimbing

Drs. Agus Santoso, M.Pd.
NIP. 19640822 198812 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

**EFEK VARIASI KETEBALAN LAPIS MORTAR PUMICE BRECCIA
TERHADAP KUAT LEKAT TARIK BENTUK "Z" DAN POLA
KERUSAKAN PADA PASANGAN BATA MERAH**

(Studi eksperimen kinerja mortar dengan menggunakan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm)

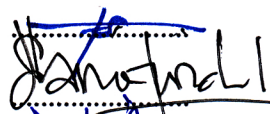
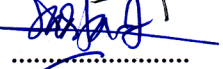

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Muhammad Fauyan Nasrulloh
12510134040

Telah Dipertahankan Di Depan Penguji Proyek Akhir Jurusan Pendidikan Teknik
Sipil Dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta
Pada Tanggal 9 April 2015

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Jabatan	Nama Lengkap	Tanda Tangan
1. Ketua Penguji	Drs. Agus Santoso, M.Pd.	
2. Penguji Utama I	Dr. Slamet Widodo, S.T, M.T.	
3. Penguji Utama II	Faqih Ma'arif, M.Eng.	

Yogyakarta, 9 April 2015

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd.

NIP . 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 5 Maret 2015

Yang menyatakan,

Muhammad Fauyan Nasrulloh

NIM. 12510134040

MOTTO

“Sesungguhnya disamping kesukaran ada kemudahan. Apabila engkau telah selesai mengerjakan suatu pekerjaan, maka bersusah payahlah mengerjakan yang lain dan kepada Tuhanmu berharaplah”.

(QS: Al- Insyiroh : 6-8)

“Ketika kamu meminta pertolongan kepada Tuhanmu, lalu diperkenankannya permintaanmu : sesungguhnya Aku (ALLAH) menolongmu dengan seribu malaikat yang beriring- iringan”.

(QS: Al- Anfal : 9)

“Orang yang melanggar peraturan adalah sampah. Tapi, orang yang mengabaikan temannya lebih buruk dari sampah”.

(Uchiha Obito)

**EFEK VARIASI KETEBALAN LAPIS MORTAR PUMICE BRECCIA
TERHADAP KUAT LEKAT TARIK SPECIMEN BENTUK “Z” DAN
POLA KERUSAKAN PADA PASANGAN BATA MERAH**

(Studi eksperimen kinerja mortar dengan menggunakan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm)

Oleh:

Muhammad Fauyan Nasrulloh
12510134040

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas kuat lekat pasangan bata merah dan mengetahui pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah. Pasangan bata merah merupakan pasangan yang tersusun dari bata merah dengan faktor air semen sebesar 1,3 dan menggunakan perbandingan campuran mortar 1PC:3Pm:3Ps.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium. Benda uji pasangan bata merah berjumlah 3 varian, setiap varian terdiri dari 3 sampel spesimen, dengan ketebalan lapis mortar berturut-turut sebesar 1cm; 1,5cm; dan 2cm, sehingga total spesimen adalah 9 buah. Dimensi benda uji kuat lekat berturut-turut sebesar 22,5cm x 10,4cm x 5,5cm. Pengujian yang dilakukan adalah metode kuat lekat pasangan bata merah. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif (dengan menyajikan tabel dan grafik).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kuat tarik belah rerata mortar silinder campuran 1PC:3Pm:3Ps sebesar 0,922MPa. Kuat tekan rerata bata merah sebesar 8,28MPa. Kuat lekat rerata pasangan bata merah dengan variasi ketebalan mortar 1cm; 1,5cm; dan 2cm berturut-turut sebesar 0,122MPa; 0,06MPa dan 0,124MPa. Hasil analisis didapatkan ketebalan lapis mortar efektif pasangan bata merah dengan campuran 1PC:3Pm:3Ps pada ketebalan 2cm dengan kuat tarik maksimum sebesar 0,124MPa. Sedangkan untuk pola kerusakan akibat beban yang diterima pada pengujian kuat tarik belah pasangan bata merah yaitu gagal interface.

Kata Kunci: Pasangan Bata Merah, Kuat lekat, Pola Kerusakan.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr, Wb

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang membuat segalanya menjadi mungkin, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, semoga diakhir zaman kita mendapatkan syafa'at dari beliau, amin.

Proyek Akhir merupakan salah satu sarana bagi mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah didapat selama mengikuti perkuliahan untuk mendapatkan satu pengetahuan baru dari hasil penelitian. Selama proses pengujian hingga penyusunan laporan, banyak pihak yang terkait yang telah membantu dengan ikhlas. Sehingga pada kesempatan ini tidak berlebihan kiranya penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga kecilku, Ibunda Slamet Wahyuni, Bapak Slamet Riyadi dan kakakku Choirun Nissa yang senantiasa saya jadikan semangat dalam mencapai cita-cita.
2. Bapak Agus Santoso, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Penencanaan, dan selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan masukan untuk menyelesaikan praktikum penelitian maupun penyusunan laporan penelitian.
3. Bapak Dr. Slamet Widodo, S.T, M.T. selaku dosen penguji pada penelitian Proyek Akhir ini.
4. Bapak Faqih Ma'arif, M. Eng. selaku dosen pendamping yang senantiasa memberikan masukan untuk menyelesaikan praktikum penelitian maupun penyusunan laporan penelitian.
5. Bapak Ir. Bambang Sugestiyadi .M.T. selaku dosen pembimbing Akademik..

6. Bapak Dr. Moch. Bruri Triyono selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Sarman selaku teman satu tim dalam penelitian. Terima kasih atas kerja samanya selama ini.
8. Bapak Sudarman, S.Pd. Selaku teknisi Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya selama pembuatan benda uji.
9. Sahabat–sahabat sipil D3 ataupun S1 angkatan 2012 serta kakak dan adik tingkat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan doa, pikiran dan tenaga pada saat pembuatan benda uji hingga pengujian benda uji sehingga penelitian ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir.

Penyusun sadar bahwa dalam penyusunan Proyek Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak, guna kesempurnaan dalam penyusunan Proyek Akhir ini. Semoga Proyek Akhir ini dapat berguna untuk penyusun pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya, Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 5 Maret 2015

Yang Menyatakan,

Muhammad Fauyan Nasrulloh

NIM. 12510134040

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Bata Merah.....	7
1. Pembuatan bata merah.....	7
2. Syarat-syarat bata merah.....	8

3. Ukuran – ukuran bata merah	8
4. Kelebihan dan kekurangan dinding bata merah	9
B. Mortar	9
1. Agregat halus	11
2. Semen Portland	14
3. Air	16
C. Batu Apung (<i>Pumice Breccia</i>)	17
D. Klasifikasi Dinding	20
E. Perilaku Dinding Terhadap Gempa	22
F. Pengujian Kuat Lekat.....	22
G. Parameter dan Formula Perhitungan.....	23
1. Porositas bata merah	23
2. Berat jenis bata merah.....	23
3. Kuat tekan bata merah.....	24
4. Kadar air bata merah	25
5. Kuat Lekat mortar <i>pumice breccia</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN	28
A. Metode	28
B. Variabel Penelitian	28
1. Variabel bebas.....	30
2. Variabel terikat.....	30
3. Variabel kontrol	30
C. Bahan Yang Digunakan	30

D. Alat Yang Digunakan	36
E. Prosedur Penelitian	49
1. Tahap persiapan benda uji.....	51
2. Tahap pembuatan benda uji	51
3. Tahap perawatan benda uji	53
4. Tahap pengujian benda uji	53
a. Pengujian bata merah	53
b. Pengujian karakteristik mortar <i>pumice breccia</i> dengan perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm.....	54
c. Pengujian pasangan bata merah	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
A. Hasil Pengujian	57
1. Pengujian Agregat.....	57
2. Pengujian Agregat <i>Pumice Breccia</i>	58
3. Pengujian Bata Merah.....	58
a. Pengujian porositas.....	58
b. Pengujian berat jenis	59
c. Pengujian kuat tekan	60
d. Pengujian kadar air	60
e. Pengujian kadar garam	61
4. Pengujian Kuat Lekat Mortar <i>Pumice Breccia</i>	62
5. Pengujian Kuat Lekat Pasangan Bata Merah.....	63
6. Pola Kerusakan.....	64

B. Pembahasan	65
1. Pengujian Bata Merah	65
a. Porositas bata merah.....	65
b. Berat jenis bata merah	66
c. Kuat tekan bata merah.....	68
d. Kadar air bata merah	70
e. Kadar garam bata merah.....	71
2. Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar <i>Pumice Breccia</i>	72
3. Pengujian Kuat Tarik Belah Pasangan Bata Merah	74
4. Pola Kerusakan.....	80
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	84
A. Simpulan	84
B. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan dinding bata merah.....	9
Tabel 2. Sifat mortar semen yang dibuat dari semen dan pasir kasar	10
Tabel 3. Batas-batas gradasi agregat halus	13
Tabel 4. Pengujian agregat halus (pasir Progo)	57
Tabel 5. Modulus kehalusan butir.....	57
Tabel 6. Hasil uji agregat <i>pumice breccia</i>	58
Tabel 7. Hasil uji porositas bata merah.....	59
Tabel 8. Hasil uji berat jenis bata merah.....	59
Tabel 9. Hasil uji kuat tekan bata merah.....	60
Tabel 10. Hasil uji kadar air bata merah	61
Tabel 11. Hasil uji kadar garam bata merah	61
Tabel 12. Hasil uji kuat tarik belah mortar	62
Tabel 13. Kuat lekat pasangan bata merah dengan perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm.....	63
Tabel 14. Pola kerusakan pasangan bata merah dengan Perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm.....	64
Tabel 15. Porositas bata merah	65
Tabel 16. Berat jenis bata merah	66
Tabel 17. Kuat tekan bata merah.....	68
Tabel 18. Kuat tekan beton ringan aerasi tipe <i>citicon</i>	69
Tabel 19. Pengujian kuat tekan beton ringan aerasi tipe <i>powerblock</i>	69
Tabel 20. Kadar air bata merah.....	71

Tabel 21. Kadar garam bata merah	72
Tabel 22. Kuat lekat mortar <i>pumice breccia</i>	73
Tabel 23. Kuat lekat pasangan bata merah dengan Perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. . <i>Setting</i> Pengujian Kuat Geser Mortar Batu bata	26
Gambar 2. Diagram alir hubungan variabel.....	30
Gambar 3. Bata merah ekspos	31
Gambar 4. Pasir Progo	32
Gambar 5. Semen PPC tipe 1 Gresik	33
Gambar 6. Batu apung (<i>pumice breccia</i>)	34
Gambar 7. Sampel air di Laboratorium PTSP – FT UNY	34
Gambar 8. Oli.....	35
Gambar 9. NaOH	35
Gambar 10. <i>Splitter</i>	36
Gambar 11. Gelas ukur	37
Gambar 12. Ayakan Pasir	37
Gambar 13. Ayakan untuk pengujian pasir.....	38
Gambar 14. Mesin ayakan.....	38
Gambar 15. Kerucut <i>Abrams</i> dan penumbuk.....	39
Gambar 16. Timbangan dengan kapasitas 310gr	40
Gambar 17. Timbangan dengan kapasitas 10kg	40
Gambar 18. Timbangan dengan kapasitas 50kg.	40
Gambar 19. Oven	41
Gambar 20. Penggaris dan meteran	41
Gambar 21. Jangka sorong.....	42
Gambar 22. Alat pemotong (<i>Cutter</i>).....	42

Gambar 23. Cetok	43
Gambar 24. <i>Waterpass</i>	43
Gambar 25. Bak adukan	44
Gambar 26. Cangkul	44
Gambar 27. <i>Hopper</i>	45
Gambar 28. Cetakan silinder	45
Gambar 29. Kuas	46
Gambar 30. Tang jepit	46
Gambar 31. Alat Cetak Mortar Kubus Ukuran 5x5x5 cm	47
Gambar 32. Bak perendam	48
Gambar 33. Skrap	48
Gambar 34. <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	49
Gambar 35. Diagram alir penelitian kuat tarik belah pada pasangan bata merah	50
Gambar 36. Persiapan bahan	51
Gambar 37. Perendaman bata merah	52
Gambar 38. Pembuatan adukan mortar	52
Gambar 39. Proses pembuatan benda uji	52
Gambar 40. Pengujian kuat tekan bata merah	54
Gambar 41. Pengujian kuat tarik belah mortar <i>pumice breccia</i>	55
Gambar 42. Pengujian kuat tekan pasangan bata merah	56
Gambar 43. Grafik perbandingan berat jenis bata merah dengan beton ringan aerasi tipe <i>citicon</i>	67

Gambar 44. Grafik Perbandingan kuat tekan dengan 3 macam benda uji.....	70
Gambar 45. Grafik Perbandingan kuat tarik belah rerata pada mortar	74
Gambar 46. Benda uji kuat tarik belah pasangan bata merah	74
Gambar 47. Grafik perbandingan kuat tarik belah pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 1cm	76
Gambar 48. Grafik perbandingan kuat tarik belah pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 1,5cm	77
Gambar 49. Grafik perbandingan kuat tarik belah pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 2cm	78
Gambar 50. Grafik perbandingan kuat tarik belah rerata pasangan bata merah setiap ketebalan lapis mortar.....	79
Gambar 51. Grafik perbandingan kuat tarik belah benda uji 3 (TBB III) setiap ketebalan lapis mortar	80
Gambar 52. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-1cm.....	81
Gambar 53. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-1cm	81
Gambar 54. Pola kerusakan benda uji TB III-1PC:3Ps:3Pm-1cm.....	81
Gambar 55. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm.....	82
Gambar 56. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm	83
Gambar 57. Pola kerusakan benda uji TB III-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm.....	83
Gambar 58. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-2cm.....	83
Gambar 59. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-2cm	83
Gambar 60. Pola kerusakan benda uji TB III-1PC:3Ps:3Pm-2cm.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan analisa ayak pasir (MKB)	89
Lampiran 2. Pemeriksaan berat jenis pasir alami	91
Lampiran 3. Pengujian berat jenis pasir SSD	93
Lampiran 4. Pengujian bobot isi pasir SSD rendaman	95
Lampiran 5. Pengujian bobot isi pasir alami.....	97
Lampiran 6. Pemeriksaan kadar air pasir alami.....	99
Lampiran 7. Pemeriksaan kadar air pasir SSD rendaman.....	101
Lampiran 8. Pemeriksaan kadar lumpur	103
Lampiran 9. Pemeriksaan kadar zat organik	105
Lampiran 10. Pemeriksaan analisa ayak <i>pumice breccia</i> (MKB).....	107
Lampiran 11. Pemeriksaan berat jenis <i>pumice breccia</i>	109
Lampiran 12. Pengujian bobot isi <i>pumice breccia</i>	111
Lampiran 13. Pemeriksaan kadar air <i>pumice breccia</i>	113
Lampiran 14. Uji visual bata merah.....	115
Lampiran 15. Uji berat jenis bata merah.....	117
Lampiran 16. Uji kadar air bata merah	119
Lampiran 17. Uji kadar garam bata merah.....	121
Lampiran 18. Uji porositas bata merah.....	123
Lampiran 19. Uji kuat tekan bata merah.....	125
Lampiran 20. Uji tekan mortar kubus	129
Lampiran 21. Uji kuat tarik belah mortar.....	133

Lampiran 21. Uji kuat lekat pasangan bata merah

mortar 1PC:3Ps:3Pm..... 135

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan Nasional telah membawa kemajuan seluruh rakyat Indonesia. Perkembangan masyarakat yang semakin modern membawa tuntutan yang beragam pula, salah satu kebutuhan yang semakin mendapat perhatian adalah pada industri konstruksi. Keberadaan gedung-gedung pusat bisnis, pusat pendidikan, perkantoran maupun rumah tinggal telah menjadi kebutuhan yang tidak dapat dielakkan. Dengan semakin berkembangnya pembangunan dibidang infrastruktur tentunya penggunaan material penyusun konstruksi tersebut haruslah diperhatikan, terutama pada bagian struktur suatu bangunan yang umumnya terdiri dari kolom, balok, dan dinding. Kegunaan dinding dalam sebuah konstruksi dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu fungsi non struktural dan fungsi struktural. Pada fungsi non struktural, dinding digunakan untuk penyekat antar ruang yang satu dengan yang lain, Sedangkan fungsi strukturalnya adalah sebagai penopang beban yang ditimbulkan oleh srtuktur yang berada diatasnya.

Peranan bata merah sangatlah penting khususnya dalam pembuatan dinding pada sebuah konstruksi bangunan, sebagai penyusun dinding penggunaan bata merah sudah dikenal sejak lama, walaupun saat ini inovasi teknologi bahan bangunan semakin beragam, sudah banyak bahan pengganti untuk penyusun tembok seperti beton ringan aerasi dan bata *foam*, tetapi sebagian orang tetap memilih bata merah sebagai penyusun tembok

ketika membuat sebuah bangunan karena bata merah memiliki beberapa kelebihan sehingga sampai saat ini masih tetap digunakan. Selain bata merah material penyusun utama sebuah dinding adalah mortar, dimana dua material ini yang menentukan kapasitas kekuatan pasangan bata merah terhadap beban yang bekerja.

Fungsi mortar dalam pemasangan adalah sebagai pengikat antara bata merah dengan mortar itu sendiri. Sedangkan untuk mortar sendiri semakin ringan material penyusun mortar dapat mengurangi kapasitas beban sendiri dari pasangan bata merah. Dewasa ini kita mengenal konsep bangunan ramah lingkungan (*green building*) dengan meminimalisir kebutuhan penerangan buatan dan penyejuk udara. Konsep ini tidak hanya menitik beratkan pada penggunaan material ramah lingkungan saja, tetapi juga memperhatikan kualitas dari material pengganti agar tidak mempengaruhi kekuatan dari bangunan itu sendiri. Dalam penelitian ini mortar yang digunakan adalah mortar dengan pemanfaatan agregat *pumice breccia*, agregat *pumice* yang menyimpan banyak pori memiliki nilai daya hantar panas yang rendah. Penggunaan mortar yang memiliki daya hantar panas rendah akan dapat menghambat rambatan panas dari luar gedung ke dalam ruangan. Selain itu, agregat *pumice* juga memiliki berat jenis yang ringan.

Menurut Agus dkk. (2013:16-17), meneliti tentang pemanfaatan *pumice breccia* sebagai material utama mortar *instant* dengan variasi perbandingan volume mortar normal *pumice* 1PC:2Ps:2Pm; 1PC:3Ps:3Pm;

dan 1PC:4Ps:4Pm. Dari hasil penelitian di dapat kuat tekan kubus mortar pada setiap perbandingan volume berturut-turut sebesar 2,88MPa; 3,39MPa; 2,18MPa dan kuat tarik belah mortar berturut-turut sebesar 0,05MPa; 0,10MPa; 0,06MPa. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan volume mortar 1PC:3Ps:3Pm memiliki nilai kuat tekan dan kuat tarik belah mortar yang paling tinggi dibanding dengan perbandingan volume mortar 1PC:2Ps:2Pm dan 1PC:4Ps:4Pm. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan perbandingan volume mortar 1PC:3Ps:3Pm untuk diaplikasikan sebagai mortar pada pasangan dinding bata merah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kiky (2014) telah dilakukan terhadap kuat tarik belah pasangan bata merah menggunakan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan variasi perbandingan ketebalan lapis mortar 1cm; 1,5cm; dan 2 cm, berturut-turut sebesar 0,036MPa; 0,086MPa dan 0,081MPa, Ketebalan mortar efektif pada pengujian kuat tarik belah pasangan bata merah adalah pasangan bata merah yang menggunakan ketebalan mortar 1,5cm yaitu 0,086Mpa.

Dalam sebuah pasangan dinding bata merah, ketebalan lapis mortar tidak boleh melebihi tebal bata, karena terlalu tebalnya mortar akan berpengaruh pada berkurangnya kekuatan ikatan akibat terjadinya penyerapan dan penguapan yang berlebih. Di Indonesia biasanya digunakan siar tegak dan siar kasuran masing-masing setebal 1cm sampai 2cm (Wisnumurti, dkk, 2007:27).

Dalam pengujian kuat tarik dan kuat tekan masing masing tes tersebut memiliki kekurangan dan masalah sendiri. Walaupun dinding Cuma pembatas dua lahan tapi bisa dibayangkan jika dinding tersebut jatuh menimpa orang disebelahnya. Berdasarkan permasalahan yang berkaitan dengan bata merah terutama pada bagian dinding, maka penelitian ini mengkaji tentang pengaruh ketebalan lapis mortar *pumice breccia* terhadap kuat lekat “z” agar didapatkan suatu desain baru yang lebih optimal dan pola kerusakan yang terjadi pada pemasangan bata merah dengan menggunakan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang terkait adalah mengenai kuat lekat dan pola kerusakan pasangan bata merah, untuk itu perlu adanya penelitian mengenai seberapa kuat pasangan bata merah dengan menggunakan mortar *pumice breccia* dalam menahan kapasitas kuat lekat maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Kekedapan air pada mortar *pumice breccia* dengan komposisi campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm perlu diketahui untuk mendapatkan mortar dengan *workability* yang baik.
2. Perlu diteliti sifat mekanik kuat tarik belah mortar *pumice breccia* dengan komposisi campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm untuk mengetahui kuat tarik belah maksimum pada campuran tersebut.
3. Perlu diteliti kekuatan lekatan antara blok pengisi dinding yang direkatkan

campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan 3 variasi ketebalan lapis mortar untuk mengetahui tebal mortar yang efektif.

4. Perlu diketahui pola kerusakan pasangan bata merah yang menggunakan komposisi campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan 3 variasi ketebalan lapis mortar dalam menerima beban layan.
5. Besarnya berat jenis, porositas dan kuat tekan bata merah perlu diketahui untuk menentukan kualitas dari bata merah yang akan digunakan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dibatasi suatu permasalahan yang berkaitan dengan pasangan bata merah adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat lekat pasangan bata merah dengan komposisi campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm.
2. Pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah.
3. Menggunakan variasi ketebalan lapis mortar 1 cm; 1,5cm; dan 2cm.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah besarnya kapasitas kuat lekat tarik pada pasangan bata merah?
2. Bagaimanakah pola kerusakan yang terjadi akibat tegangan tarik pada pasangan bata merah?
3. Berapakah ketebalan lapis mortar efektif pada pasangan bata merah?

E. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya kapasitas kuat lekat tarik pasangan bata merah.
2. Mengetahui pola kerusakan yang terjadi akibat tegangan tarik pasangan bata merah.
3. Mengetahui ketebalan lapis mortar yang paling efektif berdasarkan variasi ketebalan 1cm; 1,5cm; dan 2cm pada pasangan bata merah yang menggunakan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm.

F. Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi empat yaitu:

1. Sebagai penelitian pendahulu tentang pengaruh mortar *pumice breccia* menggunakan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm terhadap kuat lekat pasangan bata merah.
2. Memberikan informasi tentang ketebalan mortar efektif *pumice breccia* pada pasangan bata merah.
3. Memberikan informasi tentang karakteristik pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah yang menggunakan mortar *pumice breccia*.
4. Memberikan informasi tentang uji karakteristik bata merah dan mortar *pumice breccia*.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Bata Merah

Bata merah adalah salah satu jenis bahan bangunan yang dibuat dari tanah liat (lempung) dengan atau tanpa bahan lain, yang dibakar pada temperatur yang tinggi sehingga tidak akan hancur bila direndam dalam air dan batu bata merah cukup kedap air sehingga mampu menahan rembesan dinding ketika turun hujan. Menggunakan material bata merah untuk bahan dinding memang sangat di anjurkan. Selain bentuknya yang kuat jika dibanding dengan batako, bata merah ternyata mampu menyerap hawa panas ketika siang hari dan bisa meredam hawa dingin ketika malam hari.

Memilih bata merah sebagai bahan penyusun dinding memang cukup beralasan. Hal ini dikarenakan bata merah memiliki beberapa keunggulan, Selain karena bahan baku yang mudah didapat, bata merah juga mudah dibuat, hanya membutuhkan alat-alat sederhana dan modal yang kecil sehingga banyak masyarakat yang dapat membuatnya.

1. Pembuatan bata merah

Proses pembuatan bata merah diawali dengan penggalian lahan atau pengambilan bahan baku utama yaitu tanah liat atau lempung. Kemudian, Tanah liat atau tanah lempung yang telah dibersihkan, diberi sedikit air dan selanjutnya dicetak menjadi bentuk kotak-kotak. Cetakan bata merah biasanya terbuat dari kayu yang secara sederhana dibuat menjadi kotak. Adonan yang telah dicetak, dikeluarkan dan dijemur di

bawah matahari sampai kering. Bata merah yang sudah kering kemudian disusun menyerupai bangunan yang tinggi kemudian dibakar dalam jangka waktu yang cukup lama, kurang lebih selama 1 hari sampai batu terlihat hangus. Suhu api pada saat pembakaran dapat mencapai ± 1000 derajat *Celcius*. Dalam pembakaran bata merah biasa menggunakan rumput atau sekam yang akan membuat batu bata memiliki lubang-lubang kecil menyerupai pori-pori.

2. Syarat-syarat bata merah

Bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan. Bentuk lain yang disengaja karena pencetakan diperbolehkan disamping syarat-syarat tersebut diatas pembeli dan penjual dapat mengadakan perjanjian tersendiri (Handayani, 2010:43).

3. Ukuran-ukuran bata merah

Pada umumnya bata merah memiliki ukuran panjang 17-23cm, lebar 7-11cm, tebal 3-5cm, dan berat rata-rata 3kg/biji (tergantung merek dan daerah asal pembuatannya) namun, biasanya ukuran-ukuran panjang, lebar, dan tebal dari bata merah ditentukan dan dinyatakan dalam perjanjian antara pembeli dan penjual (pembuat). Penyimpangan terbesar dari ukuran-ukuran seperti tersebut diatas ialah: untuk panjang maksimum 3%, lebar maksimum 4%, tebal maksimum 5%.

4. Kelebihan dan kekurangan dinding batu bata merah

Sebagai penyusun tembok, penggunaan bata merah sudah dikenal sejak lama. Walaupun, kini banyak bahan pengganti untuk membuat tembok, tetapi sebagian orang tetap memilih batu bata ketika membangun rumah. Bata merah memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, hal tersebut ditampilkn pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kelebihan dan kekurangan dinding bata merah

Kelebihan	Kekurangan
1. Kedap air, sehingga jarang terjadi rembesan pada tembok akibat air hujan 2. Keretakan relatif jarang 3. Kuat dan tahan lama 4. Pengakunya lebih luas antara 9-12 m ²	1. Waktu pemasangan lebih lama dibandingkan batako dan bahan dinding lainnya. 2. Biaya lebih tinggi

(Sumber: Handayani, 2010:43).

B. Mortar

Menurut Tjokrodimuljo (2007), mortar adalah bahan bangunan yang terbuat dari air, bahan perekat (misalnya lumpur, kapur, dan semen *portland*) dan agregat halus (misalnya pasir alami, pecahan tembok, dan sebagainya). Fungsi mortar dalam penyusun dinding adalah sebagai pengikat antara batu bata dengan mortar itu sendiri. Untuk mendapatkan kekuatan geser dan lentur yang cukup dibutuhkan adukan yang mempunyai kekuatan tekan minimum harus sama dengan kuat tekan pada bata merah. Mortar semen mempunyai kuat tekan antara 3-17MPa dan mempunyai berat jenis antara 1,8-2,20 seperti terlihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Sifat mortar semen yang di buat dari semen dan pasir kasar

perband. volume (semen: agregat halus)	f.a.s	nilai sebar (%)	berat jenis	kuat tekan (MPa)	kuat tarik (MPa)	serapan air (%)
1:3	0,6	85	2,22	28	2,60	7,47
1:4	0,72	82	2,19	18	1,80	7,71
1:5	0,90	86	2,14	10	1,70	8,58
1:6	1,10	85	2,10	8	1,30	9,03
1:7	1,48	88	2,04	5	0,96	9,94

(Sumber: Tjokrodimuljo, 2007:80)

Mortar yang baik memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Murah dan tahan lama (awet)
2. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, pasang, diratakan)
3. Merekat dengan baik dengan bata merah, beton pejal
4. Cepat keras/kering
5. Tahan terhadap rembesan air
6. Tidak timbul retak-retak setelah mengeras

Macam pengujian terhadap adukan mortar adalah uji kelecakan, pengujian terhadap mortar yang telah keras, yaitu uji tekan, kuat tarik dan lekat (Tjokrodimuljo, 2007:82).

Untuk memperoleh mortar yang baik maka perlu diperhatikan material dasar penyusun mortar. Pada penelitian sebelumnya tentang mortar mengatakan bahwa fas mortar paling efektif yaitu dengan fas 0,72 untuk perbandingan 1PC:4Ps. Kemudian dilakukan *Trial Mix* dengan variasi fas 1; 1,3; dan 1,5 untuk perbandingan 1PC:3Ps:3Pm. Dari hasil Uji pendahuluan didapatkan fas mortar paling efektif 1,3. Hal inilah yang mendasari untuk membuat mortar pada penelitian ini, pada penelitian ini

menggunakan komposisi yang sama pada material penyusun mortar, hanya saja dalam menggunakan fas untuk variasi perbandingan 1PC:3Ps:3Pm, pada penelitian ini menggunakan data pengujian awal (*Trial Mix*) dimana dari data awal didapatkan nilai fas untuk perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dipakai fas 1,3.

Seperti halnya dengan mortar yang lain material penyusun mortar memiliki standar kelayakan, antara lain:

1. Agregat halus

Menurut Wuryati dan Candra (2001:11), Agregat halus adalah butiran mineral alami yang butirannya lebih kecil dari 4,8mm dan biasanya disebut pasir. Agregat halus dibedakan menjadi 3 macam, antara lain:

- a. Pasir galian, yaitu pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah yang mana pada umumnya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- b. Pasir sungai, yaitu pasir yang langsung diperoleh dari sungai. Pasir ini biasanya berbentuk bulat dan berbutir halus, hal ini disebabkan karena terjadinya proses gesekan. Karena agregat ini bulat maka daya lekat antar butirnya pun agak berkurang.
- c. Pasir laut, yaitu pasir yang diambil dari pantai. Pasir jenis ini mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pasir sungai akan tetapi pasir jenis ini mengandung banyak garam, sehingga tidak dianjurkan untuk memakai pasir jenis ini dalam membuat bangunan.

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Progo. Berdasarkan jenis pasir yang disyaratkan oleh Wuryati dan Candra, pasir Progo termasuk ke dalam jenis pasir galian karena dalam pengambilannya dengan cara digali. Ditinjau dari asalnya pasir Progo yang dipakai dalam pengujian ini adalah pasir yang berasal dari erupsi gunung merapi pada tahun 2010. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasir yang digunakan adalah pasir yang kasar, tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan karena tidak terkena air laut.

Menurut Tjokrodimuljo (2007:48) syarat agregat halus yang dipakai sebagai campuran mortar adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus untuk mortar dapat berupa pasir langsung dari alam atau berupa pasir buatan yang berasal dari pecahan-pecahan batu.
- b. Butir-butir agregat halus harus tajam dan keras sehingga tidak mudah hancur.
- c. Agregat tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%.
- d. Agregat harus tidak boleh mengandung bahan organik yang banyak.
- e. Modulus halus butirnya antara 1,50-3,80.
- f. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali sudah berdasarkan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang sudah diakui.

Menurut Wuryati dan Candra (2001:27), pasir yang digunakan untuk membuat mortar harus dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) atau jenuh kering muka. Hal ini disebabkan karena air yang diserap oleh

agregat akan tetap berada dalam agregat, dan air bebas akan bercampur dengan semen sebagai pembentuk pasta. Dengan kata lain pasir SSD adalah pasir yang sudah tidak akan menyerap air. Selain itu Wuryati dan Candra (2001) menyebutkan bahwa fungsi agregat dalam mortar adalah untuk:

- a. Menghemat penggunaan semen.
- b. Menghasilkan kekuatan yang besar pada mortar, karena agregat halus dan kasar itu mengisi 50% sampai 80% volume beton.
- c. Mengurangi susut pengerasan, hal ini dikarenakan bahan batuan tidak susut dan hanya pasta semen saja yang mengalami susut.
- d. Mencapai susunan yang padat pada beton dengan gradasi baik maka akan dihasilkan mortar yang padat.
- e. Mengontrol *workability* dengan gradasi baik maka mortar akan mudah dikerjakan.

Tjokrodinuljo (2007), mengklasifikasikan jenis pasir menurut gradasinya dibagi menjadi 4 yaitu pasir kasar, agak kasar, agak halus dan halus. Adapun batas-batas gradasinya tercantum pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Batas-batas gradasi agregat halus

lubang ayakan (mm)	persen berat butir yang lewat ayakan jenis agregat halus			
	Kasar	agak kasar	halus	agak halus
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100

lubang ayakan (mm)	persen berat butir yang lewat ayakan jenis agregat halus			
	Kasar	agak kasar	halus	agak halus
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007:26)

Bila jumlah agregat halus terlalu sedikit maka campuran beton akan disebut *undersanded*, yaitu pasta tidak mampu mengisi ruang-ruang kosong sehingga campuran akan mudah terpisah sehingga akan sulit dikerjakan. Akan tetapi apabila jumlah agregat halus terlalu banyak maka campuran disebut *oversanded*, campuran ini memang kohesif, tetapi tidak terlalu lecah. Campuran ini lebih membutuhkan banyak air sehingga membutuhkan banyak semen untuk faktor air semen yang sama, apabila semen semakin banyak maka campuran akan semakin mahal. Kondisi ini akan dijumpai apabila memakai pasir yang sangat halus dan pasir yang sangat kasar (Nugraha dan Antoni, 2007:25).

2. Semen portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu. Fungsi dari semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat menjadi suatu massa yang kompak setelah bercampur dengan air. Volume semen kira-kira sebanyak 10% dari volume beton. Karena semen merupakan perekat aktif, maka harga semen yang paling mahal dalam pembuatan beton

(Tjokrodimulyo, 2007:7). “Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran”, (Nugraha dan Antoni, 2007:25).

Sesuai dengan SNI 15-2049-2004, menurut tujuan pemakaiannya, semen portland dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

- a. Jenis I : Untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
- b. Jenis II : Untuk konstruksi pada umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
- c. Jenis III : Untuk konstruksi yang menuntut kekuatan awal yang tinggi.
- d. Jenis IV : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut panas hidrasi rendah.
- e. Jenis V : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Senyawa-senyawa yang terkandung dalam semen antara lain adalah, C_3S , C_2S , C_3A dan C_4AF . Dari keempat senyawa tersebut hanya C_3S dan C_2S yang dapat menyebabkan bahan bersifat semen (perekat). Sedangkan C_3A dan C_4AF adalah senyawa bawaan dari bahan dasarnya yang tidak mempunyai sifat semen sama sekali. Jumlah senyawa C_3S dan C_2S dalam semen mencapai 70%-80%. Senyawa C_3S dan C_2S mulai

merekat atau bereaksi apabila telah bercampur dengan air dan akan membentuk agar-agar yang biasa disebut pasta semen (Wuryati dan candra, 2001:1).

Senyawa C_3S apabila terkena air maka dengan cepat akan bereaksi dan menghasilkan panas. Kemudian panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum 14 hari atau pengikatan awal. Sedangkan senyawa C_2S lebih lambat apabila bereaksi dengan air dan hanya akan berpengaruh terhadap semen setelah umur 7 hari (Mulyono, 2005). Menurut Nugraha dan Antoni (2007) senyawa C_3S memberikan andil terhadap kuat tekan beton sebelum 28 hari, sedangkan senyawa C_2S memberikan andil terhadap kuat tekan beton setelah 28 hari.

3. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25-30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin

mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton bersifat porous setelah mengeras dan apabila beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun (Tjokrodimuljo, 2007:53).

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 persyaratan air yang boleh digunakan untuk membuat beton antara lain adalah:

- a. Air harus bersih.
- b. Tidak mengandung banyak lumpur, minyak dan bahan terapung lainnya.
- c. Tidak mengandung benda yang tersuspensi lebih dari 2gr/liter.
- d. Tidak mengandung garam-garam yang mudah larut dan merusak beton.
- e. Semua air yang mutunya meragukan harus diteliti terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini, air yang dipakai adalah air yang ada di Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, yaitu adalah air keran yang telah sesuai dengan apa yang disyaratkan dalam SNI 03-2847-2002.

C. Batu Apung (*Pumice Breccia*)

Batu apung (*pumice breccia*) adalah salah satu batuan sedimen, yaitu batuan folkanis yang bobotnya ringan karena sangat berpori, batuan ini biasanya berwarna terang atau kulit keputih-putihan (Ahmat, 2012). Batu apung mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinging gelas, dan

biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat *vesicular* yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api.

Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menyimpan potensi yang sangat besar untuk pengembangan produk berbasis breksi batu apung (*natural pumice breccia*). Menurut Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi (2012), cadangan *pumice* yang tersimpan di DIY tercatat lebih dari 2,5 milyar m³, meliputi wilayah Kabupaten Gunung Kidul ±2,497 milyar m³, Kabupaten Bantul ±76,067 juta m³ dan Kabupaten Sleman ±85,367 juta m³, dimana masing lokasi terletak relatif saling berdekatan.

Tersedianya *pumice* yang melimpah ini menawarkan berbagai keuntungan yaitu; 1) *pumice* lebih ramah lingkungan (tidak banyak menimbulkan polusi udara berupa gas CO₂ sehingga tidak memicu global warming) karena dapat dimanfaatkan tanpa melalui proses pembakaran, tidak seperti agregat ringan buatan yang membutuhkan proses pembakaran, 2) lebih murah karena tersebar luas di wilayah DIY bahkan Indonesia, 3) dapat menyerap tenaga kerja di sekitar lokasi penambangan (Agus, dkk, 2013:1-2).

Hasil uji awal yang telah dilakukan menunjukkan bahwa breksi batu apung yang berada pada formasi batuan Semilir di wilayah DIY memiliki bobot isi kering gembur $800,05\text{kg/m}^3$ dan berat jenis $1818,18\text{kg/m}^3$. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa breksi batu apung memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi mortar mortar ringan struktural.

Menurut Simanjutak (2010:10), mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah pumicit, vulkanik, cinter, dan scoria. Berdasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel (fragmen) dan mineral asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: *sub-areal*, *sub-aqueous*, *new ardante*, dan hasil endapan ulang (*redeposit*). Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl, hilang pijar (*Lost Of Ignition*) 6%, pH 5, bobot isi $480-960\text{kg/cm}^3$, peresapan air (*water absorption*) 16,67%, berat jenis $0,8\text{gr/cm}^3$, hantaran suara (*sound transmission*) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas (*thermal conductivity*) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam.

D. Klasifikasi Dinding

Dalam bangunan, dinding memiliki beberapa fungsi, diantaranya yaitu untuk menahan beban, memberikan berat pada keseluruhan bangunan, sebagai peredam bunyi dan radiasi, serta memberikan batasan wilayah (sebagai pemisah ruang). Kekuatan ikatan antara mortar dan bata tidak hanya tergantung pada sifat tertentu dari mortar, seperti kekuatan mortar itu sendiri, atau kandungan air yang terdapat didalamnya, tetapi juga tergantung pada kekasaran permukaan dan penyerapan dari bata merah.

Menurut Somayaji (2005), dinding menurut pemanfaatannya dan peruntukannya dibagi menjadi:

1. Dinding eksterior adalah dinding yang perletakannya berhubungan langsung dengan lingkungan luar, paling tidak pada satu sisinya.
2. Dinding interior adalah dinding pembagi ruang dalam yang kedua sisinya terlindung dari cuaca atau tidak berhubungan langsung dengan lingkungan luar.

Menurut fungsi strukturnya, dinding dibagi menjadi:

1. *Load bearing walls* atau dinding pemikul beban, atau disebut juga sebagai dinding struktural yang memikul beban dari bagian struktur.
2. *Non-load bearing wall* adalah dinding dengan struktur yang hanya mampu memikul berat sendiri, sebagai contoh dinding partisi yang memang tidak memikul beban lantai di atasnya dan di atap sebagaimana pada dinding struktural.

Dalam periode pelaksanaannya, dinding dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Solid wall* adalah dinding dengan metode pembuatan dinding yang terdiri dari unit bata yang disusun menjadi dinding dengan menggunakan bahan pengikat seperti mortar, unit bata terbuat dari tanah liat, batu alam maupun bata beton.
2. *Framed wall* adalah dinding dengan rangka yang tersusun dari bahan lembaran penutup dinding dengan rangka sebagai pengikatnya.

Dinding solid maupun dinding *hollow* merupakan susunan dari modul satuan yang disatukan dengan perekat mortar. Bahan pembentuk atau bahan dasar dari modul satuan dapat berupa tanah liat, beton (batako), batu alam, kaca *block* (*glass block*) dan keramik yang sesuai dengan standar seperti yang terdapat dalam ASTM E72 - 02.

Berdasarkan SNI 03-1734-1989 bagian 7 tentang struktur bangunan dijelaskan bahwa struktur jenis C adalah struktur-struktur dimana dinding pasangan batu cetak yang bertulang berfungsi sebagai penahan beban gravitasi maupun beban gempa. Jenis struktur ini pada umumnya tidak dapat direncanakan untuk langsung memiliki sifat daktilitas, dimana energi gempa dipancarkan melalui pelelehan dan mulai tulangan tariknya.

E. Perilaku Dinding Terhadap Gempa

Distribusi pembebanan pada saat gempa berlangsung ke segala arah, sehingga pada saat melalui dinding (*strong direction wall*) maupun sumbu lemah dinding lemah dinding (*weak direction wall*). Pembebanan yang berlangsung pada sumbu kuat dinding memberikan tahanan lateral lebih baik dari pada sumbu lemah dinding.

Beban gempa pada sumbu kuat dinding dapat menyebabkan dinding mengalami perubahan geometri bentuk jajaran genjang (*parallelogram*). Perubahan geometri yang terjadi, selain dapat menyebabkan kerusakan pada elemen lain yang ada di dalam bidang dinding tersebut seperti jendela atau kaca, juga dapat menyebabkan kerusakan atau keruntuhan dinding. Sedangkan pada sumbu lemah dinding, dapat menyebabkan dinding runtuh atau terguling (Murty, 2009).

F. Pengujian Kuat Lekat

Rifky (2013), meneliti kapasitas kuat lekat z pasangan beton ringan aerasi dan mengetahui pola kerusakan pasangan beton ringan aerasi dalam menahan kuat lekat dengan perbandingan volume campuran mortar biasa. Pada penelitian tersebut dilakukan dengan metode eksperimen. Benda uji pasangan beton ringan aerasi berjumlah 3 sampel dalam setiap varian. Variasi f.a.s berturut-turut sebesar 0,15, 0,2, dan 0,25 sebagai variabel bebas dan sebagai variabel terikatnya adalah kuat lekat mortar beton ringan aerasi. Pengujian kuat lekat mortar dan pengujian karakteristik kuat tekan

menggunakan alat Universal Testing Machine. Analisis data adalah deskriptif kualitatif.

G. Parameter dan Formula Perhitungan

Parameter dan formula perhitungan ini untuk menganalisa karakteristik bata merah, karakteristik mortar dan kuat tarik belah dari pasangan bata merah. Adapun analisa yang akan dipakai sebagai berikut:

1. Porositas bata merah

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui berapa besar air yang terserap pada bata merah. Besarnya porositas dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

$$\text{Porositas} = \frac{A' - B'}{A' - C'} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

A' = Berat benda uji sebelum direndam (gr)

B' = Berat benda uji setelah direndam (gr)

C' = Berat benda uji dalam air (gr)

2. Berat jenis bata merah

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis per m³ dari bata merah. Besarnya berat jenis dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis} = \frac{c}{b-a} \text{ (gr/ml)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- a = Volume awal air (ml)
- b = Volume air + benda uji (ml)
- c = Berat benda uji (gr)

3. Kuat tekan bata merah

Kuat tekan bata merah adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan dari pembacaan dial alat uji tekan (*compressive testing machine*). Peralatan yang digunakan meliputi landasan pelat baja dan mesin tekan. Prosedur pengujian berdasarkan SNI 03-1974-1990, benda uji diletakan di atas mesin tekan secara sentris, dan mesin tekan dijalankan dengan penambahan pembebanan antara 2 sampai dengan 4kg/cm² perdetik. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat. Kuat tekan bata dihitung berdasarkan beban persatuan luas. Besarnya kuat tekan dapat dihitung berdasarkan persamaan 3 sebagai berikut.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

4. Kadar air bata merah

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui berapa persen (%) air yang terkandung dalam bata merah. Besarnya kadar air dihitung menggunakan persamaan 4 sebagai berikut.

$$\text{Kadar air} = \frac{a' - b'}{a'} \times 100 \% \dots \dots \dots (4)$$

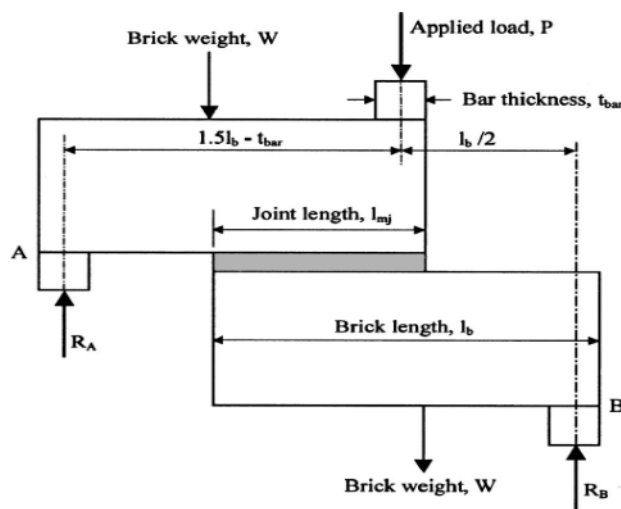
Keterangan:

a' = Berat benda uji sebelum di oven (gr)

b' = Berat benda uji setelah di oven (gr)

5. Kuat lekat mortar *pumice breccia*

pengujian kuat geser mortar batu bata merah mengacu pada pengujian yang dilakukan Fouad M. Khalaf 2005 melakukan pengujian kuat geser mortar pasangan batu-bata dengan metode pengujian geser berbentuk Z tanpa aksial seperti Gambar 1.



Gambar 1. *Setting* Pengujian Kuat Geser Mortar Batu bata

Besarnya reaksi dihitung dengan rumus:

$$R_A = \frac{P \cdot (l_b - l_{mj})}{l_b} \dots \dots \dots (5)$$

dimana: R_A = Reaksi yang terjadi (N)

P = Beban yang diberikan (N)

l_b = Panjang bata 1 tipe PB (mm)

W = Berat bata tipe 1 PB (N)

t_{bar} = Tinggi plat (mm)

Besarnya kuat geser dihitung dengan rumus:

$$f_{fb} = \frac{(P \cdot l_b - W \cdot t_{bar}) \cdot (l_b - l_{mj})}{(l_b - l_{mj}) \cdot l_{mj}} \dots \dots \dots (6)$$

dimana: f_{fb} = tegangan (MPa)

P = Beban yang diberikan (N)

l_b = Panjang bata 1 tipe PB (mm)

W = Berat bata 1 tipe PB (N)

t_{bar} = Tinggi plat (mm)

l_{mj} = ½ Panjang bata 1 tipe PB (mm)

w_b = Lebar bata 1 tipe PB (mm)

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode

Metode yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah eksperimen laboratorium, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya sehingga menjadi sebuah inovasi. Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini adalah pasangan bata merah yang menggunakan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm yang mana nantinya akan diuji kuat lekat.

B. Variabel Penelitian

Menurut Ari Kunto (2010), variabel penelitian adalah segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga didapatkan sebuah informasi untuk diambil sebuah kesimpulan.

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat. Variabel bebas yang terdapat dalam penelitian ini adalah ketebalan lapis mortar pada pasangan bata merah (1cm; 1,5cm; dan 2cm) dengan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm.

2. Variabel terikat

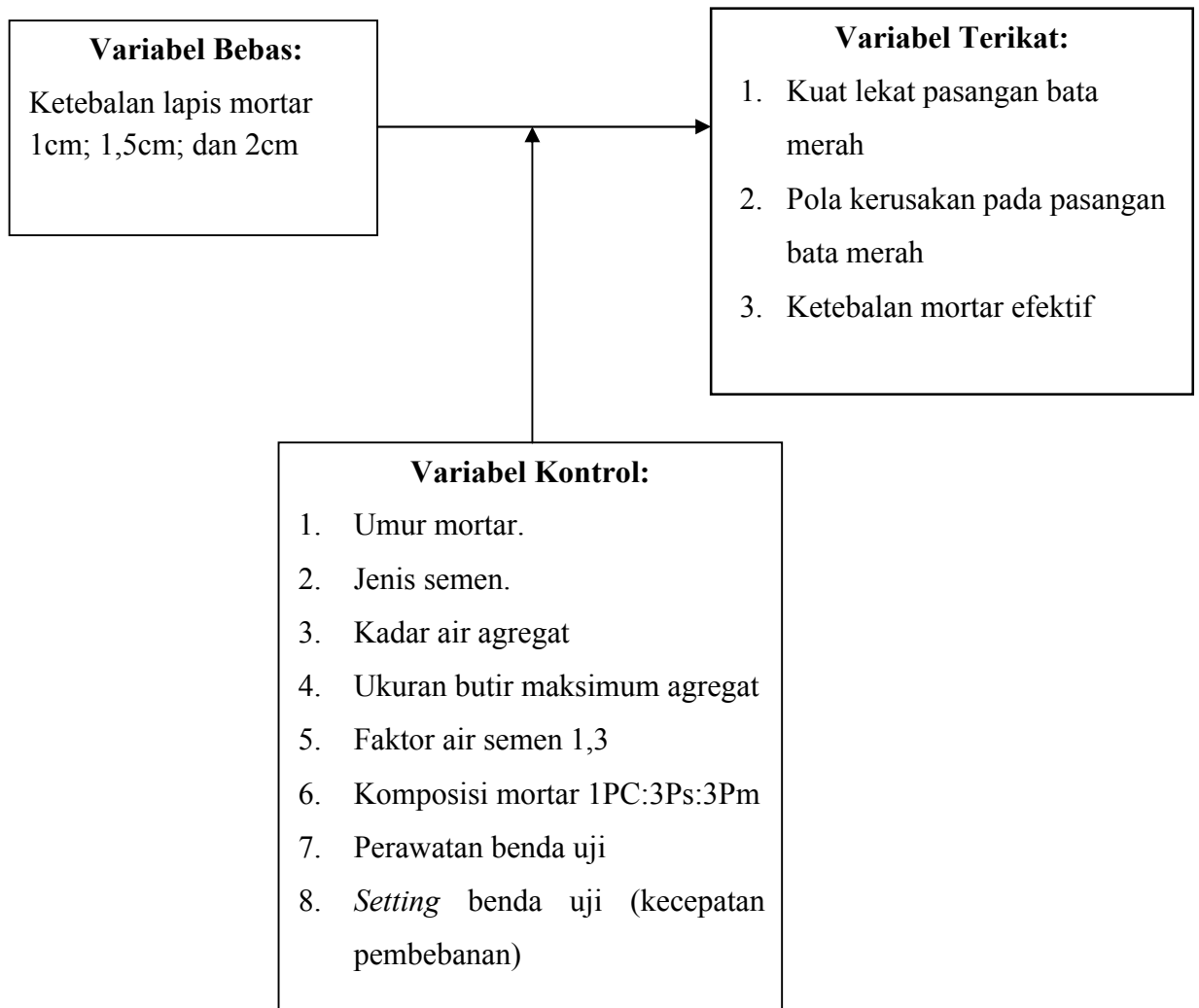
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat lekat pasangan bata merah, pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah, dan ketebalan lapis mortar efektif pada pasangan bata merah.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti, variabel kontrol sering digunakan oleh peneliti, bila akan melakukan penelitian yang bersifat membandingkan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kuat lekat pasangan bata merah, ketebalan mortar efektif dan pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah antara lain:

- a. Umur mortar.
- b. Jenis semen.
- c. Kadar air agregat
- d. Ukuran butiran maksimum agregat
- e. Faktor air semen 1,3
- f. Komposisi mortar 1PC:3Ps:3Pm
- g. Perawatan benda uji
- h. *Setting* benda uji (kecepatan pembebanan)

Untuk memperjelas hubungan antar variabel berikut disajikan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram alir hubungan variabel

C. Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bata merah

Bata merah adalah bahan bangunan yang berasal dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain yang kemudian dibakar pada suhu tinggi hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam didalam air. Pada penelitian ini digunakan bata merah ekspos dengan yang memiliki dimensi 22,5cm x 10,5cm x 5,5cm. Dengan jumlah total bata merah ekspos tipe sebanyak 18 buah yang terbagi dalam 3 varian, masing-masing varian membutuhkan 6 buah bata merah ekspos ukuran 22,5cm x 10,5cm x 5,5cm. Bata merah ekspos ini menggunakan perekat khusus untuk pasangannya yaitu mortar *pumice breccia* dengan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm, maka sebagai pembanding penelitian ini menggunakan variasi ketebalan mortar pada pasangannya (1cm; 1,5cm; dan 2cm). Berikut disajikan bata merah pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Bata merah ekspos

2. Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002:1 tentang spesifikasi pasir untuk plesteran, butir maksimum agregat halus adalah 4,76mm. Agregat halus atau pasir yang digunakan adalah pasir alami yang berasal dari sungai Progo. Setelah melakukan pengujian pasir Progo maka didapat data mengenai pasir yang digunakan sebagai berikut:

- a. Pasir Progo termasuk dalam *zone 2* yaitu pasir agak kasar.
- b. Modulus halus butir sebesar 2,706.
- c. Berat jenis pasir SSD alami adalah 2,65.
- d. Berat jenis pasir SSD rendaman adalah 2,86.
- e. Bobot isi gembur pasir SSD alami adalah 1,55gr/cm³.
- f. Kadar air pasir alami adalah 0,82%
- g. Kadar air pasir SSD rendaman adalah 1,97%.



Gambar 4. Pasir Progo

3. Semen

Semen yang digunakan adalah semen dengan merek dagang Gresik yang mempunyai berat 40kg tiap sak. Berdasarkan SNI 15-2049-

2004 semen ini termasuk dalam semen tipe I, yaitu semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan syarat-syarat tertentu seperti jenis lain.



Gambar 5. Semen PPC tipe 1 Gresik

4. *Pumice Breccia*

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunungapi yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Pada penelitian ini agregat *pumice* yang digunakan adalah *pumice* alami yang berasal dari wilayah Kabupaten Gunung Kidul, dengan kadar air sebesar 6,62%. Agregat kasar ini diperoleh dari proses pemecahan bongkahan batu besar kemudian digiling sesuai dengan kebutuhan dan dalam penelitian ini agregat yang dibutuhkan dengan ukuran butir maksimal 2,4mm.



Gambar 6. Batu apung (*pumice breccia*)

5. Air

Air yang digunakan diperoleh dari belakang Laboratorium Bahan Bangunan PTSP – FT UNY, yaitu air keran yang bersih, jernih, tidak berasa dan tidak berbau sehingga air ini termasuk air yang baik untuk membuat beton menurut SNI 03-2847-2002. Air yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Sampel air di Laboratorium PTSP – FT UNY

6. Oli

Dalam penelitian ini oli bukanlah bahan utama dalam pembuatan benda uji pasangan bata merah, tetapi hanya sebagai bahan pendukung penelitian. Berdasarkan SNI 6369-2008:8 tentang pembuatan *capping* untuk benda uji silinder, oli berfungsi sebagai pelumas pelat *capping* agar

benda uji mudah lepas. Selain itu oli juga berfungsi sebagai pelumas cetakan beton.



Gambar 8. Oli

7. NaOH

Berdasarkan SNI 03-2816-1992:1 tentang pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar, NaOH merupakan zat kimia yang digunakan dalam pengujian kadar zat organik. NaOH yang digunakan pada penelitian ini. NaOH disajikan pada Gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. NaOH

D. Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian Proyek Akhir ini, adalah sebagai berikut:

1. *Splitter*

Splitter berfungsi untuk pengambilan sampel agregat halus yang akan diuji. Dibawah ini adalah *splitter* yang terdapat di Laboratorium Bahan Bangunan, FT-UNY. *Splitter* disajikan pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. *Splitter*

2. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menguji sifat-sifat agregat halus dan untuk menakar air yang akan dijadikan faktor air semen. Pada penelitian ini dipakai gelas ukur dengan ketelitian 1ml dan 20ml.



Gambar 11. Gelas ukur

3. Ayakan pasir

Ayakan pasir yang digunakan adalah ayakan dengan ukuran kotak 4,75mm x 4,75mm karena menurut SNI 03-6820-2002:1 butir maksimum agregat halus untuk plesteran adalah 4,76mm. Dalam penelitian ini karena permukaan bata merah yang sangat berpori digunakan ayakan 2,4mm. Fungsi ayakan dalam penelitian ini adalah untuk memisahkan kerikil dan pasir.



Gambar 12. Ayakan Pasir

Saat pengujian analisa ayak pasir juga digunakan ayakan besi dengan ukuran lubang ayakan berurutan dari 0,15mm; 0,3mm; 0,6mm; 1,2mm; 2,4mm; dan 4,8mm.



Gambar 13. Ayakan untuk pengujian pasir

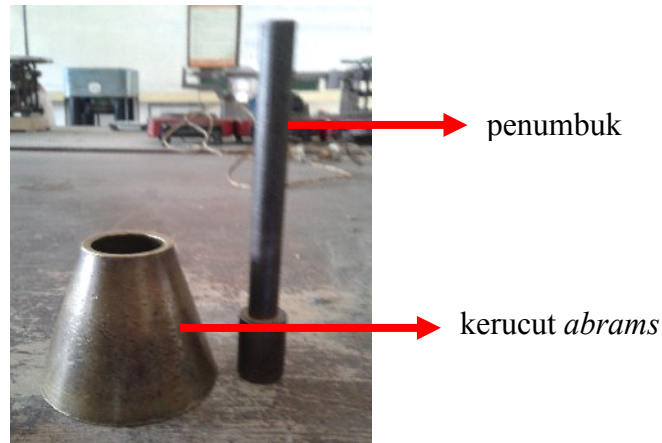
Pada pengujian analisa ayak pasir proses pengayakan menggunakan mesin ayak. Adapun mesin ayak disajikan pada Gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Mesin ayakan

4. Kerucut *Abrams*

Kerucut *abrams* digunakan saat pengujian pasir SSD (*Saturated Surface Dry*). Kerucut *abrams* yang digunakan pada pengujian ini disajikan pada Gambar 15 di bawah ini.



Gambar 15. Kerucut *Abrams* dan penumbuk

5. Timbangan

Berdasarkan SNI 1973-2008:2, timbangan adalah salah satu alat yang digunakan dalam pengujian pasir. Timbangan yang digunakan adalah timbangan dengan kapasitas 310gram, 10kg, dan 50kg. Fungsi dari timbangan ini adalah untuk menimbang pasir, semen dan bata merah. Timbangan dengan kapasitas 50kg digunakan untuk menimbang berat benda uji pasangan bata merah sebelum dilakukan pengujian. Timbangan yang digunakan pada pengujian ini disajikan pada Gambar 18, 19, dan 20 di bawah ini.



Gambar 16. Timbangan dengan kapasitas 310gr



Gambar 17. Timbangan dengan kapasitas 10kg



Gambar 18. Timbangan dengan kapasitas 50kg

6. Oven

Menurut SNI 1970-2008:5 tentang pengujian berat jenis pasir.

Oven yang digunakan harus dapat memanaskan sampai temperatur 110

derajat *Celcius*. Oven yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. Oven

7. Penggaris dan meteran

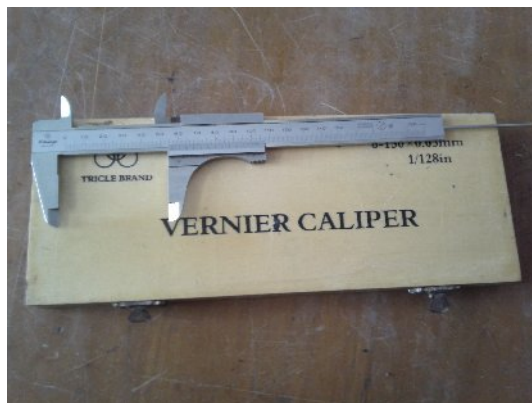
Penggaris dan meteran digunakan untuk mengukur ketebalan lapis mortar pada saat pembuatan benda uji pasangan bata merah . Berikut disajikan penggaris dan meteran yang digunakan dalam penelitian ini pada Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. Penggaris dan meteran

8. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengetahui ukuran dari suatu benda dengan ketelitian yang lebih akurat. Dalam penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur bata merah dan untuk mengukur benda uji mortar silinder.



Gambar 21. Jangka sorong

9. Alat pemotong (*Cutter*)

Alat ini digunakan untuk memotong bata merah yang masih utuh dengan ukuran 22,5cm x 10,5cm x 5,5cm dan akan dipotong menjadi ukuran 5cm x 5cm x 5cm yang nantinya akan diuji kuat tekan. Alat pemotong yang digunakan disajikan pada gambar 22 di bawah ini.



Gambar 22. Alat pemotong (*Cutter*)

10. Cetok

Cetok digunakan untuk menyebarkan mortar pada pasangan bata merah dan untuk mempermudah mengaduk mortar yang sudah dipisahkan pada *hopper* pada saat pembuatan benda uji pasangan bata merah.



Gambar 23. Cetok

11. *Waterpass*

Waterpass adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata, alat ini terdapat dua buah alat pengecek kedataran baik untuk vertikal maupun horizontal yang terbuat dari kaca dimana didalamnya terdapat gelembung cairan, dan pada posisi pinggir alat terdapat garisan pembagi yang dapat dipergunakan sebagai alat ukur panjang. Dalam penelitian ini *waterpass* digunakan untuk mengecek kerataan sisi atas dan sisi samping pada saat pembuatan benda uji pasangan bata merah.



Gambar 24. *Waterpass*

12. Bak adukan

Bak adukan digunakan sebagai wadah pengadukan mortar, karena tidak menggunakan mesin molen sebagai tempat untuk mengaduk campuran mortar, bak adukan ini sebagai pengganti mesin molen sebagai tempat adukan mortar.



Gambar 25. Bak adukan

13. Cangkul

Semua pencampuran material dilakukan secara manual sehingga tidak dibutuhkan mesin pengaduk, melainkan digunakan cangkul sebagai alat pengaduk.



Gambar 26. Cangkul

14. *Hopper*

Hopper digunakan untuk menaruh adukan mortar yang sudah siap dipakai untuk membuat benda uji pasangan bata merah.



Gambar 27. *Hopper*

15. Cetakan silinder

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu cetakan bentuk silinder dengan ukuran diameter 10cm dan tinggi 20cm. Cetakan ini dipakai untuk mencetak benda uji mortar yang nantinya akan diuji tarik belah dan uji tekan.



Gambar 28. Cetakan silinder

16. Kuas

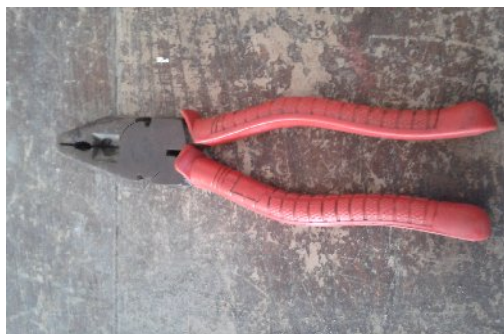
Pada penelitian ini kuas berfungsi sebagai alat bantu untuk melumuri cetakan benda uji silinder dan cetakan (bekisting) benda uji pasangan bata merah dengan oli.



Gambar 29. Kuas

17. Tang jepit

Alat ini merupakan alat bantu untuk mengencangkan baut pada cetakan silinder agar cetakan silinder tidak longgar ketika diisi dengan adukan mortar.



Gambar 30. Tang jepit

18. Alat cetak kubus

Alat ini digunakan untuk mencetak kubus mortar dengan dimensi 5x5x5 cm. Alat cetak kubus disajikan pada Gambar 31.



Gambar 31. Alat Cetak Mortar Kubus Ukuran 5x5x5 cm

19. Bak perendam

Setelah benda uji mortar silinder dibuat maka benda uji perlu direndam untuk mengurangi penguapan. Benda uji silinder mempunyai ukuran diameter 10cm dan tinggi 20cm sehingga untuk merendamnya perlu adanya bak yang besar. Selain itu, bak perendam ini juga digunakan untuk merendam bata merah yang akan digunakan, untuk mengurangi penyerapan air pada batu bata pada saat pembuatan benda uji pasangan bata merah. Menurut SNI 03-2823-1992:2 mensyaratkan bahwa ukuran bak perendam adalah berukuran 1000mm x 500mm x 500mm. Berikut disajikan bak perendam pada Gambar 32 di bawah ini.



Gambar 32. Bak perendam

20. Skrap

Alat ini digunakan untuk menusuk mortar pada saat pembuatan benda uji agar mortar pada pasangan bata merah bisa melekat dengan baik serta untuk meratakan permukaan mortar saat pembuatan atau pencetakan benda uji mortar silinder.



Gambar 33. Skrap

21. *Universal Testing Machine* (UTM)

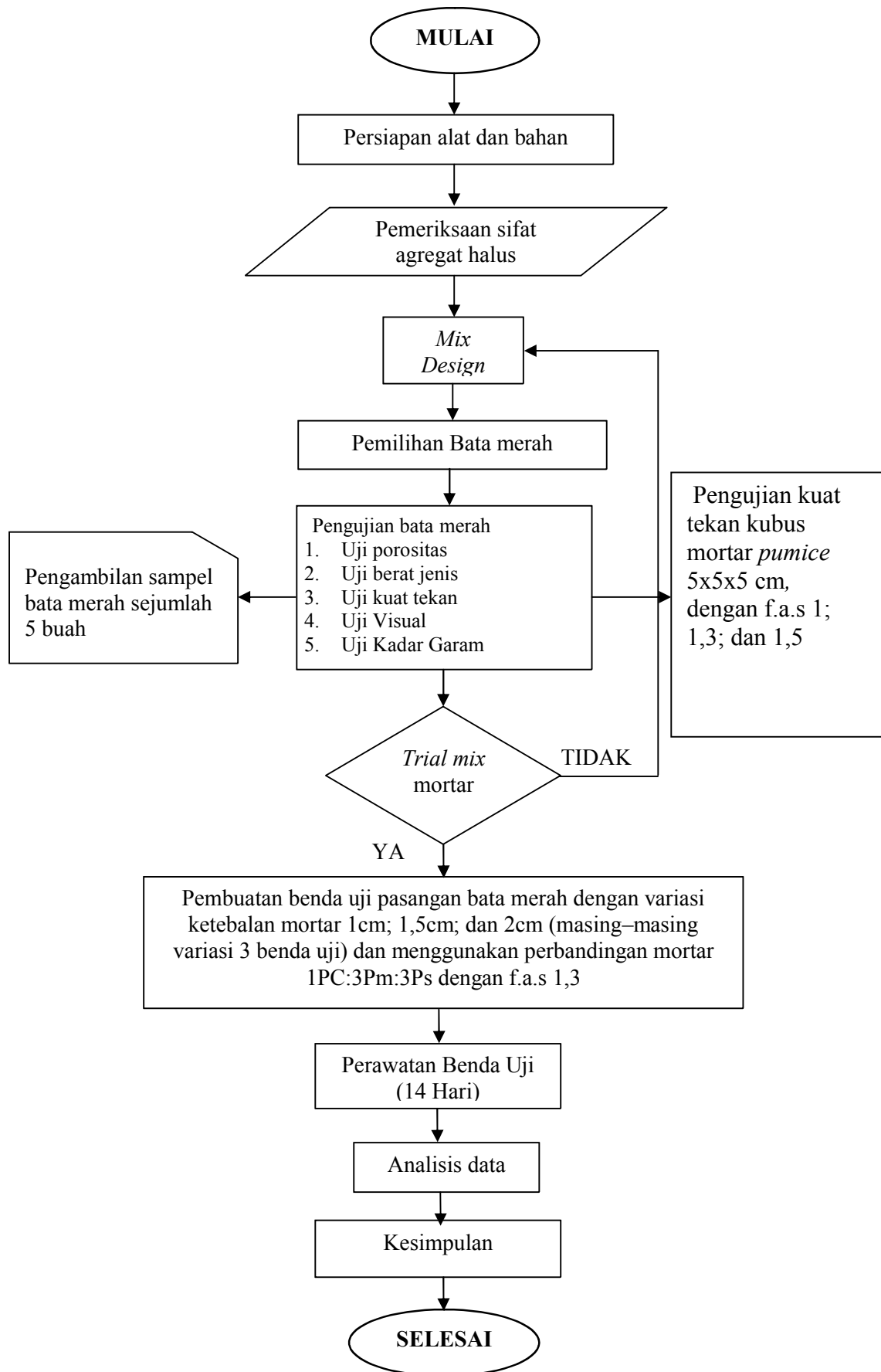
Berdasarkan SNI 03–2823–1992 tentang pengujian tekan, *Univesal Testing Machine* adalah mesin pembebanan yang dipakai untuk memberikan beban secara menerus dan dilengkapi dengan manometer. Dalam proyek akhir ini *UTM* yang dipakai dengan merk *shimadzu* dengan kapasitas 30 ton dan kecepatan pembebanannya adalah 2 MPa/detik. Alat ini memberikan pembebanan secara bertahap. *Universal Testing Machine* disajikan pada Gambar 34.



Gambar 34. *Universal Testing Machine (UTM)*

E. Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya. Data–data yang digunakan lebih lanjut berupa data primer yang diperoleh dari hasil pengujian dalam eksperimen yang dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir yang disajikan pada halaman selanjutnya.



Gambar 35. Diagram alir penelitian kuat tarik belah pada pasangan bata merah

Berdasarkan Gambar 35, diagram alir penelitian kuat tarik belah pasangan bata merah, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan benda uji

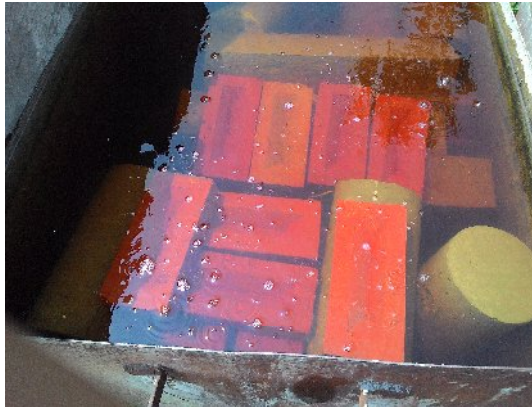
Tahap persiapan benda uji merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan pembuatan benda uji dipersiapkan dengan baik. Tahap ini berisi tentang persiapan alat, bahan, tempat, perhitungan *mix design* dan teknis pelaksanaan.



Gambar 36. Persiapan bahan

2. Tahap pembuatan benda uji

Benda uji yang dibuat adalah pasangan bata merah dengan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm dan variasi ketebalan lapis mortar untuk 1cm; 1,5cm; 2cm. Sebelum proses pembuatan pasangan bata merah, dilakukan proses pemeriksaan sifat agregat, pengujian sifat mekanik bata merah dan pengujian sifat mekanik mortar, setelah tahap inilah pembuatan benda uji kuat tarik belah pasangan bata merah dilakukan.



Gambar 37. Perendaman bata merah



Gambar 38. Pembuatan adukan mortar



Gambar 39. Proses pembuatan benda uji

3. Tahap perawatan benda uji

Setelah benda uji pasangan bata merah dibuat maka benda uji harus dirawat agar mempunyai kualitas yang baik. Perawatan benda uji umumnya adalah dengan cara membasahi benda uji agar kelembabannya terjaga. Perawatan seperti ini dimaksudkan untuk mendapatkan kuat tarik pasangan bata merah yang tinggi, menjadikan pasangan bata merah semakin awet, kedap terhadap air, dan benda uji tahan aus. Menurut SII 0021-78, benda uji pasangan bata merah harus berada dalam posisi lembab minimal sampai berumur 7 hari.

Berdasarkan SII 0021-78 tentang bata dan *masonry*, faktor-faktor yang berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan bata merah adalah *curing* dan lamanya waktu *curing*. Dalam proses *curing* kelembaban batu bata dijaga dalam temperatur 20-30 derajat *celcius*.

4. Tahap pengujian benda uji

Tahap pengujian benda uji ini terdiri dari tiga pengujian yang dilakukan antara lain:

a. Pengujian bata merah.

1) Pengujian porositas

Pengujian porositas bata merah dilakukan untuk mengetahui kapasitas serap air yang dapat dilakukan oleh bata merah, dimana bata merah merupakan batu bata yang memiliki rongga/porus yang rapat. Pada bata merah disamping memiliki rongga yang rapat tetapi dalam penyerapan air yang diterima berbanding lurus dengan porositasnya.

Sebagaimana menurut SNI 0021-78 batas maksimal porositas sebesar 20%.

2) Pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berapa besar berat jenis per satuan m^3 pada bata merah. Semakin ringan material penyusun dinding, maka semakin bagus dan dapat digunakan untuk daerah rawan gempa.

3) Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan bata merah dilakukan untuk mengetahui kapasitas beban tekan yang dapat diterima oleh bata merah.



Gambar 40. Pengujian kuat tekan bata merah

b. Pengujian karakteristik mortar *pumice breccia* dengan perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm.

Pengujian karakteristik mortar dilakukan untuk mengetahui seberapa baik kualitas yang ada pada mortar yang digunakan dalam

penelitian ini. Adapun pengujian karakteristik mortar ada 2 jenis, antara lain:

1) Pengujian kuat tekan mortar *pumice breccia*

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui kapasitas beban tekan yang dapat diterima oleh mortar tersebut. kuat tekan mortar semen mempunyai kuat tekan antara 3-17MPa, Menurut Tjokrodinuljo (2007).

2) Pengujian tarik belah mortar *pumice breccia*

Pengujian kuat tarik belah mortar dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas mortar dalam menerima gaya tarik.



Gambar 41. Pengujian kuat tekan mortar *pumice breccia*

c. Pengujian pasangan bata merah

Pengujian pasangan bata merah pada penelitian ini difokuskan pada pengujian kuat tarik belah pasangan bata merah dengan perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm dan variasi ketebalan lapis mortar 1cm; 1,5cm; dan 2cm dimana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas kuat tarik ikatan antara bata merah dengan mortar campuran *pumice breccia* sebagai perekat pasangan bata merah.



Gambar 42. Pengujian kuat tekan pasangan bata merah

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

1. Pengujian Agregat

Pengujian agregat ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dan kandungan zat agregat yang akan dijadikan campuran mortar pada pengujian kuat tarik pasangan bata merah, pada pengujian ini agregat yang digunakan adalah pasir Progo. Hasil pengujian agregat pasir Progo disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil uji agregat halus (pasir Progo)

no	jenis pengujian	hasil pegujian
1	Berat jenis alami	2,65gr/ml
2	Berat jenis SSD	2,86gr/ml
3	Bobot isi pasir	1,55gr/cm ³
4	Kadar air alami	0,82%
5	Kadar air SSD	1,97%
6	Kadar lumpur	0,93%

Tabel 5. Modulus kehalusan butir

Lubang Ayakan	Berat Tertinggal (Gram)	Tertinggal (%)	Tertinggal Komulatif (%)	Tembus Komulatif (%)
9,52	1,51	0,152	0,152	99,848
4,76	13,56	1,368	1,521	98,479
2,40	22,55	2,275	3,796	96,204
1,20	127,25	12,839	16,635	83,365
0,6	434,66	43,858	60,493	39,507
0,3	287,65	29,023	89,516	10,484
0,15	89,35	9,015	98,531	1,469
< 0,15	14,56	1,469	-	-
Jumlah	991,11	100	270,643	0

Berdasarkan Tabel 5 diatas pasir Progo yang digunakan termasuk dalam *zone 2*, yaitu pasir kasar dan modulus kehalusan butir sebesar 2,706.

2. Pengujian Agregat *Pumice Breccia*

Pada pengujian ini agregat yang digunakan adalah agregat *pumice breccia* (agregat breksi batu apung). Pengujian agregat ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat agregat yang akan dijadikan sebagai variasi campuran mortar untuk pengujian kuat tarik pasangan bata merah. Hasil pengujian agregat *pumice* disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil uji agregat *pumice breccia*

no	jenis pengujian	hasil pegujian
1	Berat jenis <i>pumice</i> alami	1695,18kg/m ³
2	Bobot isi <i>pumice</i>	852,85kg/m ³
3	Kadar air <i>pumice</i> alami	6,62%

3. Pengujian Bata Merah

a. Pengujian porositas

Jumlah sampel pada pengujian porositas sebanyak 5 buah bata merah, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya serap air yang diterima bata merah, Hasil pengujian porositas bata merah disajikan pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil uji porositas bata merah

No. Benda Uji	Berat sebelum di rendam (a')	Berat setelah di rendam(b')	Berat dalam air (c')	Porositas bata merah ($\frac{c'}{b'-a'}$) %
	(gram)	(gram)	(gram)	
1	229,42	274,61	135	33,47
2	229,79	275,01	139	32,53
3	209,31	250,03	126	32,32
4	184,01	220,41	108	33,70
5	213,35	254,93	125	33,26

b. Pengujian berat jenis

Jumlah sampel pengujian berat jenis sebanyak 5 buah bata merah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat satuan per m³ pada bata merah, Hasil pengujian berat jenis bata merah disajikan pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Hasil uji berat jenis bata merah

No. Benda Uji	Volume awal air (a)	Volume air + benda uji (b)	Berat benda uji sebelum dimasukkan kedalam gelas ukur (c)	Berat jenis (c/(b-a)) gr/ml
	(ml)	(ml)	(gram)	
1	200	228	60,09	2,14
2	200	241	83,66	2,04
3	200	248	101,24	2,11
4	200	224	54,89	2,28
5	200	228	58,24	2,08

c. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui berapa besar bata merah menahan beban tekan, jumlah sampel pengujian kuat tekan sebanyak 5 buah bata merah. Hasil uji kuat tekan bata merah disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Hasil uji kuat tekan bata merah

Kode Benda Uji	DIMENSI Rerata (mm)			Luas Bidang Tekan	BERAT	BEBAN Maks.	BEBAN Maks.	Kuat Tekan
	P	L	T	(mm ²)	(gr)	(KN)	(N)	(MPa)
BM 1	54,07	49,12	51,02	2655,918	223,38	15,983	15983	6,018
BM 2	53,87	49,98	47,76	2692,423	222,72	20,090	20090	7,462
BM 3	54,99	49,12	50,36	2701,109	219,6	14,379	14379	5,323
BM 4	54,65	50,01	50,65	2733,047	230,25	19,020	19020	6,959
BM 5	53,65	49,45	50,56	2652,993	220,04	12,368	12368	4,662

Keterangan: BM 1 = Bata merah benda uji ke-1

d. Pengujian kadar air

Jumlah sampel pengujian kadar air sebanyak 5 buah bata merah. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui berapa persen (%) air yang terkandung dalam bata merah, Hasil uji kadar air bata merah disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Hasil uji kadar air bata merah

No. Benda Uji	Berat sebelum oven (a')	Berats etelah di oven (b')	(a'-b')	Kadar air ((a'-b')/b') X 100%
	(Gram)	(Gram)	(Gram)	
1	53,56	53,01	0,55	1,04 %
2	73,36	72,62	0,74	1,02 %
3	84,92	83,76	1,16	1,38 %
4	42,37	41,93	0,44	1,05 %
5	46,17	45,69	0,48	1,05 %

e. Pengujian kadar garam

Pengujian kadar garam dilakukan untuk mengetahui berapa persen (%) kadar garam yang terkandung dalam bata merah, Jumlah sampel pengujian kadar garam sebanyak 5 buah bata merah. Hasil uji kadar garam bata merah disajikan pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Hasil uji kadar garam bata merah

No. Benda Uji	Banyaknya bintik – bintik putih pada bata merah setelah 24 jam	Keterangan
	(%)	
1	0	Baik (dapat digunakan)
2	0	Baik (dapat digunakan)
3	0	Baik (dapat digunakan)
4	0	Baik (dapat digunakan)
5	0	Baik (dapat digunakan)

4. Pengujian Kuat Lekat Mortar *Pumice Breccia*

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah mortar pada umur 14 hari. Pada pembuatan mortar ini digunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 10cm dan tinggi 20cm untuk pengujian tarik belah mortar. Pengujian kuat tarik belah mortar dilakukan untuk mengetahui kapasitas mortar dalam menahan tegangan tarik, Menggunakan 2 variasi perbandingan campuran mortar yaitu 1PC:4Ps dan 1PC:3Ps:3Pm, masing-masing 2 buah benda uji setiap variasi perbandingan campuran mortar. Pada perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm nilai faktor air semennya lebih besar dibanding perbandingan campuran mortar 1PC:4Ps, hal ini dikarenakan pada perbandingan 1PC:3Ps:3Pm terdapat penambahan agregat *pumice* yang memiliki banyak pori sehingga lebih banyak menyerap air. Hasil pengujian kuat tarik belah mortar disajikan pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Hasil uji kuat tarik belah mortar

No.	Kode Benda Uji	Fas	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	BebanMaks (TON)
1	TBS I 1PC:4PS	1,3	100,10	199,00	7,6
2	TBS II 1PC:4PS	1,3	100,40	199,1	6,3
3	TBS I 1PC:3PS:3PM	1,3	100,70	196,8	8,2
4	TBS II 1PC:3PS:3PM	1,3	100,40	196,40	8,2

Keterangan:

PC = Semen Gresik I; Ps = Pasir Progo; Pm = *Pumice Breccia*

TBS I = Kuat tarik belah mortar silinder
benda uji ke-1

1PC:3Ps:3Pm = Perbandingan campuran mortar

F.a.s = Faktor Air Semen

5. Pengujian Kuat Lekat Pasangan Bata Merah

Pengujian kuat tarik pasangan bata merah dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan tarik pada komposisi pasangan bata merah, dalam pembuatan benda uji menggunakan 2 variasi perbandingan campuran mortar yaitu 1PC:3Ps:3Pm dan 1PC:4Ps, Pengujian dilakukan pada saat benda uji sudah berumur 14 hari. Hasil pengujian kuat tarik pasangan bata merah disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Kuat lekat pasangan bata merah dengan perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm

No	Kode benda uji	Tebal Mortar	RA	Beban Maks	f_{fb}	f_{fb}
			(N)	(N)	(Mpa)	Rata - rata (Mpa)
1	TB1	1	327,001	900	0,13	0,122
2	TB2		242,478	650	0,125	
3	TB3		171,215	440	0,11	
4	TB1	1,5	35,143	50	0,079	0,06
5	TB2		54,16	100	0,089	
6	TB3		221,722	640	0,012	
7	TB1	2	47,062	80	0,091	0,124
8	TB2		288,246	780	0,148	
9	TB3		301,259	820	0,1341	

Keterangan:

PC = Semen Gresik I; Ps = Pasir Progo; Pm = *Pumice Breccia*

TBB I = Kuat tarik belah pasangan bata merah
benda uji ke-1

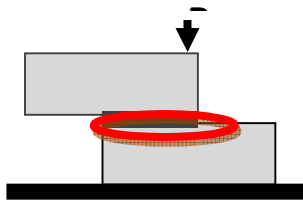
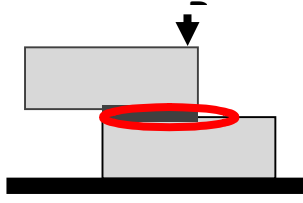
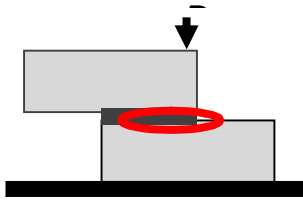
1PC:3Ps:3Pm = Perbandingan campuran mortar

Faktor Air Semen = 1,3

6. Pola Kerusakan

Pola kerusakan yang terjadi akibat beban yang diberikan pada pengujian kuat tarik belah pasangan bata merah, disajikan pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Pola kerusakan pasangan bata merah dengan perbandingan mortar 1PC:3Ps:3Pm

no	kode benda uji	tebal mortar	pola kerusakan
1	1. TB I 1PC:3Ps:3Pm	1 cm	
	2. TB II 1PC:3Ps:3Pm		
	3. TB III 1PC:3Ps:3Pm		
2	1. TBB I 1PC:3Ps:3Pm	1,5 cm	
	2. TB II 1PC:3Ps:3Pm		
	3. TBB III 1PC:3Ps:3Pm		
3	1. TB I 1PC:3Ps:3Pm	2 cm	
	2. TBB II 1PC:3Ps:3Pm		
	3. TB III 1PC:3Ps:3Pm		

Keterangan:

PC = Semen Gresik I; Ps = Pasir Progo; Pm = *Pumice Breccia*

TB I = Kuat tarik belah pasangan bata merah
benda uji ke-1

1PC:3Ps:3Pm = Perbandingan campuran mortar

Faktor Air Semen = 1,3

B. Pembahasan

1. Pengujian Bata Merah

a. Porositas bata merah

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya serap air yang diterima bata merah, pengujian porositas juga merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas bata merah, pengujian porositas bata merah disajikan pada Tabel 15 di bawah ini.

Tabel 15. Porositas bata merah

No. Benda Uji	Berat sebelum di rendam (a')	Berat setelah di rendam(b')	Berat dalam air (c')	Porositas bata merah (—) %)
	(gram)	(gram)	(gram)	
1	229,42	274,61	135	33,47
2	229,79	275,01	139	32,53
3	209,31	250,03	126	32,32
4	184,01	220,41	108	33,70
5	213,35	254,93	125	33,26
Rerata porositas bata merah				33,056

Berdasarkan Tabel 15 diatas, besarnya porositas untuk bata merah berturut-turut sebesar 33,47%; 32,53%; 32,32%; 33,70% dan 33,26%, porositas rerata dari kelima benda uji tersebut adalah sebesar 33,056%. Berdasarkan ASTM 2842-06 menyatakan bahwa besarnya porositas untuk pasangan dinding batu bata maksimal 90%. Hasil pengujian porositas bata merah yang telah dilakukan lebih kecil 69,91% dari batas maksimal yang ditentukan oleh ASTM 2842-06, hal ini mengindikasikan bahwa hasil pengujian porositas bata merah yang akan digunakan termasuk kedalam persyaratan standar yang sudah ditetapkan.

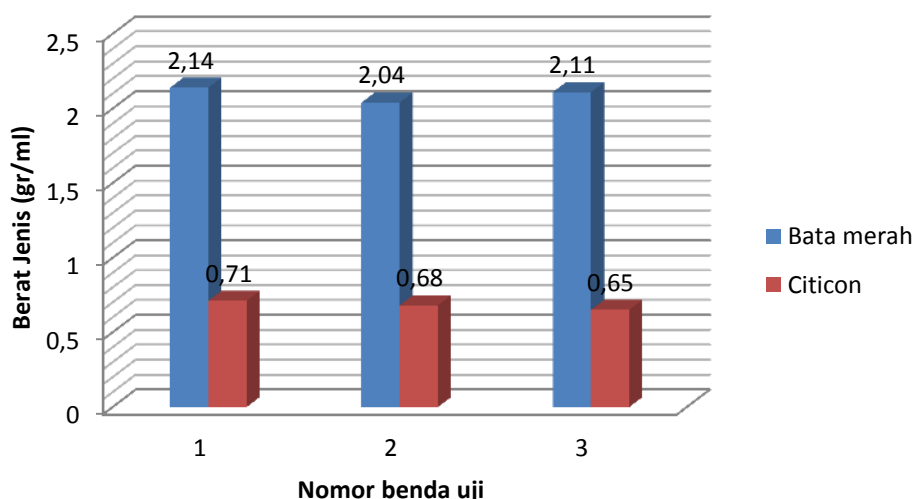
b. Berat jenis bata merah

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berapa besar berat satuan per m³ pada bata merah yang akan digunakan, Hasil pengujian berat jenis bata merah disajikan pada Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Berat jenis bata merah

No. Benda Uji	Volume awal air (a)	Volume air + benda uji (b)	Berat benda uji sebelum dimasukkan kedalam gelas ukur (c)	Berat jenis (c/(b-a)) gr/ml
	(ml)	(ml)	(gram)	
1	200	228	60,09	2,14
2	200	241	83,66	2,04
3	200	248	101,24	2,11
4	200	224	54,89	2,28
5	200	228	58,24	2,08
Rerata berat jenis bata merah				2,13

Berdasarkan Tabel 16 diatas menunjukkan bahwa berat jenis bata merah berturut-turut sebesar 2,14gr/ml; 2,04gr/ml; 2,11gr/ml; 2,28gr/ml dan 2,08gr/ml, berat jenis rerata dari kelima benda uji tersebut adalah sebesar 2,13gr/ml, hasil ini lebih besar 1,45gr/ml dibanding berat jenis beton ringan aerasi tipe *Citicon*, Musthofa (2013). Hasil perbandingan berat jenis bata merah dengan beton ringan aerasi tipe *Citicon* disajikan pada Gambar 43 di bawah ini.



Gambar 43. Grafik perbandingan berat jenis bata merah dengan beton ringan aerasi tipe *Citicon*

Berdasarkan Gambar 43 berat jenis terbesar pada bata merah benda uji nomor 2 dan nomor 3. Berat jenis bata merah lebih besar berturut-turut sebesar 1,43gr/ml; 1,36gr/ml dan 1,46gr/ml dibanding beton ringan aerasi tipe *Citicon*. Hal ini mengindikasikan bahwa bata merah dapat digunakan untuk pasangan dinding.

c. Kuat tekan bata merah

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan tekan yang dapat diterima oleh bata merah, Perhitungan kuat tekan adalah sebagai berikut.

$$\text{Luas penampang} = 2655,918\text{mm}^2$$

$$\text{Beban maksimal} = 15983\text{N}$$

$$\text{Kuat tekan} = \frac{15983}{2655,918} = 6,081\text{Mpa}$$

Tabel 17. Kuat tekan bata merah

Kode Benda Uji	DIMENSI Rerata (mm)			Luas Bidang Tekan (mm ²)	BERAT (gr)	BEBAN Maks. (KN)	BEBAN Maks. (N)	Kuat Tekan (MPa)
	P	L	T					
BM 1	54,07	49,12	51,02	2655,918	223,38	15,983	15983	6,018
BM 2	53,87	49,98	47,76	2692,423	222,72	20,090	20090	7,462
BM 3	54,99	49,12	50,36	2701,109	219,6	14,379	14379	5,323
BM 4	54,65	50,01	50,65	2733,047	230,25	19,020	19020	6,959
BM 5	53,65	49,45	50,56	2652,993	220,04	12,368	12368	4,662
Kuat tekan rerata bata merah								6,085

Keterangan: BM 1 = Bata merah benda uji ke-1

Berdasarkan Tabel 17 didapatkan kuat tekan bata merah beturut-turut sebesar 6,018MPa; 7,462MPa; 5,323MPa; 6,959MPa; dan 4,662MPa. Kuat tekan tertinggi pada benda uji nomor 2 dan didapatkan kuat tekan rata-rata sebesar 6,085MPa, hasil ini lebih besar dibanding pengujian beton ringan aerasi tipe PB yang dilakukan Alfian kahfi (2014) dengan hasil kuat rata-rata sebesar

5,48MPa. Hasil pengujian beton ringan aerasi tipe *Citicon* disajikan pada Tabel 18 di bawah ini.

Tabel 18. Kuat tekan beton ringan aerasi tipe *Citicon*, Musthofa (2013)

no.	kode benda uji	berat (gr)	luas (mm ²)	beban maks. (N)	kuat tekan (MPa)	kuat tekan rata-rata (MPa)
1	CT 1	689	9781,21	42000	4,29	5,48
2	CT 2	640	9525,76	59000	6,19	
3	CT 3	612	9532,27	57000	5,98	

Keterangan: CT 1= Beton ringan aerasi tipe *Citicon* 1

Berdasarkan Tabel 18 menunjukkan bahwa kuat rata-rata beton ringan aerasi tipe *Citicon* yang dilakukan Musthofa (2013) lebih rendah 0,605 Mpa dibanding kuat tekan bata merah, sedangkan menurut Rezha (2013) menyatakan bahwa besarnya uji kuat tekan rerata beton ringan aerasi tipe *Powerblock* sebesar 3,17MPa, Hasil pengujian kuat tekan beton ringan aerasi tipe *Powerblock* yang dilakukan Rezha (2013) disajikan pada Tabel 19 di bawah ini.

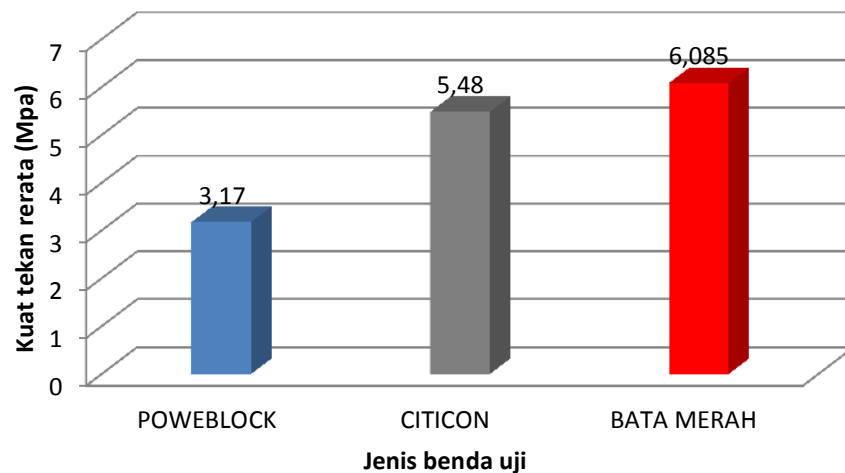
Tabel 19. Kuat tekan beton ringan aerasi tipe *Powerblock* Rezha (2013)

No	kode benda uji	berat (gr)	luas (mm ²)	beban maksimal (N)	kuat tekan (MPa)	kuat tekan rata-rata (MPa)
1	PB 1	741	10347,54	32000	3,04	3,17
2	PB 2	668	9659,28	32000	3,31	
3	PB 3	687	9820,80	36000	3,66	

Keterangan: PB 1= Beton ringan aerasi tipe *Powerblock* 1

Berdasarkan Tabel 19 kuat tekan beton ringan aerasi tipe *Powerblock* lebih rendah 2,915 Mpa dibanding dengan kuat tekan bata merah, hal ini mengindikasikan bahwa bata merah sangat baik

digunakan dinding sebuah gedung. Perbandingan yang signifikan antara kuat tekan bata merah dan beton ringan dikarenakan bata merah memiliki kerapatan pori lebih rapat dibandingkan beton ringan. Perbandingan kuat tekan rata-rata ditampilkan pada Gambar 44 di bawah ini.



Gambar 44. Grafik Perbandingan kuat tekan dengan 3 macam benda uji

d. Kadar air bata merah

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui berapa besar persen (%) air yang terkandung dalam bata merah, Hasil uji kadar air bata merah disajikan pada Tabel 20 di bawah ini.

Tabel 20. Kadar air bata merah

No. Benda Uji	Berat sebelum oven (a')	Berats etelah di oven (b')	(a'-b')	Kadar air ((a'-b')/b') X 100%
	(Gram)	(Gram)	(Gram)	
1	53,56	53,01	0,55	1,04 %
2	73,36	72,62	0,74	1,02 %
3	84,92	83,76	1,16	1,38 %
4	42,37	41,93	0,44	1,05 %
5	46,17	45,69	0,48	1,05 %
Rerata kadar air bata merah				1,108%

Berdasarkan Tabel 20 hasil pengujian kadar air bata merah didapatkan kadar air berturut turut sebesar 1,04%; 1,02%; 1,38%; 1,05% dan 1,05%, dengan kadar air rerata sebesar 1,108%. Hasil ini menunjukkan bahwa bata merah sangat baik untuk digunakan, dengan kandungan air yang terdapat pada bata merah memungkinkan bata merah tidak menyerap kandungan air pada mortar (tidak mengurangi faktor air semen pada mortar).

e. Kadar garam bata merah

Pengujian kadar garam dilakukan untuk mengetahui berapa besar persen (%) garam yang terkandung dalam bata merah, adapun pengujian kadar garam ini menggunakan 5 sampel bata merah. Hasil uji kadar garam bata merah disajikan pada Tabel 21 di bawah ini.

Tabel 21. Kadar garam bata merah

No. Benda Uji	Banyaknya bintik – bintik putih pada bata merah setelah 24 jam	Keterangan
	(%)	
1	0	Baik (dapat digunakan)
2	0	Baik (dapat digunakan)
3	0	Baik (dapat digunakan)
4	0	Baik (dapat digunakan)
5	0	Baik (dapat digunakan)

Berdasarkan Tabel 21 hasil pengujian kadar garam menunjukkan bahwa bata merah sangat baik digunakan karena kandungan garam pada bata merah tersebut 0% atau tidak ada sama sekali. Menurut standar pengujian kadar garam pada SNI (YDNI No. 10 tahun 1964) bahwa bata merah yang akan digunakan sebagai pasangan pada dinding tidak boleh memiliki kadar garam lebih dari 50%.

2. Pengujian Kuat Lekat Mortar *Pumice Breccia*

Jumlah sampel pada kuat tarik belah mortar sebanyak 4 buah, masing-masing variasi perbandingan campuran sebanyak 2 buah, pengujian kuat tarik ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas tarik ikatan mortar, Hasil pengujian kuat tarik belah mortar disajikan pada Tabel 22 di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Kuat tarik belah} &= \frac{\dots}{\dots} \\ &= \frac{\dots}{\dots} = 2,44\text{MPa} \end{aligned}$$

Tabel 22. Kuat tarik belah mortar *pumice breccia*

No.	Kode Benda Uji	f.a.s	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Beban Maks (N)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat tarik belah rerata (MPa)
1	TBS I 1PC:4PS	1,3	100,10	199,00	76433	2,44	2,235
2	TBS II 1PC:4PS	1,3	100,40	199,1	63690	2,03	
3	TBS I 1PC:3PS :3PM	1,3	100,70	196,8	82800	2,66	2,665
4	TBS II 1PC:3PS :3PM	1,3	100,40	196,40	82800	2,67	

Keterangan:

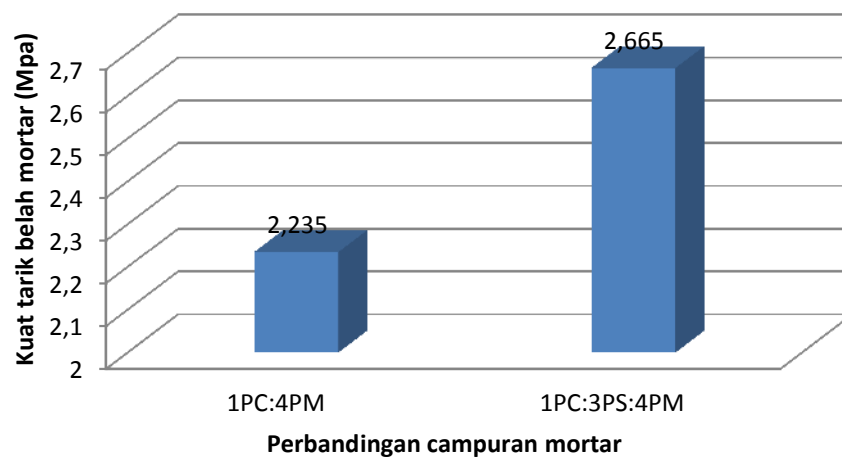
PC = Semen Gresik I; Ps = Pasir Progo; Pm = *Pumice Breccia*

TBB I = Kuat tarik belah benda uji ke-1

1PC:4Ps = Perbandingan campuran mortar

F.a.s = Faktor Air Semen

Berdasarkan Tabel 22 dapat diketahui bahwa mortar dengan perbandingan campuran 1PC:4Pm dan 1PC:3Ps:3Pm, mempunyai kuat tarik rerata berturut-turut sebesar 2,235MPa dan 2,665MPa. Kuat tarik rerata optimum pada perbandingan campuran 1PC:4Pm. Perbandingan kuat tarik belah rata-rata pada pengujian kuat tarik belah mortar disajikan pada Gambar 45 di bawah ini.



Gambar 45. Grafik Perbandingan kuat lekat rerata pada mortar

Berdasarkan Gambar 45 kuat tarik belah rerata dengan perbandingan campuran 1PC:4Ps lebih besar 54,7% dibanding kuat tarik belah rerata perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm.

3. Pengujian Kuat Lekat Mortar Pasangan Bata Merah

Pengujian kuat lekat pasangan bata merah dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan tarik pada pasangan bata merah yang menggunakan mortar *pumice breccia*, benda uji kuat tarik belah pasangan bata merah dapat dilihat pada Gambar 46 di bawah ini.



Gambar 46. Benda uji kuat lekat pasangan bata merah

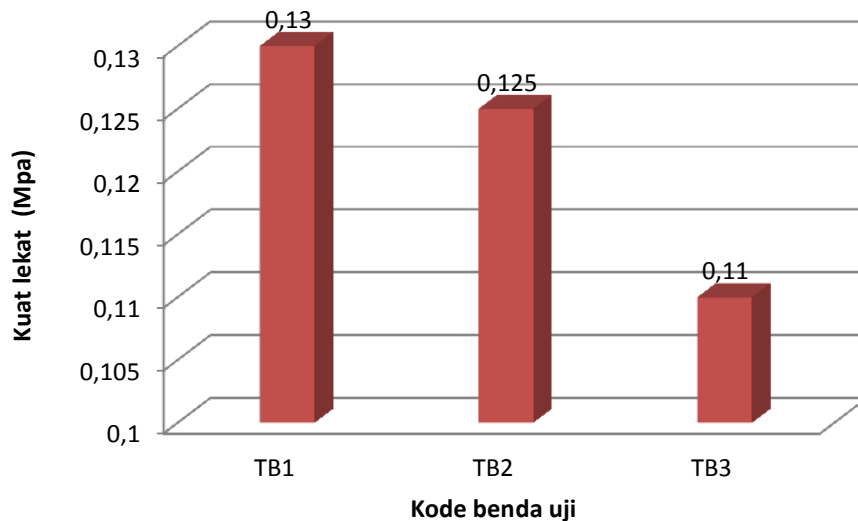
Jumlah benda uji pasangan bata merah pada pengujian kuat lekat sebanyak 9 buah benda uji, setiap 1 benda uji terdiri dari 2 buah bata merah. Pada pengujian ini menggunakan 3 variasi ketebalan lapis mortar yaitu 1cm; 1,5cm; dan 2cm. Perhitungan kuat lekat adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R_A &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{327,001 \text{ N}}{250 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}} \\
 &= 327,001 \text{ N} \\
 f_{fb} &= \frac{P}{A} \cdot \frac{1}{\gamma} \\
 &= \frac{327,001 \text{ N}}{250 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{1,25} \\
 &= 0,131 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 23. Hasil uji kuat lekat pasangan bata merah

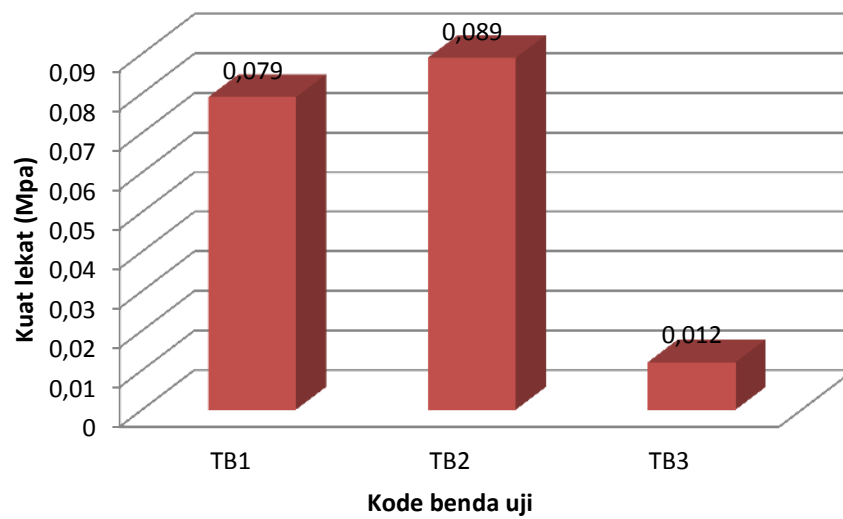
No	Kode benda uji	Tebal Mortar	RA	Beban Maks	f_{fb}	f_{fb}
			(N)	(N)	(Mpa)	Rata - rata (Mpa)
1	TB1	1	327,001	900	0,13	0,122
2	TB2		242,478	650	0,125	
3	TB3		171,215	440	0,11	
4	TB1	1,5	35,143	50	0,079	0,06
5	TB2		54,16	100	0,089	
6	TB3		221,722	640	0,012	
7	TB1	2	47,062	80	0,091	0,124
8	TB2		288,246	780	0,148	
9	TB3		301,259	820	0,1341	

Berdasarkan Tabel 23 kuat lekat rerata pasangan bata merah berturut-turut sebesar 0,122MPa; 0,06MPa dan 0,124MPa, hasil kuat tarik belah rerata terbesar pada pasangan bata merah dengan ketebalan lapis mortar 2cm. Adapun perbandingan kuat lekat pasangan bata merah dengan ketebalan lapis mortar (1cm; 1,5cm dan 2cm) ditampilkan pada Gambar 47, 48, dan 49 dibawah ini.



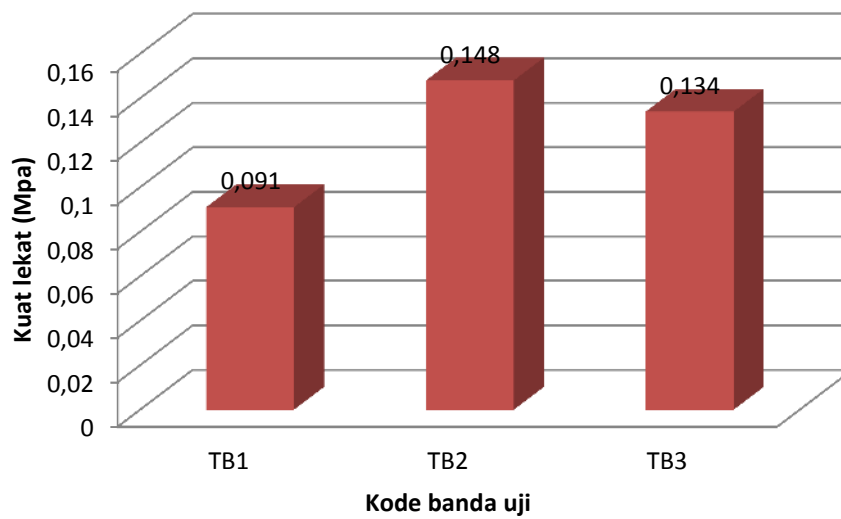
Gambar 47. Grafik perbandingan kuat lekat pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 1cm.

Berdasarkan Gambar 47 hasil perbandingan kuat lekat pasangan bata merah dengan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm ketebalan 1cm mempunyai kuat tarik berturut-turut sebesar 0,13MPa; 0,125MPa dan 0,11MPa. Kuat tarik belah bata merah tertinggi pada benda uji 1 (TB I), kemudian mengalami penurunan kuat tarik belah pada TB II dan TB III berturut-turut. Adapun hasil perbandingan kuat tarik pasangan bata merah dengan ketebalan lapis mortar 1,5cm disajikan pada Gambar 48 di bawah ini.



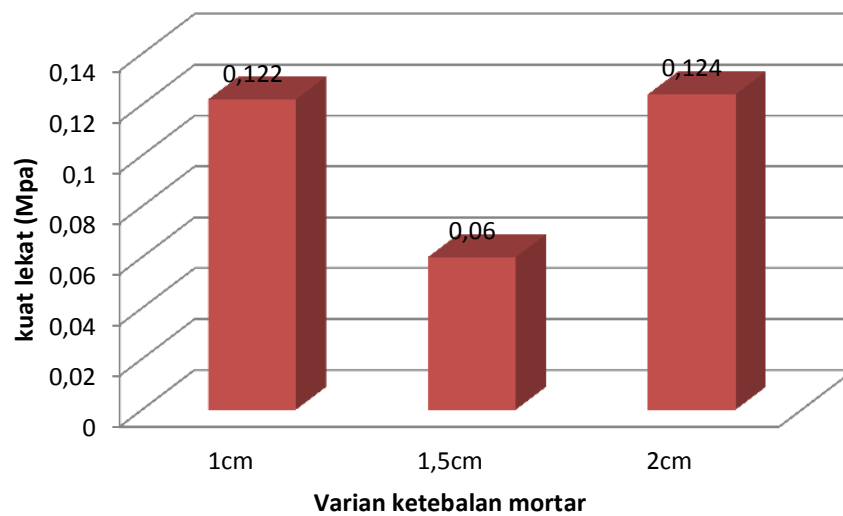
Gambar 48. Grafik perbandingan kuat lekat pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 1,5cm.

Berdasarkan Gambar 48 hasil perbandingan kuat tarik pasangan bata merah dengan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm ketebalan 1,5cm mempunyai kuat tarik belah berturut-turut sebesar 0,079MPa; 0,089MPa dan 0,012MPa. Kuat tarik pasangan bata merah tertinggi pada benda uji 2 (TB 2) dengan selisih kuat lekat dibanding TB I dan TB 3 berturut-turut. Adapun hasil perbandingan kuat tarik pasangan bata merah dengan ketebalan lapis mortar 2cm disajikan pada Gambar 49 di bawah ini.



Gambar 49. Grafik perbandingan kuat lekat pasangan bata merah dengan tebal lapis mortar 2cm.

Berdasarkan Gambar 49 hasil perbandingan kuat tarik belah pasangan bata merah dengan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm ketebalan 2cm mempunyai kuat tarik berturut-turut sebesar 0,091MPa; 0,148MPa dan 0,134MPa. Kuat lekat pasangan bata merah tertinggi pada benda uji 2 (TB 2) dengan selisih kuat lekat dibanding TB 3 dan TB I Adapun hasil perbandingan kuat lekat rerata pasangan bata merah dengan ketebalan lapis mortar 1cm; 1,5cm dan 2cm disajikan pada Gambar 50 di bawah ini.



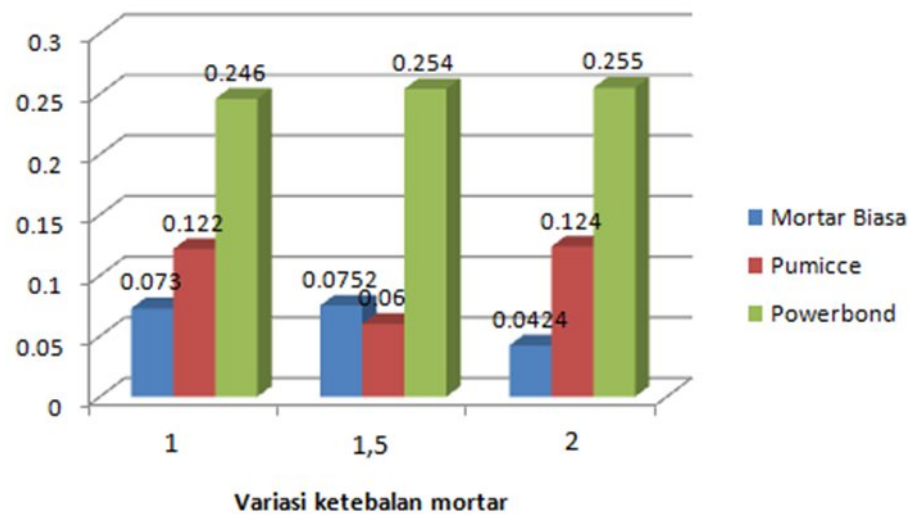
Gambar 50. Grafik perbandingan kuat lekat rerata pasangan bata merah setiap ketebalan lapis mortar.

Berdasarkan Gambar 50 hasil perbandingan kuat lekat rerata pasangan bata merah untuk setiap varian ketebalan lapis mortar, mempunyai kuat tarik belah berturut-turut sebesar 0,122MPa; 0,06MPa dan 0,124MPa. Kuat tarik rerata pasangan bata merah tertinggi pada benda uji dengan ketebalan lapis mortar 2cm dengan selisih kuat tarik belah dibanding 1cm dan 1,5cm.

Hal ini dikarenakan pada saat pengujian lekat benda uji 2 (TB 2) dengan lapis mortar 1,5 baja pejal atau bpenopang dimensinya tidak pas sehingga benda uji sedikit tidak presisi yang mengakibatkan kuat lekat mortar 1,5 cm lebih kecil bila dibandingkan dengan benda uji 1 (TB 1) dan 2 (TB 2).

Apabila dibandingkan kuat lekat pasangan batu bata dengan campuran pumice dengan kuat lekat mortar rerata beton ringan aerasi yang menggunakan mortar biasa sebagai perekat yang diuji oleh

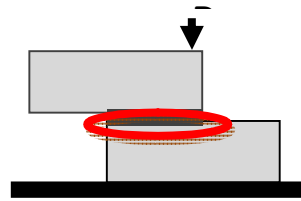
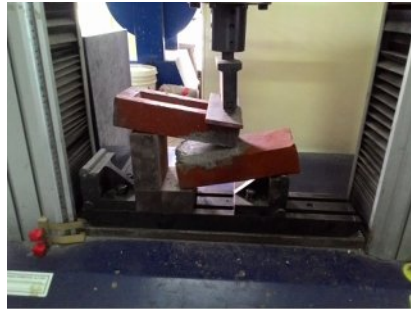
Yulianto(2013), dan kuat lekat mortar rerata beton ringan aerasi yang menggunakan perekat powerbond Kahfi (2014) hasil yang didapat adalah lebih kuat lekat mortar rerata beton ringan aerasi yang menggunakan perekat powerbond. Berikut disajikan pada Gambar 51 di bawah ini.



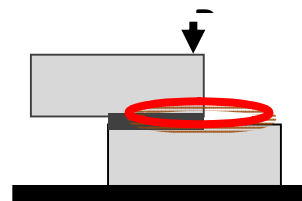
Gambar 51. diagram perbandingan kuat lekat mortar dengan pumice dan dengan yang menggunakan mortar biasa

4. Pola Kerusakan

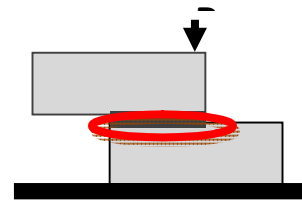
Berdasarkan pengujian kuat tarik belah pasangan bata merah yang telah dilakukan bahwa pola kerusakan yang terjadi dengan perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dan variasi ketebalan lapis mortar 1cm, 1,5cm, 2cm mengalami pola kerusakan yang hampir sama pada setiap variasinya, untuk pola kerusakan yang terjadi pada perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 1cm ditampilkan pada Gambar 52, 53, dan 54 di bawah ini.



Gambar 52. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-1cm

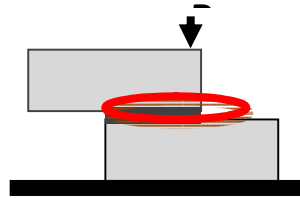
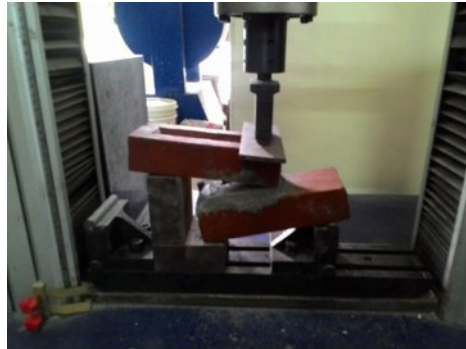


Gambar 53. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-1cm

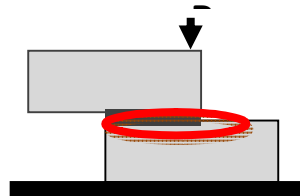


Gambar 54. Pola kerusakan benda uji TB III-1PC:3Ps:3Pm-1cm

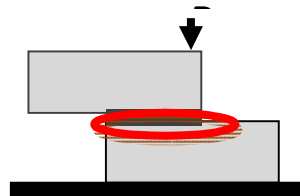
Berdasarkan Gambar 52, 53, dan 54 pola kerusakan yang terjadi pada setiap benda uji perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 1cm, mengalami gagal interface. Pola kerusakan yang terjadi pada perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 1,5cm ditampilkan pada Gambar 55, 56, dan 57 di bawah ini.



Gambar 55. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm

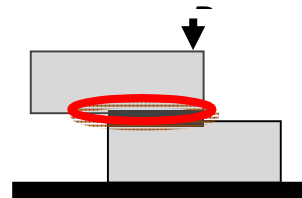


Gambar 56. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm

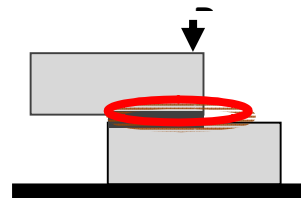


Gambar 57. Pola kerusakan benda uji TBB III-1PC:3Ps:3Pm-1,5cm

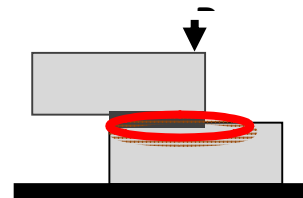
Berdasarkan Gambar 55, 56, dan 57 pola kerusakan yang terjadi pada setiap benda uji perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 1,5cm, mengalami gagal interface. Pola kerusakan yang terjadi pada perbandingan campuran 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 2cm disajikan pada Gambar 58, 59, dan 60 di bawah ini.



Gambar 58. Pola kerusakan benda uji TB I-1PC:3Ps:3Pm-2cm



Gambar 59. Pola kerusakan benda uji TB II-1PC:3Ps:3Pm-2cm



Gambar 60. Pola kerusakan benda uji TB III-1PC:3Ps:3Pm-2cm

Berdasarkan Gambar 58, 59, dan 60 pola kerusakan yang terjadi pada setiap benda uji perbandingan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan tebal lapis mortar 2cm, mengalami gagal interface.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap kuat lekat pasangan bata merah menggunakan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan variasi perbandingan ketebalan lapis mortar 1cm; 1,5cm; dan 2 cm, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besarnya kuat lekat pasangan bata merah dengan campuran mortar 1PC:3Ps:3Pm dengan variasi perbandingan ketebalan mortar 1cm; 1,5cm; dan 2cm, beturut-turut sebesar 0,122MPa; 0,06MPa dan 0,124MPa.
2. Ketebalan mortar efektif pada pengujian kuat lekat pasangan bata merah adalah pasangan bata merah yang menggunakan ketebalan mortar 2cm.
3. Berdasarkan pengujian kuat tarik belah yang telah dilakukan, maka pola kerusakan yang terjadi adalah gagal *interface*.

B. Saran

Adapun saran berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap kuat tarik belah pasangan bata merah antara lain:

1. Perlu diperhatikan dalam ketelitian mulai dari proses *mix design* mortar, proses persiapan bahan dan alat, proses pengerjaan pasangan bata merah hingga proses perawatan pasangan bata merah sehingga didapat kualitas terbaik yang diinginkan.
2. Ditinjau dari pola kerusakan yang terjadi pada pasangan bata merah, maka penggunaan agregat *pumice breccia* kurang baik untuk digunakan dalam

pasangan dinding bata merah, karena pola kerusakan yang terjadi adalah gagal *interface*.

3. Penggunaan agregat *pumice breccia* perlu ditingkatkan lebih lanjut untuk berbagai macam aplikasi mortar ringan, dikarenakan sifat *pumice breccia* yang memberikan kekuatan lebih pada pasangan bata memungkinkan juga untuk diaplikasikan dalam hal konstruksi lainnya.
4. Perlu diperhatikan tentang proses pengayakan agregat halus agar didapat agregat halus yang baik sehingga gradasi pasir bisa merata dalam adukan mortar, dan diperoleh kualitas yang baik pada mortar yang digunakan.
5. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perbandingan yang efektif dalam penggunaan mortar *pumice breccia*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S., Faqih, M., & Sumarjo, H. (2013). *Pemanfaatan Pumice Breccia sebagai material utama mortar instant peredam panas untuk mendukung teknologi bahan bangunan gedung ramah lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- ASTM C270-07. (2007). *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*. United States.
- ASTM D 2842-06. (2009). *Standard Test Method for Water Absorption of Rigid Cellular Plastics*. United States.
- ASTM E72-02. (2002). *Standard test method of conducting strength test of panels for building construction*. Published november 2002.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland Pozolan*, SNI 15-0302-2004. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland*, SNI 15-2049-2004. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Semen*. SNI 03-6820-2002 (SK SNI S-02-1994-03). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. SNI 03-2847-2002 (Beton). Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Tata Cara Pembuatan Kaping untuk Benda Uji Silinder Beton*. SNI 6369-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *Metoda Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di laboratorium*. SNI 03-2493-1991. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *Tata Cara Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang Untuk Rumah dan Gedung*. SNI 03-1734-1989. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970:2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*. SNI 1973-2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Spesifikasi Lembaran Penutup Untuk Perawatan Beton*. SNI 4817:2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Spesifikasi Peralatan Pemasangan Dinding Bata dan Plesteran SNI 03-6862-2002*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Pencampuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*. SNI 03-3449-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- King, Bruce, P.E. (2003). *Load-Bearing Straw Bale construction*. A Summary of Worldwide Testing and Experience, June 30, 2003, Sausalito, California.
- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Musthofa. (2013). *Efek variasi perbandingan volume campuran mortar biasa terhadap kuat tekan pasangan beton ringan aerasi (autoclaved aerated concrete)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Murty, C.V.R (2009). *Perilaku Bangunan Struktur Rangka Beton Bertulang Dengan Dinding Pengisi Dari Bata Terhadap Gempa*. Jakarta: FTSP Trisakti University.
- Mojsilovic, N., Goran, S., & Adrian, P. (2009). *Static-Cyclic Shear Tests on Masonry Wallettes with a Damp-Proof Course Membrane*. ETH Zurich, Switzerland.
- Nugraha, Paul, & Antoni. (2007). *Teknologi Beton dan Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Rifky. (2014). *Pengujian eksperimen kuat lekat bentuk "Z" pasangan beton ringan aerasi dengan menggunakan Thin Bead Mortar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Slamet Widodo. (2008). *Struktur Beton 1 (Berdasarkan SNI-03-2847-2002)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- SNI No.10. (1964). *Klasifikasi kuat tekan bata merah..* Bandung: Yayasan Dana Nasional Indonesia (YDNI).
- Somayaji, S. (2005). *Civil Engineering Materials*. Prentice Hall: New Jersey.

- Sri Handayani (2010). *Kualitas Bata Merah Dengan Penambahan serbuk Gergaji*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Standar Industri Indonesia. (1978). *Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal*. SII 0021-78. Jakarta: Indonesia Departemen Perindustrian.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tjokrodimulyo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Wisnumurti, Agoes, S.. (2007). *Optimalisasi Penggunaan Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah*. Malang: Universitas Brawijaya.