

**PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN MORTAR TERHADAP
TEGANGAN-REGANGAN MODEL DINDING BATA MERAH
AKIBAT GAYA TEKAN VERTIKAL**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

**LUCY KRISTYANTI
0510610040-61**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Komposisi Campuran Mortar terhadap Tegangan-Regangan Model Dinding Bata Merah Akibat Gaya Tekan Vertikal”**.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, antara lain :

1. Bapak, Ibu, serta adik Putera yang telah memberikan banyak dukungan baik secara materiil dan moril.
2. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS selaku Ketua Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
3. Ibu Ir. Siti Nurlina, MT selaku Sekretaris Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Ir. Wisnumurti, MT selaku dosen pembimbing skripsi.
5. Bapak Ir. Arifi Soenaryo selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Ibu Ir. Edhi Wahyuni S., MT selaku dosen penguji skripsi.
7. Bapak Sugeng dan Bapak Yunus selaku Laboran Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
8. Segenap keluarga besar Teknik Sipil Universitas Brawijaya angkatan 2005 dan teman-teman tim bata, khususnya Pungki, Velia, Putri, Yessie, Idha, Lina, Farah, Dian Ayu, Mahpuz, Yuanda, Reza, Raka, Dhika, Dhian, Iqbal, Jimmy dan Indar yang telah setia, menemani dan membantu selama proses pengerjaan skripsi dan perkuliahan baik senang maupun susah.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bermanfaat dari pembaca sangat kami harapkan demi kesempurnaan laporan berikutnya

Malang, 11 Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-------------------------------------------------------|---------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| DAFTAR SIMBOL | ix |
| RINGKASAN | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Rumusan masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| | |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Bata Merah Sebagai Penyusun Dinding Pasangan..... | 4 |
| 2.1.1 Bahan Dasar Bata Merah dan Pembuatanya..... | 4 |
| 2.1.2 Dimensi dan Kekuatan Bata Merah..... | 6 |
| 2.2 Mortar..... | 7 |
| 2.2.1 Semen..... | 8 |
| 2.2.2 Air..... | 9 |
| 2.2.3 Pasir..... | 10 |
| 2.3 Dinding Bata..... | 11 |
| 2.4 Hubungan Tegangan-Regangan Dinding Bata..... | 11 |
| 2.5 Hipotesa awal..... | 13 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 14 |
| 3.3 Diagram Pengerjaan Penelitian..... | 16 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4 Rancangan Penelitian..... | 17 |
| 3.4.1 Agregat Halus (Pasir)..... | 17 |
| 3.4.2 Bata Merah..... | 17 |
| 3.4.3 Mortar..... | 19 |
| 3.4.4 Pembuatan Model Dinding Pasangan Bata Merah..... | 19 |
| 3.4.5 Pengujian Model Dinding Pasangan Bata Merah..... | 20 |
| 3.5 Variabel Penelitian..... | 21 |
| 3.6 Metode Pengumpulan Data..... | 21 |
| 3.7 Perlakuan Benda Uji..... | 21 |
| 3.8 Rancangan Percobaan..... | 22 |
| 3.9 Analisis Data..... | 22 |
| 3.9.1 Analisis Kurva Tegangan-Regangan..... | 22 |
| 3.9.2 Analisis Varian..... | 23 |
| 3.9.3 Analisis Regresi..... | 25 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 26 |
| 4.1 Hasil Pengujian Pendahuluan | 26 |
| 4.1.1 Agregat Halus (Pasir)..... | 27 |
| 4.1.2 Bata Merah..... | 27 |
| 4.1.3 Semen Portland..... | 29 |
| 4.1.4 Air..... | 29 |
| 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar | 29 |
| 4.3 Hasil Pengujian Model Dinding Pasangan Bata Merah | 31 |
| 4.3.1 Hasil Pengujian Model Dinding Bata Komposisi Mortar 1:3..... | 32 |
| 4.3.2 Hasil Pengujian Model Dinding Bata Komposisi Mortar 1:5..... | 36 |
| 4.3.3 Hasil Pengujian Model Dinding Bata Komposisi Mortar 1:7..... | 40 |
| 4.4 Analisis Data | 44 |
| 4.5 Pembahasan | 47 |
| BAB V PENUTUP..... | 52 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 52 |
| 5.2 Saran | 53 |

| | |
|---------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 54 |
| LAMPIRAN..... | 56 |



DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|------------|--------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 3.1 | Hasil pengukuran dimensi dinding pasangan bata..... | 22 |
| Tabel 3.2 | Hasil uji kuat tekan dinding pasangan bata..... | 22 |
| Tabel 3.3 | Daftar statistik induk..... | 24 |
| Tabel 3.4 | Ringkasan anova satu jalur..... | 25 |
| Tabel 4.1 | Uji saringan pasir..... | 26 |
| Tabel 4.2 | Sifat fisis pasir..... | 27 |
| Tabel 4.3 | Berat dan dimensi bata merah asal Godanglegi..... | 28 |
| Tabel 4.4 | Hasil uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78..... | 28 |
| Tabel 4.5 | Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan komposisi mortar 1:3..... | 29 |
| Tabel 4.6 | Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan komposisi mortar 1:5..... | 30 |
| Tabel 4.7 | Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan komposisi mortar 1:7..... | 30 |
| Tabel 4.8 | Kuat tekan mortar rata-rata tiap variasi campuran..... | 30 |
| Tabel 4.9 | Hasil pengukuran dimensi model dinding pasangan bata..... | 31 |
| Tabel 4.10 | Perlakuan 1 komposisi mortar 1:3..... | 32 |
| Tabel 4.11 | Perlakuan 2 komposisi mortar 1:3..... | 33 |
| Tabel 4.12 | Perlakuan 3 komposisi mortar 1:3..... | 34 |
| Tabel 4.13 | Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:3..... | 35 |
| Tabel 4.14 | Perlakuan 1 komposisi mortar 1:5..... | 36 |
| Tabel 4.15 | Perlakuan 2 komposisi mortar 1:5..... | 37 |
| Tabel 4.16 | Perlakuan 3 komposisi mortar 1:5..... | 38 |
| Tabel 4.17 | Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:5..... | 39 |
| Tabel 4.18 | Perlakuan 1 komposisi mortar 1:7..... | 40 |
| Tabel 4.19 | Perlakuan 2 komposisi mortar 1:7..... | 41 |
| Tabel 4.20 | Perlakuan 3 komposisi mortar 1:7..... | 42 |
| Tabel 4.21 | Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:7..... | 43 |
| Tabel 4.22 | Daftar Statistik Induk..... | 45 |
| Tabel 4.23 | Ringkasan anova satu jalur..... | 46 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul | Halaman |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 | Dimensi bata merah..... | 6 |
| Gambar 2.2 | Penggunaan mortar sebagai perekat pada dinding pasangan bata merah..... | 8 |
| Gambar 2.3 | Kurva tegangan regangan aksial clay brick masonry..... | 12 |
| Gambar 3.1 | Model untuk uji kuat tekan bata merah berdasarkan SII 0021-78..... | 18 |
| Gambar 3.2 | Kurva tegangan regangan aksial clay brick masonry..... | 20 |
| Gambar 4.1 | Grafik lengkung ayakan pasir zona 2..... | 27 |
| Gambar 4.2 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 1 komposisi mortar 1:3..... | 32 |
| Gambar 4.3 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 2 komposisi mortar 1:3..... | 33 |
| Gambar 4.4 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 3 komposisi mortar 1:3..... | 34 |
| Gambar 4.5 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 1 komposisi mortar 1:5..... | 36 |
| Gambar 4.6 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 2 komposisi mortar 1:5..... | 37 |
| Gambar 4.7 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 3 komposisi mortar 1:5..... | 38 |
| Gambar 4.8 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 1 komposisi mortar 1:7..... | 40 |
| Gambar 4.9 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 2 komposisi mortar 1:7..... | 41 |
| Gambar 4.10 | Grafik hubungan σ dan ϵ dinding bata 3 komposisi mortar 1:7..... | 42 |
| Gambar 4.11 | Grafik batang perbandingan kuat tekan mortar, bata, dan dinding bata | 48 |
| Gambar 4.12 | Grafik campuran hub. σ - ϵ dinding bata komposisi mortar 1:3, 1:5 ; 1:7..... | 49 |
| Gambar 4.13 | Hasil regresi hubungan σ - ϵ dinding bata komposisi mortar 1:3, 1:5 ; 1:7..... | 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Halaman |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1 | Hasil pengujian bahan-bahan dasar..... | 56 |
| Lampiran 1.1 | Tabel hasil analisis pasir..... | 56 |
| Lampiran 1.2 | Grafik gradasi pasir..... | 57 |
| Lampiran 1.3 | Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus..... | 59 |
| Lampiran 2 | Dokumentasi..... | 60 |
| Gambar 1 | Bata Gondanglegi yang digunakan dalam penelitian..... | 60 |
| Gambar 2 | Benda uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78..... | 60 |
| Gambar 3 | Uji kuat tekan bata merah..... | 61 |
| Gambar 4 | Benda uji kuat tekan kubus mortar komposisi mortar 1:3, 5 x 5 x 5 cm..... | 61 |
| Gambar 5 | Benda uji kuat tekan kubus mortar komposisi mortar 1:5, 5 x 5 x 5 cm..... | 62 |
| Gambar 6 | Benda uji kuat tekan kubus mortar komposisi mortar 1:7, 5 x 5 x 5 cm..... | 62 |
| Gambar 7 | Uji kuat tekan kubus mortar ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm..... | 63 |
| Gambar 8 | Proses pembuatan benda uji dinding bata..... | 63 |
| Gambar 9 | Model dinding pasangan bata merah..... | 64 |
| Gambar 10 | Model dinding pasangan bata merah di mesin pengujian..... | 64 |
| Gambar 11 | Model dinding pasangan bata merah pada saat proses pengujian..... | 65 |
| Gambar 12 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 1 komposisi mortar 1:3..... | 65 |
| Gambar 13 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 2 komposisi mortar 1:3..... | 66 |
| Gambar 14 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 3 komposisi mortar 1:3..... | 66 |
| Gambar 15 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 1 komposisi mortar 1:5..... | 67 |
| Gambar 16 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 2 komposisi mortar 1:5..... | 67 |
| Gambar 17 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 3 komposisi mortar 1:5..... | 68 |
| Gambar 18 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 1 komposisi mortar 1:7..... | 68 |
| Gambar 19 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 2 komposisi mortar 1:7..... | 69 |
| Gambar 20 | Pola retakan yang terjadi pada dinding bata 3 komposisi mortar 1:7..... | 69 |
| Lampiran 3 | Grafik hubungan P dan Δl dinding..... | 70 |
| Lampiran 3.1 | Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 1 komposisi mortar 1:3..... | 70 |
| Lampiran 3.2 | Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 2 komposisi mortar 1:3..... | 70 |
| Lampiran 3.3 | Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 3 komposisi mortar 1:3..... | 71 |
| Lampiran 3.4 | Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 1 komposisi mortar 1:5..... | 71 |

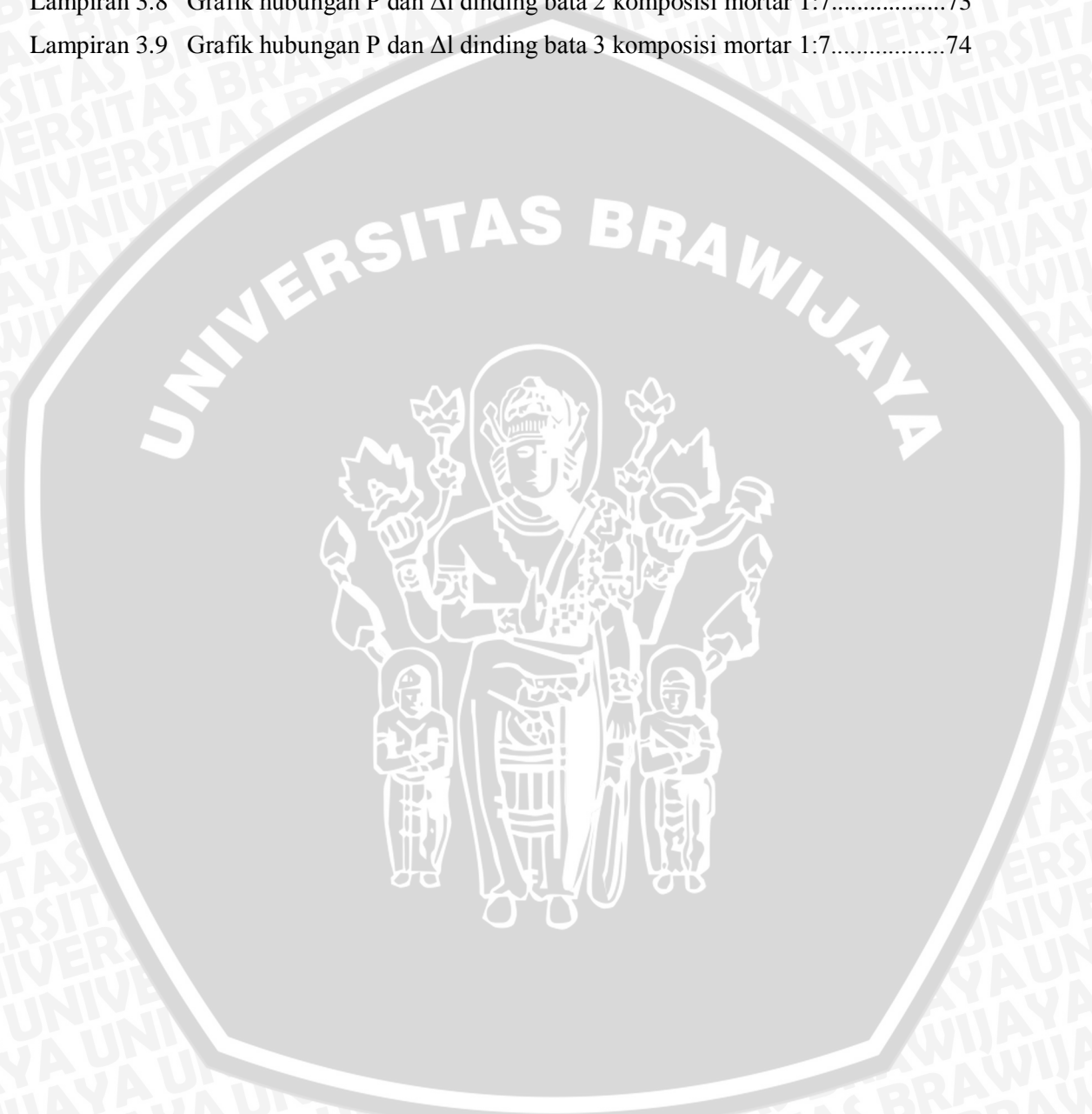
Lampiran 3.5 Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 2 komposisi mortar 1:5.....72

Lampiran 3.6 Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 3 komposisi mortar 1:5.....72

Lampiran 3.7 Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 1 komposisi mortar 1:7.....73

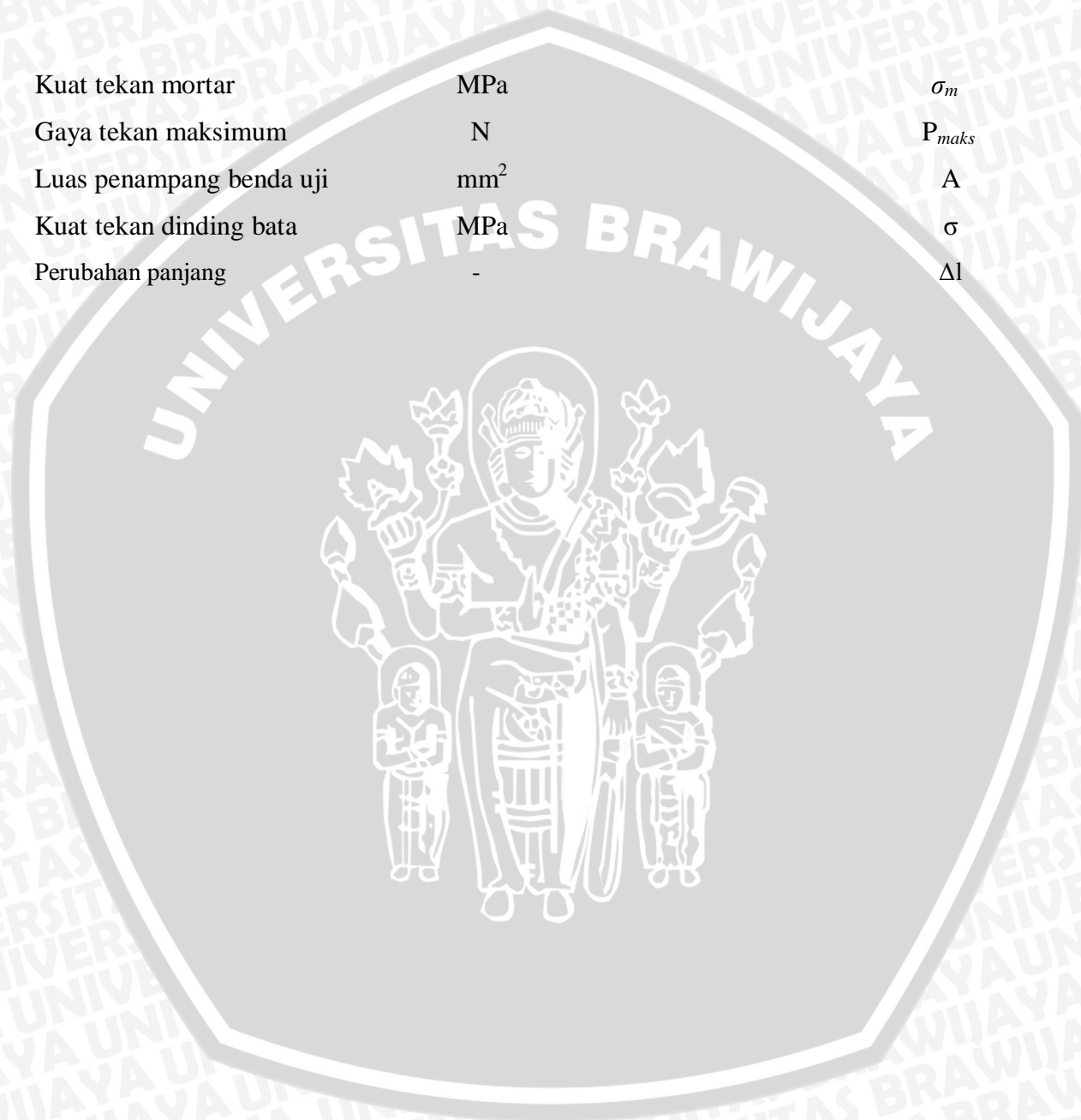
Lampiran 3.8 Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 2 komposisi mortar 1:7.....73

Lampiran 3.9 Grafik hubungan P dan Δl dinding bata 3 komposisi mortar 1:7.....74



DAFTAR SIMBOL

| Besaran | Satuan | Simbol |
|--------------------------|-----------------|------------|
| Kuat tekan mortar | MPa | σ_m |
| Gaya tekan maksimum | N | P_{maks} |
| Luas penampang benda uji | mm ² | A |
| Kuat tekan dinding bata | MPa | σ |
| Perubahan panjang | - | Δl |



RINGKASAN

LUCY KRISTYANTI, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2010, *Pengaruh Komposisi Campuran Mortar Terhadap Tegangan-Regangan Model Dinding Bata Merah Akibat Gaya Tekan Vertikal*, Dosen Pembimbing : Wisnumurti dan Arifi Soenaryo.

Kekuatan tekan dinding bata merah dipengaruhi oleh kekuatan mortarnya yang juga dipengaruhi oleh kadar campuran yang terkandung di dalamnya, salah satunya adalah perbandingan jumlah semen dan pasir. Komposisi mortar yang digunakan dapat mempengaruhi perilaku dinding pasangan bata merah, salah satunya tegangan-regangan. Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah variasi tersebut berpengaruh terhadap tegangan hancur yang terjadi, selain itu juga untuk mengetahui komposisi mortar yang kuat digunakan pada pasangan dinding bata, serta untuk mengetahui bentuk hubungan pada tegangan-regangan struktur pasangan bata merah dari pembebanan arah vertikal dengan berbagai komposisi mortar. Hasil penelitian ini juga dapat menambah pengetahuan tentang struktur pasangan bata.

Pada proses penelitian ini dilakukan proses pengujian dinding bata berukuran $\pm 48\text{cm} \times 48\text{cm} \times 11\text{cm}$ menggunakan mesin uji tekan UTM dengan variasi komposisi mortar berat semen : pasir = 1:3, 1:5, 1:7, masing-masing variasi tiga benda uji. Sementara itu tebal siar tegak dan datar 1,5 cm. Pengujian dengan beban vertikal setelah dinding uji berusia 14 hari.

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh variasi komposisi campuran mortar terhadap tegangan hancur dinding bata dan juga terjadi perbedaan tegangan antara pasangan dinding bata akibat gaya tekan vertikal. Selain itu, terdapat hubungan antara variasi komposisi campuran mortar terhadap tegangan-regangan yang terjadi, hal ini dibuktikan dari hasil nilai puncak tegangan dinding rata-rata komposisi mortar 1:3 (komposisi semen terbanyak) sebesar 2.947 Mpa, paling tinggi diantara ketiga campuran yang digunakan. Komposisi campuran yang paling kuat tentunya komposisi campuran yang paling banyak mengandung semen yaitu komposisi campuran mortar 1:3 karena daya ikatnya yang paling kuat. Bentuk hubungan tegangan-regangan dinding bata yang terjadi pada penelitian ini memiliki bentuk persamaan pangkat tiga, dan bentuknya memiliki satu kelengkungan. Komposisi campuran mortar paling banyak semen (1:3) memiliki puncak kelengkungan yang paling tinggi, dan puncak kelengkungan terendah dimiliki oleh komposisi campuran mortar yang pasirnya paling banyak (1:7). Berdasarkan bentuk grafik hubungan tegangan-regangan dinding bata, juga diperoleh nilai tangen α , dimana nilai tangen α untuk komposisi mortar 1:3 adalah yang paling tinggi diantara campuran lainnya.

Kata kunci : campuran mortar, dinding bata merah, gaya tekan vertikal, tegangan- regangan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dinding pasangan bata telah banyak dikenal sejak berabad lalu. Pasangan bata dapat diartikan sebagai pasangan batu dimana pada pada jaman dahulu pasangan batu digunakan untuk ,membangun candi-candi. Pada periode berikutnya pasangan batu digunakan untuk membangun rumah tinggal yang bahanya diganti menjadi bata, yang akhirnya dikenal sebagai pasangan batu bata hingga sekarang. Kemudahan akan ketersediaan bahan, tatanan struktur yang baik, ketahanan terhadap api dan cuaca, serta murah dan cepat dalam pembuatannya, membuat pasangan bata merah ini menjadi pilihan utama dalam berbagai bangunan baik di Indonesia maupun belahan dunia yang lain.

Kekuatan tekan dinding bata merah lebih banyak dipengaruhi oleh kekuatan mortarnya, dimana kekuatan mortar itu sendiri juga dipengaruhi oleh kadar campuran yang terkandung di dalamnya, salah satunya adalah perbandingan jumlah semen dan pasir. Jika suatu mortar memiliki kandungan semen yang sedikit tentu saja mortar itu menjadi lebih rapuh bila dibandingkan mortar dengan kandungan semen yang lebih banyak dan semua itu akan mempengaruhi kekuatan dinding bata. Jadi komposisi mortar yang digunakan tentu saja berpengaruh terhadap kekuatan dinding pasangan bata

Sejauh ini hubungan tegangan regangan struktur pasangan bata merah masih saja dianalogikan sebagai hubungan tegangan regangan struktur beton (Budiono,B. dan Herwani.2003).

Pengetahuan tentang hal ini sangatlah diperlukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh komposisi campuran mortar terhadap tegangan-regangan model dinding bata merah akibat gaya tekan vertikal.

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini berupa batu bata merah pejal produksi rumah tangga yang terdapat di kota Malang, Jawa Timur.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
3. Bahan – bahan yang digunakan adalah bahan – bahan yang dibeli dari toko bangunan di Malang.
4. Air yang digunakan adalah air dari PDAM kota Malang.
5. Faktor – faktor luar, misalnya suhu, cuaca, kelembaban dan sebagainya diabaikan.
6. Penelitian yang dilakukan dikhususkan hanya pembebanan gaya tekan arah vertikal.
7. Pengujian pembebanan vertikal dilakukan dengan menggunakan struktur dinding pasangan batu bata dengan komposisi mortar dengan perbandingan berat semen : berat pasir, yaitu 1 : 3 ; 1 : 5 ; 1 : 7.
8. Pengujian pembebanan vertikal dilakukan dengan menggunakan struktur dinding pasangan bata merah dengan spesi vertikal dan horizontal sama, yaitu 1.5 cm.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a) Apabila ditinjau dari tegangan dan regangan yang terjadi, komposisi campuran mortar manakah yang paling kuat ?
- b) Bagaimana bentuk hubungan tegangan-regangan pasangan dinding bata yang terjadi?
- c) Apakah variasi komposisi campuran mortar berpengaruh pada tegangan hancur model dinding bata merah ?

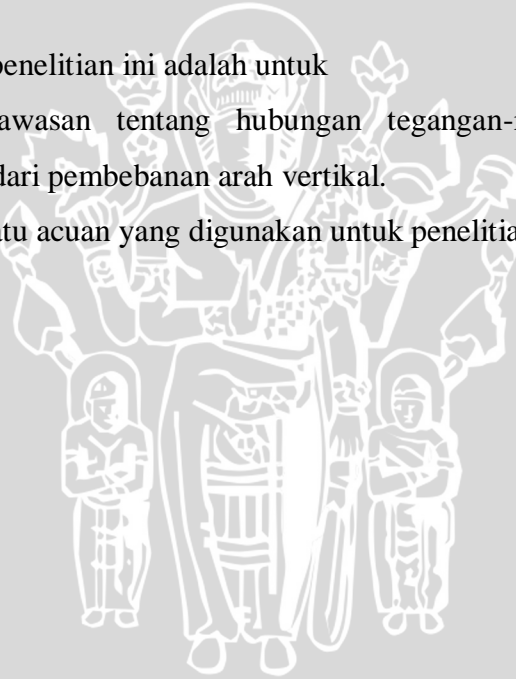
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi mortar yang kuat atau baik untuk digunakan pada pasangan dinding bata, selain itu juga untuk mengetahui bentuk hubungan pada tegangan-regangan struktur pasangan bata merah dari pembebanan arah vertikal dengan berbagai komposisi mortar serta untuk mengetahui apakah variasi tersebut berpengaruh terhadap tegangan hancur yang terjadi. Hasil penelitian ini juga bertujuan untuk dapat menambah pengetahuan tentang struktur pasangan bata merah yang telah ada saat ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini adalah untuk

- a) dapat menambah wawasan tentang hubungan tegangan-regangan struktur pasangan bata merah dari pembebanan arah vertikal.
- b) dapat menjadi salah satu acuan yang digunakan untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bata Merah Sebagai Penyusun Dinding Pasangan

2.1.1 Bahan Dasar Bata Merah dan Pembuatannya

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata terbuat dari tanah liat yang dibakar sampai berwarna kemerahan. Batu bata juga memiliki sifat tahan api, lebih tahan terhadap badai atau tornado. Selain itu batu bata dapat dipergunakan tanpa memakai cat sehingga dapat menghemat biaya pembangunan, meskipun begitu dengan pelapisan yg sempurna dapat mengurangi kerusakan yang terjadi pada batu bata (*Wikipedia Ensiklopedia Bebas*)

Bata merah adalah unsur bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. (*SII 0021-78*)

Dinding bata merupakan dinding yang paling lazim digunakan dalam pembangunan gedung baik perumahan sederhana sampai pembangunan gedung-gedung yang ukurannya besar.

Pada umumnya di Indonesia, pembuatan batu bata ini diusahakan oleh rakyat terutama di daerah pedesaan. Sementara ini, karena tenaga manusia di Indonesia sangat murah, harga bata buatan rakyat dalam pasarannya lebih murah daripada jika pengolahannya dilakukan dengan menggunakan mesin. Batu merah dibuat dengan menggunakan bahan-bahan dasar :

- 1) Lempung (tanah liat), yang mengandung silika sebesar 50 % sampai dengan 70%.
- 2) Sekam padi, fungsinya untuk pencetakan bata merah, sebagai alas agar bata merah tidak melekat pada tanah, dan permukaan bata merah akan cukup kasar. Sekam padi juga dicampur pada batu merah yang masih

mentah. waktu pembakaran bata merah akan terbakar dan pada bekas sekam padi yang terbakar akan timbul pori-pori pada batu merah.

- 3) Kotoran binatang, dipergunakan untuk melunakkan tanah, digunakan kotoran kerbau, kuda dan lain-lain. Fungsi kotoran binatang dalam campuran batu merah ialah membantu dalam proses pembakaran dengan memberikan panasnya yang lebih tinggi di dalam batu merah.
- 4) Air, digunakan untuk melunakkan dan merendam tanah. Lempung yang sudah dicampur dengan sekam padi dan kotoran binatang kemudian direndam dengan air ini beberapa waktu lamanya.

Campuran itu direndam selama satu hari satu malam dengan kondisi yang sudah bersih dari batu-batu kerikil atau bahan lain yang dapat menjadikan kualitasnya jelek. Kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan dari kayu, bisa juga digunakan cetakan dari baja. Untuk mempermudah lepasnya bata merah yang dicetak, maka bingkai cetakan dibuat lebih besar sedikit ke bawah dan dibasahi dengan air.

Bata merah yang belum dibakar juga disebut batu hijau. Sesudah keras bata dapat dibalik pada sisi yang lain. Lalu ditumpuk dalam susunan setinggi 10 atau 15 batu. Susunan ini terlindung dari sinar matahari dan hujan. Pengeringan ini membutuhkan waktu selama 2 hari sampai dengan 7 hari. (AG. Thamrin, 2008)

Pembakaran bata hijau ini dilakukan setelah bata itu kering dan disusun sedemikian rupa, sehingga berupa suatu gunung dengan diberi celah-celah lobang untuk memasukkan bahan bakar. Bata merah biasanya dibakar pada suhu sekitar 800°C selama empat sampai lima hari menggunakan bahan bakar kayu api, jerami atau sekam itu sendiri di tungku lapangan, sedangkan cara yang lebih modern ialah dengan menggunakan dapur tetap yang berbahan bakar solar yang disemprotkan.

Setelah selesai pembakaran, bata-bata dikeluarkan dari dapur, disusun kembali sampai dapat menunjukkan macam-macam hasil pembakaran. Waktu pembakaran panasnya tidak mungkin merata, dengan sendirinya bata-bata mentah yang letaknya dekat dengan api, akan mengalami pembakaran dengan suhu yang tinggi, sehingga hasilnya akan lebih keras dan warnanya lebih tua.

Selain cara tradisional di atas, pembuatan bata merah juga bisa dilakukan secara mekanis, dimana seluruh proses pembuatan dikerjakan dalam pabrik menggunakan alat-alat modern (Frick, 1980). Bata merah buatan pabrik ini tentu memiliki selisih harga dengan bata tradisional. Dengan demikian, masyarakat lebih condong menggunakan bata tradisional, meskipun kualitas bata pabrik lebih terjamin.

2.1.2 Dimensi dan Kekuatan Bata Merah

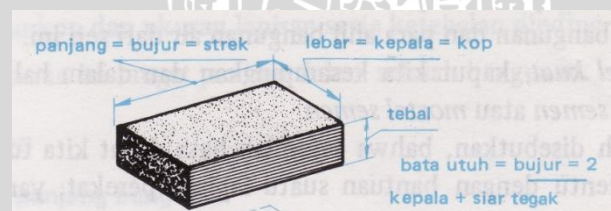
Variasi bentuk, warna dan tekstur yang baik untuk dinding pasangan membuat bata merah menjadi sering dipergunakan sebagai bahan utama. Selain keberadaannya yang banyak di pasaran serta harganya yang murah. Bata merah yang dipergunakan untuk dinding pasangan berbentuk prisma segi empat panjang dengan warna merah mendekati oranye.

Pada umumnya bata merah memiliki ukuran :

Panjang = 23 sampai 24 cm

Lebar = 11 sampai 11,5 cm

Tebal = 5 sampai 5.2 cm



Gambar 2.1 Berbagai bentuk bata merah

Dengan masing – masing penyimpangan yang diperbolehkan yaitu 3% untuk panjang, 4% untuk lebar, dan 5% untuk tebal bata merah (Frick, 1980)

Untuk mendapat bata yang jenuh air, sebelum digunakan bata tersebut harus direndam dalam air. Selain itu ada beberapa cirri-ciri bata merah yang baik, yaitu :

1. Mempunyai bentuk yang persegi, lurus dan seragam
2. Permukaannya kasar

3. Jika dipukul Bunyinya nyaring
4. Mempunyai warna merah tua seragam (merata)
5. Tidak retak dan tidak cacat (tidak sompel)
6. Dimasak pada suhu yang tepat
7. Tahan bila direndam

Kekuatan dari bata merah sangat dipengaruhi oleh komposisi material mentah penyusunnya, temperatur pembakaran, proses pembuatannya, serta porositasnya.

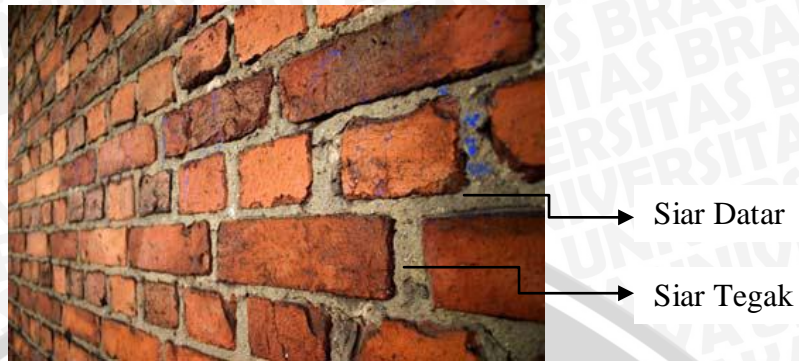
2.2 Mortar

Menurut Tjokrodinuljo (*dalam Taufik 2005*) mortar seringkali disebut sebagai mortel atau spesi, yaitu adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat yang biasa digunakan antara lain semen Portland, tanah liat, pozzolan yang bisa berupa trass atau bata merah yang dihaluskan, atau bahan khusus yang langsung bisa digunakan sebagai mortar setelah ditambah air. Mortar berfungsi sebagai pengikat antara satu bata dengan bata yang lain sehingga terjadi aksi komposit antar keduanya. Kekuatan mortar sangat dipengaruhi oleh faktor air semen, umur mortar, penyerapan bata, jenis agregat yang digunakan, temperatur pada saat pelaksanaan, serta faktor pekerja itu sendiri

Pada umur 14 hari kekuatan mortar sudah mencapai 88% (PBI, 1971), sehingga pengujian kuat tekan tidak harus dilakukan pada umur 28 hari.

Tebal lapisan 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 datar masing-masing setebal 1 cm sampai 2 cm.

Komposisi campuran mortar dengan menggunakan lebih banyak pasir akan memberikan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan yang menggunakan lebih sedikit pasir. Dengan makin banyaknya pasir dalam suatu volume mortar akan membuat daya ikat antara semen dan air akan berkurang, sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan mortar tersebut.



Gambar 2.2 Penggunaan mortar sebagai perekat pada dinding pasangan bata merah

2.2.1 Semen

Kata semen sendiri berasal dari caementum (bahasa Latin), yang artinya memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan (*Wikipedia Ensiklopedi Bebas*). Semen digunakan sebagai komponen beton atau berfungsi sebagai bahan pengikat anorganik dalam pembuatan adukan mortar secara umum sifat utamanya adalah mengikat dengan adanya air dan mengeras (*Ir. Ismoyo DH, 1984*). Semen merupakan bahan bubuk halus, butirnya sekitar 0.05 mm. Semen secara langsung dapat mempengaruhi nilai teknis dan ekonomis dari bangunan sehubungan dengan kualitas, harga dan proporsi campuran yang digunakan.

Bahan baku semen yakni batu kapur atau batu gamping dan tanah liat atau tanah lempung. Batu kapur merupakan hasil tambang yang mengandung senyawa kalsium oksida (CaO). Sedangkan tanah lempung mengandung silika dioksida (SiO_2) serta aluminium oksida (Al_2O_3). Kedua bahan ini kemudian mengalami proses pembakaran hingga meleleh. Semakin baik mutu semen bila semakin lama proses pengerasannya (semen sudah dicampur dengan air)

Pada pekerjaan pasangan bata dan plesteran dinding, jenis-jenis semen yang digunakan harus memiliki karakteristik tertentu dan memenuhi spesifikasi sesuai dengan fungsinya antara lain mudah dikerjakan, panas hidrasi rendah dan tidak terjadi retak. Fungsi adukan dalam pasangan bata merah antara lain sebagai pengikat antara bata yang satu dengan yang lain, disamping dapat menghilangkan deviasi dari permukaan batanya untuk menyalurkan beban.

Jenis-jenis semen :

1. semen *portland*, adalah bubuk/bulk berwarna abu-abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Berdasarkan prosentase kandungan penyusunnya, semen ini terdiri dari 5 tipe, yaitu :
 - 1) Semen tipe I adalah semen yang umum digunakan oleh masyarakat, demikian pula pada penelitian ini.
 - 2) Semen tipe II adalah semen yang agak tahan sulfat dan panas hidrasi sedang
 - 3) Semen tipe III adalah semen dengan kekuatan awal tinggi
 - 4) Semen tipe IV adalah semen dengan panas hidrasi rendah
 - 5) Semen tipe V adalah semen yang sangat tahan sulfat
2. semen putih, adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian seperti sebagai pengisi. Semen ini dibuat dari bahan utama kalsit *limestone* murni.
3. *oil well cement*, atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam baik di darat maupun di lepas pantai.
4. *mixed and fly ash cement*, adalah campuran semen abu dengan *pozzolan* buatan (*fly ash*). *Fly ash* merupakan hasil sampingan dari pembakaran batubara yang mengandung *amorphous silika*, aluminium oksida, besi oksida, dan oksida lainya dalam berbagai variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

2.2.2 Air

Tjokrodimuljo (*dalam Taufik 2005*) menjelaskan bahwa air merupakan bahan dasar untuk membuat mortar yang penting, namun harganya paling murah. Air merupakan bahan campuran mortar yang penting karena berperan secara aktif dalam reaksi kimia dengan semen. Reaksi ini menyebabkan terjadinya pengikatan

dan pengerasan. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas butir-butir agregat supaya mortar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan mortar tergantung pada keadaan bahan tambahan, kelembaban bahan tambahan, dan perbandingan komposisi mortar. Jumlah air yang diberikan harus diberikan setepat-tepatnya, hendaknya tidak terlalu banyak, untuk menghindari terjadinya banyak gelembung setelah reaksi berakhir dan menyebabkan kekuatan mortar banyak berkurang serta terjadi penyusutan yang besar setelah campuran mengeras. Sedangkan air dalam jumlah yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses pembuatan campuran sulit dikerjakan karena reaksi hidrasi tidak berjalan sempurna.

Untuk mengetahui apakah air yang ada dalam suatu adukan sudah cukup atau tidak, dibuat bola-bola adukan yang digenggam-genggam pada telapak tangan. Apabila bola adukan dijatuhkan hanya sedikit perubahan bentuknya, maka kandungan air dalam adukan itu terlalu banyak, dan bila dilihat telapak tangan tidak berbekas air, maka kadar air adukan tersebut kurang (*Frick, 1980*).

Air yang digunakan tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan organis lainnya yang dapat mempengaruhi mutu campuran mortar. Sebaiknya air yang digunakan adalah air bersih yang dapat diminum.

2.2.3 Pasir

Pasir adalah merupakan bahan tambahan pada mortar berupa agregat halus dengan diameter butiran kurang dari 4.75 mm yang berfungsi sebagai pengisi pada mortar dan didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dengan memecahkannya (*artificial sand*). Volume pasir tergantung dari tujuan dan kebutuhan mortar tersebut.

Pasir yang baik haruslah bebas tanah, memiliki kandungan lempung kurang dari 5 % apabila kandungan lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci. Selain itu pasir juga harus bebas dari bahan organis, terdiri sebagian besar dari kuarsa. Butiran-butiran pasir harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau mudah hancur akibat pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan. Pasir juga harus bergradasi baik. Bergradasi baik adalah suatu keadaan dimana pasir

memiliki sebaran yang merata untuk tiap ukuran butir, sehingga butiran yang lebih kecil akan mengisi rongga pada butiran yang lebih besar dan ikatan yang terjadi akan lebih kompak.

2.3 Dinding Bata

Dinding bata merupakan bagian dari konstruksi bangunan yang memiliki beberapa fungsi antara lain, untuk memberikan berat pada keseluruhan bangunan, menahan beban, sebagai peredam bunyi dan radiasi serta wilayah sebagai pemisah ruang atau sebagai pengisi.

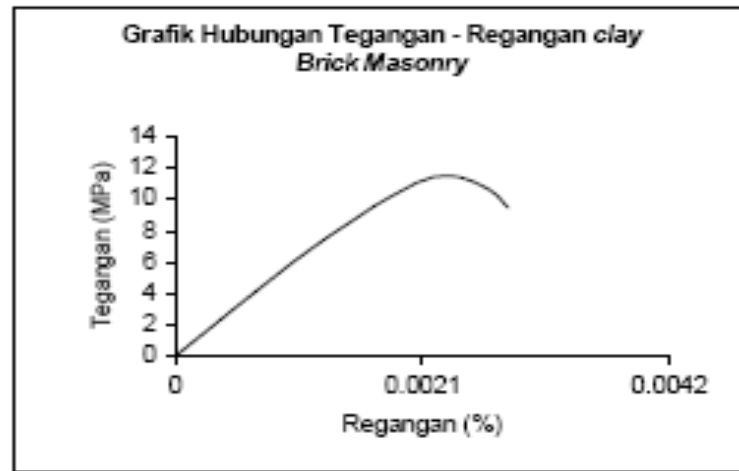
Kuat tekan dinding pasangan ini tergantung pada sifat-sifat dari satuan batanya, mortar, dan bahan perekatnya, dan hal ini sulit diprediksi.

Sedangkan kekuatan ikatan antara mortar dan bata tidak hanya tergantung pada sifat tertentu dari mortar, seperti kekuatan mortar itu sendiri, atau kandungan air yang terdapat di dalamnya, tetapi juga tergantung pada kekasaran permukaan dan daya serap dari bata.

Bata dengan penyerapan rata-rata yang tinggi, akan memiliki kecenderungan untuk menyerap cukup banyak air dari mortar, dalam kondisi demikian mortar akan kehilangan *workabilitasnya*, dan kekuatan mortar akan sangat berkurang karena sebagian air yang seharusnya bereaksi dan membentuk ikatan, telah terlebih dahulu diserap oleh bata. Sementara itu, penyerapan rata-rata yang cukup rendah menggambarkan porositas permukaan yang rendah pula, sehingga antara bata dan mortar tidak akan terjadi penguncian mekanis yang baik.

2.4 Hubungan Tegangan-Regangan Dinding Bata

Sejauh ini hubungan struktur pasangan batu bata masih dianalogikan dari hubungan tegangan regangan struktur beton (*Budiono, B. dan Herwani. 2003*). Hubungan tegangan-regangan elemen pasangan bata mempunyai perilaku yang sama dengan beton namun kuat tekannya lebih rendah (Gambar 2.3). Secara keseluruhan sifat-sifat mekanis pasangan relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan beton.



Gambar 2.3 Kurva hubungan tegangan-regangan tekan aksial clay brick masonry (Budiono,B. dan Herwani. 2003).

Satuan kekuatan bahan biasanya didefinisikan sebagai tegangan pada bahan (*Singer,1985*). Dimana tegangan merupakan gaya per satuan luas. Besarnya tegangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana :

- σ = tegangan (kN/mm^2)
- P = beban maksimum (kN)
- A = luas penampang (mm^2)

Sedangkan regangan merupakan perubahan bentuk, yaitu deformasi yang mengikuti beban (*Singer,1985*). Besarnya regangan yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

dimana :

- ϵ = regangan
- Δl = penambahan panjang pada beban maksimum (mm)
- l = panjang mula-mula (mm)

Karena l dan Δl sama-sama merupakan dimensi panjang, maka regangan tidak mempunyai satuan (*regangan tidak mempunyai dimensi*). Regangan merupakan ukuran perubahan bentuk benda dan merupakan tanggapan yang diberikan oleh benda terhadap tegangan yang diberikan.

2.5 Hipotesa

- 1) Diduga variasi komposisi campuran mortar berpengaruh pada tegangan hancur dinding bata.
- 2) Diduga dinding dengan komposisi campuran mortar 1:3 adalah yang paling kuat diantara ketiga variasi komposisi mortar dalam penelitian ini.
- 3) Diduga akan diperoleh bentuk hubungan tegangan-regangan dinding bata sesuai dengan yang pernah diteliti selama ini.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan penelitian direncanakan dimulai pada bulan September 2009 dan diperkirakan selesai pada bulan Oktober 2009.

3.2 Alat dan Bahan

Sebelum melakukan penelitian, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah persiapan alat dan bahan.

a. Persiapan alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 kg
2. Timbangan dengan ketelitian 0,1 kg
3. Timbangan dengan ketelitian 1 kg
4. Jangka sorong
5. Satu set ayakan beserta alat *Motorized Dynamic Sieve Shaker*
6. Cetakan kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm
7. Nampan
8. Sendok adukan
9. Alat penyipat datar
10. Tali pelurus dan paku
11. Perendam bata
12. Alat pemotong bata
13. Kotak adukan
14. Kawat dan tali karet
15. Mesin uji kuat tekan
16. *Dial gauge*



17. Rollmeter

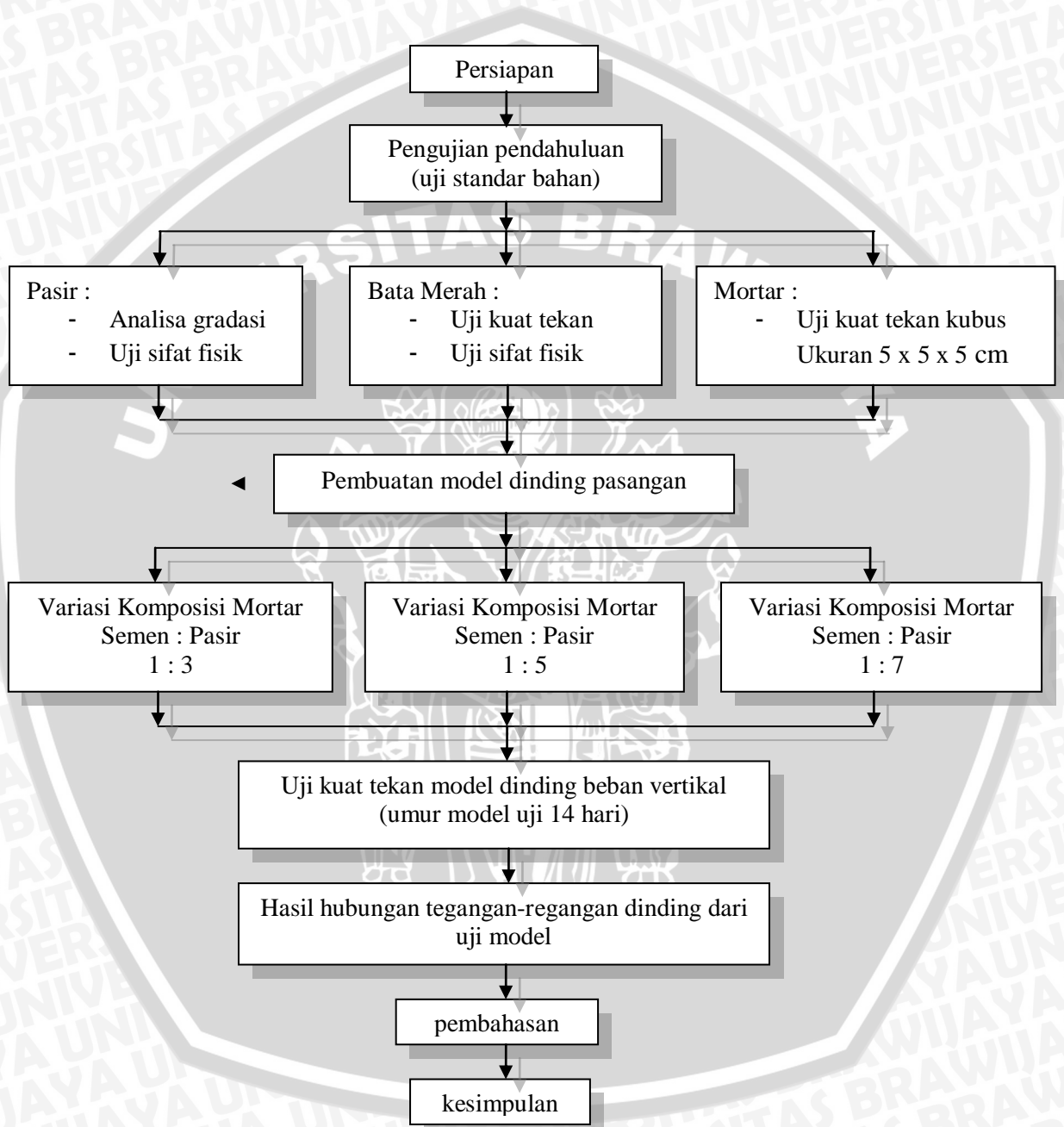
18. Universal Testing Machine.

b. Bahan-bahan

- Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari PDAM kota Malang.
- Semen yang digunakan adalah semen Portland yaitu semen Gresik tipe 1.
- Pasir yang digunakan adalah pasir yang banyak didapat di sekitar lokasi penelitian.
- Bata merah yang digunakan diambil dari daerah di wilayah Malang yaitu daerah Gondanglegi.



3.3 Diagram Pengerjaan Penelitian



3.4 Rancangan Penelitian

Sebelum memulai penelitian ini, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah pengujian bahan-bahan dasar.

3.4.1 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no 4 (4,75 mm) (SNI M-10-1989-F : 1). Pada proses pengujian agregat halus (pasir), meliputi dua pengujian yaitu uji sifat fisis pasir dan analisa saringan. Pengujian sifat fisis pasir ini meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan angka berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus. Cara pengujian agregat halus mengikuti standar SNI M-10-1989-F. Dalam metode ini dilakukan perhitungan:

- Berat jenis curah : $\frac{B_k}{(B+500 - B_t)}$
- Berat jenis jenuh kering permukaan : $\frac{500}{(B+500 - B_t)}$
- Berat jenis semu : $\frac{B_k}{(B+B_k - B_t)}$
- Penyerapan : $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$

dengan : B_k = berat jenis uji kering oven, gram

B = berat piknometer berisi air, gram

B_t = berat piknometer berisi benda uji dan air, gram

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, gram

Uji analisis saringan agregat adalah penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, kemudian angka-angka prosentase tersebut diplotkan pada grafik pembagian butir (SNI M-08-1989-F : 1).

3.4.2 Bata merah

Pengujian bata merah pada penelitian ini berdasarkan SII 0021-78 tentang mutu dan cara uji bata merah pejal, pada bata merah dilakukan pengujian sifat fisis, dan diambil 3 buah bata merah secara acak untuk dilakukan pengamatan tampak luar bata merah, yang meliputi :

➤ Ukuran dan Berat

Masing-masing bata merah ditimbang beratnya sampai ketelitian 10 gram. Pada pengujian ukuran, dilakukan pengukuran panjang, lebar, dan tebal. Hasil-hasil pengukuran panjang, lebar, dan tebal bata ditentukan penyimpangan maksimumnya dan dinyatakan dalam mm.

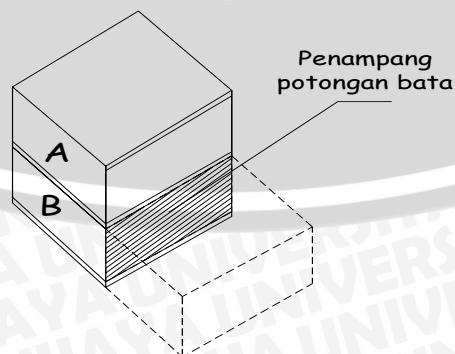
➤ Bentuk

Dinyatakan dengan bidang-bidang datarnya rata atau tidak rata, menunjukkan retak-retak atau tidak, rusuk-rusuknya siku-siku dan tajam atau tidak, rapuh dan lain sebagainya.

➤ Warna

Dinyatakan dengan warna merah tua, merah muda, kekuning-kuningan, kemerah-merahan, keabu-abuan, dan lain sebagainya. Warna pada penampang patahan merata atau tidak merata. Mengandung butir-butir kasar atau tidak, serta rongga-rongga di dalamnya.

Sementara itu pengujian sifat mekanis bata merah adalah uji kuat tekan. Pengujian menggunakan tiga buah benda uji. Cara pengujian adalah sebagai berikut : bata dipotong menjadi dua bagian tepat ditengah, tiap-tiap potongan bata yang pertama ditumpukkan pada potongan yang lain, dan diisi mortar setebal 6 mm. Kemudian setelah 14 hari, dilakukan uji tekan menggunakan mesin tekan sampai hancur. Kuat tekan sebuah benda uji adalah hasil bagi antara beban tertinggi dan luasan bidang tekan terkecil. Kuat tekan rata-rata adalah jumlah kuat tekan semua benda uji dibagi dengan banyaknya benda uji.



Gambar 3.1 Model untuk uji tekan bata merah berdasarkan SII 0021-78

3.4.3 Mortar

Pengujian kuat tekan mortar akan dilakukan untuk tiap-tiap variasi campuran mortar. Sedangkan jumlah benda uji untuk masing-masing variasi mortar adalah 3 (tiga) buah.

Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan. Untuk melakukan pengujian ini, akan digunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran rusuk sebesar 5 cm.

Kemudian pada setiap variasi komposisi mortarnya, akan ditambahkan air sampai pada kelecakan tertentu. Kelecakan ini diukur dengan membuat bola-bola mortar dengan cara mengepal-ngepal mortar dengan kedua tangan, dan kemudian dijatuhkan. Jika mortar terlalu banyak berubah bentuk, dan di tangan tidak nampak bekas air, maka kadar air dalam mortar tersebut perlu ditambah. Namun jika mortar tidak berubah bentuk, dan di tangan banyak terdapat sisa air, maka kandungan air dalam mortar terlalu banyak.

Berdasarkan SNI-M-111-1990-03, kekuatan tekan mortar akan dihitung dengan rumus :

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A}$$

dengan :

σ_m = kekuatan tekan mortar, MPa

P_{maks} = gaya tekan maksimum, N

A = luas penampang benda uji, mm²

(untuk kubus dengan sisi 50 mm, $A = 2500 \text{ mm}^2$)

Pada uji tekan mortar ini, dilakukan untuk variasi komposisi mortar 1:3 ; 1:5 ; 1:7 yang diharapkan akan dapat diperoleh kekuatan tekan mortar tersebut pada setiap variasinya.

3.4.4 Pembuatan Model Dinding Pasangan Bata Merah

Dinding pasangan batu bata merah yang akan di uji adalah berukuran ±48cm x 48 cm, dengan komposisi mortar 1:3 ; 1:5 ; dan 1:7 . Siar tegak dan siar datar pada dinding pasangan memiliki ketebalan 1.5 cm. Benda uji di buat sejumlah 3 buah untuk setiap komposisi mortarnya. Sebaiknya sebelum

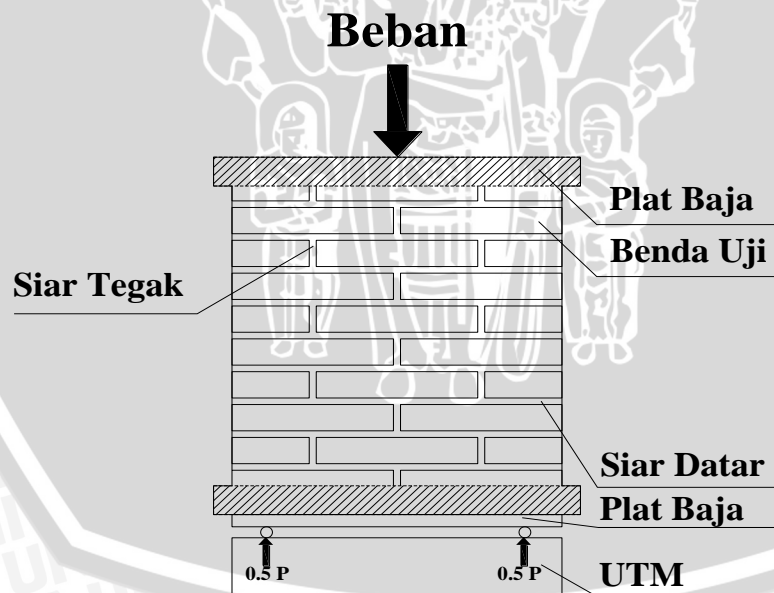
digunakan, bata merah direndam terlebih dahulu hingga sampai pada kondisi jenuh air. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi penyerapan air pada mortar oleh bata merah.

3.4.5 Pengujian Model Dinding Pasangan Bata Merah

Dalam penelitian ini uji dinding pasangan batu bata akibat gaya tekan vertikal dilakukan setelah berumur 14 hari.

Cara pengujian kuat tekan dinding pasangan bata adalah sebagai berikut:

- 1) Ukur penampang tekan dengan menggunakan roll meter, ukur berat dan dimensi dinding dan catat pada formulir pengujian.
- 2) Letakkan benda uji.
- 3) Atur jarum penunjuk beban pada posisi nol.
- 4) Lakukan pembebanan.
- 5) Catat nilai beban hancur pada formulir pengujian.



Gambar 3.2 Letak dinding pasangan bata merah yang diuji kuat tekan vertikal

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut :

- a) Variabel bebas (*independent variable*), yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi campuran mortar.
- b) Variabel terikat (*dependent variable*), yaitu variabel yang perubahannya tergantung dari perubahan variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah tegangan dan regangan.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini uji tegangan-regangan model pasangan dinding bata merah dilakukan setelah umur model pasangan dinding bata merah tersebut mencapai 14 hari. Menurut penelitian Sabnis, 1983 (*dalam Kiki Andriana Palupi*), perbedaan kekuatan hasil uji pasangan dinding pada umur 14 hari dan 28 hari tidak terlalu signifikan. Uji tegangan-regangan model dinding pasangan bata merah dilakukan dengan 3 benda uji untuk tiap variasi campuran mortar.

3.7 Perlakuan benda uji

Benda uji terbagi menjadi 3 perlakuan, dan pada masing-masing perlakuan akan dilakukan 3 kali pengamatan. Masing-masing perlakuan adalah :

- Perlakuan 1: pasangan model dinding bata merah menggunakan variasi campuran mortar dengan perbandingan berat semen : berat pasir sebesar 1 : 3
- Perlakuan 2: pasangan model dinding bata merah menggunakan variasi campuran mortar dengan perbandingan berat semen : berat pasir sebesar 1 : 5
- Perlakuan 3: pasangan model dinding bata merah menggunakan variasi campuran mortar dengan perbandingan berat semen : berat pasir sebesar 1 : 7

3.8 Rancangan Percobaan

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Dimensi Dinding Pasangan Bata

| Komposisi Mortar | Benda Uji | Berat | Panjang | Lebar | Tinggi |
|------------------|-----------|-------|---------|-------|--------|
| | | (kg) | (cm) | (cm) | (cm) |
| 1 : 3 (A) | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| 1 : 5 (B) | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| 1 : 7 (C) | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |

Tabel 3.2. Tabel Hasil Uji Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata
(untuk per benda uji)

| Gaya Tekan | No, jenis Benda uji | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|---------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| | | | | | |

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Kurva Tegangan-Regangan

Dari hasil pengujian tegangan regangan dengan menekan dinding pasangan bata merah diperoleh besarnya gaya tekan (P) dan pada pembacaan regangan diperoleh data perubahan panjang (ΔL). kemudian dapat ditentukan kuat tekan hancur (σ) dan regangan (ϵ) untuk setaip perlakuan dengan rumus sebagai berikut :

a. Tegangan hancur (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A} \times 1000 \text{ MPa}$$

dengan : P = gaya tekan (kN)
 A = luas penampang dinding pasangan bata (mm^2)
 1000 = perubahan satuan kN/mm^2 menjadi MPa

b. Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

dengan : ΔL = perubahan panjang
 L = tinggi mula-mula dinding pasangan bata (mm)

Kurva tegangan regangan dapat diperoleh dari hasil regresi titik-titik antara pasangan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) yang masing-masing menjadi sumbu y dan x.

3.9.2 Analisis Varian

Analisis varian satu arah (*one way anova*)

Pernyataan ada tidaknya pengaruh, akan dinyatakan secara statistik sebagai berikut :

a) Menentukan hipotesis

H_a : Ada pengaruh campuran mortar terhadap tegangan hancur model dinding bata merah

H_o : Tidak ada pengaruh campuran mortar terhadap tegangan hancur model dinding bata merah

b) Hipotesis (H_a dan H_o) dalam bentuk statistik :

H_a : $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq \dots \neq A_k$

H_o : $A_1 = A_2 = A_3 = \dots = A_k$

- c) Membuat daftar statistik induk

Tabel 3.3 Daftar statistik induk

| Nilai Tegangan Maksimum Dinding (Mpa) | | | | |
|---------------------------------------|------------------|----------------|----------------|-------|
| Perulangan | Komposisi Mortar | | | Total |
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| Statistik | | | | |
| n | | | | |
| ΣX | | | | |
| ΣX^2 | | | | |
| \bar{X} | | | | |
| $(\Sigma X)^2/n$ | | | | |
| s^2 | | | | |

- d) Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Group (JK_A) dengan rumus:

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{An})^2}{n_{An}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

- e) Menghitung derajat bebas Antar Group (db_A)

- f) Menghitung Kuadrat Rerata Antar Group (KR_A) dengan rumus :

$$KR_A = \frac{JK_A}{db_A}$$

- g) Menghitung Jumlah Kuadrat Dalam Antar Group (JK_D) dengan rumus :

$$JK_D = \Sigma X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{An})^2}{n}$$

- h) Menghitung derajat bebas Dalam Group (db_D)

- i) Menghitung Kuadrat Rerata Dalam antar Group (KR_D) dengan rumus :

$$KR_D = \frac{JK_D}{db_D}$$

- j) Menghitung F_{hitung} dengan rumus : $F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D}$

- k) Menentukan Taraf signifikansi sebesar $\alpha = 0.05$

- l) Menentukan F_{tabel} dengan rumus : $F_{\text{Tabel}} = F_{(1-\alpha)(db_A, db_D)}$
- m) Membuat tabel ringkasan anova

Tabel 3.4 Ringkasan anova satu jalur

| Sumber Varian (SV) | Jumlah Kuadrat (JK) | Derajat Bebas (db) | Kuadrat Rerata (KR) | F_{hitung} | Taraf Signifikasi (ρ) |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| Antar group (A) | | | | | |
| Dalam group (D) | | | | | |
| Total | | | | | |

- n) Menentukan kriteria pengujian

Jika $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$, maka tolak H_0 berarti berpengaruh.

- o) Kesimpulan

Dari hasil analisis data secara statistik didapat harga F_{hitung} yang akan dibandingkan dengan F_{tabel} . Apabila $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ berarti H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini berarti variasi komposisi campuran mortar memberikan pengaruh secara nyata terhadap tegangan regangan model dinding pasangan bata merah.

3.9.3 Analisis Regresi

Untuk mendapatkan grafik yang menggambarkan hubungan antara variasi komposisi campuran mortar terhadap tegangan regangan model dinding pasangan bata merah berdasarkan hasil penelitian ini, maka dilakukan dengan permodelan sederhana menggunakan analisis regresi. Analisis regresi menjelaskan hubungan antara satu variabel terikat yang tergantung pada satu variabel bebas.

Pada penelitian ini untuk analisis regresi tegangan-regangan setiap benda uji dinding bata merah setiap komposisi mortarnya akan digunakan program Microsoft Office Excel 2007.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Pendahuluan

4.1.1 Agregat Halus

Pengujian dilakukan terhadap bahan pasir adalah pengujian analisis saringan untuk mengetahui gradasinya, dan pengujian fisik untuk mengetahui berat jenis dan penguapannya. Hasil Pengujian analisis saringan ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Uji saringan pasir

| Lubang Saringan | | Pasir | | | |
|-----------------|-------|---------------|------------|----------------|-----------|
| | | Tertinggal | | Komulatif | |
| no. | mm | Gram | % | Tertinggal (%) | Lolos (%) |
| 4 | 4.760 | 35.80 | 3.83 | 3.83 | 96.17 |
| 8 | 2.380 | 85.20 | 9.11 | 12.94 | 87.06 |
| 16 | 1.190 | 171.80 | 18.37 | 31.31 | 68.69 |
| 30 | 0.590 | 217.30 | 23.24 | 54.55 | 45.45 |
| 50 | 0.297 | 267.20 | 28.57 | 83.12 | 16.88 |
| 100 | 0.149 | 102.20 | 10.93 | 94.05 | 5.95 |
| 200 | 0.075 | 55.60 | 5.95 | 100.00 | 0.00 |
| pan | | 55.65 | | | |
| | | 990.75 | 100 | 379.81 | |

Sumber : Hasil Penelitian

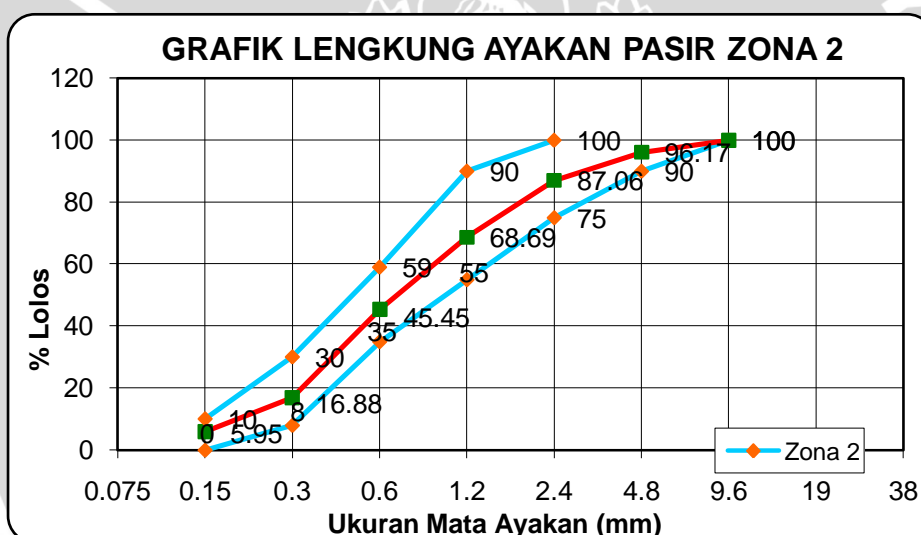
Hasil Penelitian analisa saringan terhadap bahan pasir menunjukkan bahan tersebut berada pada gradasi 2 (SNI T-15-1990-03). Hasil plotting ini dapat dilihat pada gambar 4.1.

Sedangkan uji sifat fisis dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapannya. Dari hasil pengujian fisis tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Sifat fisis pasir

| Jenis Pemeriksaan | Hasil |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Berat jenis curah (Bulk Specific Gravity) | 2.535 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry) | 2.558 |
| Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) | 2.594 |
| Penyerapan (%) (Absorption) | 0.908 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan



Sumber grafik : SNI T-15-1990-03; hal 20

Gambar 4.1 Grafik lengkung ayakan pasir zona 2

4.1.2 Bata Merah

Pengujian yang dilakukan pada bata merah ada dua macam yaitu pengujian sifat fisis dan mekanis. Pengujian sifat fisis meliputi pengujian terhadap bentuk, warna, berat, dan dimensi bata merah itu sendiri. Sedangkan pengujian mekanis untuk mengetahui kekuatan tekan bata merah.

Pada pengamatan terhadap bentuk bata merah disini kebanyakan tidak berbentuk prisma segiempat sempurna melainkan ada lengkungan sedikit pada arah memanjangnya, selain itu permukaan bata merah asal Gondanglegi ini tidak terlalu rata dan ada sedikit retak di tiap permukaanya. Pada pengamatan warnanya, bata disini umumnya bervariasi mulai dari merah kekuningan, oranye sampai merah tua. Sedangkan untuk pengujian berat dan dimensi terhadap 3 sampel bata asal Gondanglegi tampak pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Berat dan dimensi bata merah asal Gondanglegi

| No. sampel | Berat (gram) | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tinggi (cm) |
|------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| I | 1321 | 23.000 | 11.00 | 4.000 |
| II | 1335 | 23.000 | 11.00 | 4.230 |
| III | 1315 | 24.000 | 11.00 | 3.960 |

Sumber : Hasil Penelitian

Untuk Uji sifat mekanik dicantumkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.4 Hasil uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78

Hasil uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78

| No. sampel | Berat basah (gram) | Berat kering (gram) | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tinggi (cm) | P maks (kg) | Luas (cm ²) | Teg. Hancur (kg/cm ²) | Teg. Hancur (MPa) |
|------------|--------------------|---------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| I | 1997.8 | 1595.4 | 11.50 | 11.00 | 8.60 | 6498.68 | 126.50 | 51.37 | 5.04 |
| II | 2105.4 | 1732.4 | 11.50 | 11.00 | 9.00 | 6380.60 | 126.50 | 50.44 | 4.95 |
| III | 2056.5 | 1669.6 | 12.00 | 11.00 | 8.70 | 6380.60 | 132.00 | 48.34 | 4.74 |
| Jumlah | | | | | | | | | 14.72 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Kuat tekan rata-rata} = 150.15/3 = 4.91 \text{ MPa}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{(5.04-4.91)^2+(4.95-4.91)^2+(4.74-4.91)^2}{(3-1)}} = 0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{0.15}{4.91} \times 100\% = 3.11\%$$

Untuk hasil uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78, diperoleh hasil kuat tekan rata-rata sebesar 4.91 MPa.

4.1.3 Semen Portland

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I yang diproduksi oleh PT.Semen Gresik. Semen ini dianggap telah memenuhi syarat sebagai bahan pengikat dalam campuran beton, yang tercantum dalam SNI 15-2049-2004 tentang semen portland sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan analisa lagi.

4.1.4 Air

Air yang digunakan pada proses pembuatan benda uji adalah air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kota Malang. Air ini juga dianggap telah memenuhi syarat sebagai bahan pelumas dan pencampur semen dan agregat, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan analisa lagi.

4.2 Mortar

Pengujian yang dilakukan pada mortar adalah uji tekan. Untuk melakukan pengujian kuat tekan, akan digunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran rusuk sebesar 5 cm. Pengujian kuat tekan mortar akan dilakukan untuk tiap-tiap variasi berat semen : pasir yaitu 1:3 ; 1:5 ; 1:7 . Hasil pengujian disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan variasi 1:3

| No. sampel | Berat kering (gram) | Dimensi (cm) | | | P maks (kg) | Luas (cm ²) | Teg. Hancur (kg/cm ²) | Teg. Hancur (MPa) |
|------------|---------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | | |
| I | 234.6 | 5 | 5 | 5 | 2743.83 | 25.00 | 109.75 | 10.76 |
| II | 238.4 | 5 | 5 | 5 | 3381.45 | 25.00 | 135.26 | 13.26 |
| III | 243.6 | 5 | 5 | 5 | 3121.68 | 25.00 | 124.87 | 12.25 |
| Jumlah | | | | | | | | 36.27 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Kuat tekan rata-rata} = 36.27/3 = 12.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{(10.76-12.09)^2+(13.26-12.09)^2+(12.25-12.09)^2}{(3-1)}} = 1.26 \text{ MPa}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{1.26}{12.09} \times 100\% = 10.40\%$$

Tabel 4.6 Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan variasi 1:5

| No. sampel | Berat kering (gram) | Dimensi (cm) | | | P maks (kg) | Luas (cm ²) | Teg. Hancur (kg/cm ²) | Teg. Hancur (MPa) |
|------------|---------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | | |
| I | 247.4 | 5 | 5 | 5 | 2365.99 | 25.00 | 94.64 | 9.28 |
| II | 251.6 | 5 | 5 | 5 | 1917.30 | 25.00 | 76.69 | 7.52 |
| III | 251.8 | 5 | 5 | 5 | 2436.83 | 25.00 | 97.47 | 9.56 |
| Jumlah | | | | | | | | 26.36 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Kuat tekan rata-rata} = 26.36/3 = 8.79 \text{ MPa}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{(9.28-8.79)^2 + (7.52-8.79)^2 + (9.56-8.79)^2}{(3-1)}} = 1.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{1.11}{8.79} \times 100\% = 12.58\%$$

Tabel 4.7 Hasil uji kuat tekan kubus mortar dengan variasi 1:7

| No. sampel | Berat kering (gram) | Dimensi (cm) | | | P maks (kg) | Luas (cm ²) | Teg. Hancur (kg/cm ²) | Teg. Hancur (MPa) |
|------------|---------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | | |
| I | 235.6 | 5 | 5 | 5 | 1256.06 | 25.00 | 50.24 | 4.93 |
| II | 240.6 | 5 | 5 | 5 | 1279.68 | 25.00 | 51.19 | 5.02 |
| III | 243 | 5 | 5 | 5 | 1279.68 | 25.00 | 51.19 | 5.02 |
| Jumlah | | | | | | | | 14.97 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Kuat tekan rata-rata} = 14.97/3 = 4.99 \text{ MPa}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{(4.93-4.99)^2 + (5.02-4.99)^2 + (5.02-4.99)^2}{(3-1)}} = 0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{0.05}{4.99} \times 100\% = 1.07\%$$

Tabel 4.8 Kuat tekan mortar rata-rata tiap variasi campuran

| No. | Proporsi Pasir Terhadap 1 Bagian Semen | Kuat Tekan Rata-Rata (MPa) | Deviasi (MPa) | Koefisien Keragaman (%) |
|-----|----------------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| 1 | 3 | 12.09 | 1.26 | 10.40 |
| 2 | 5 | 8.79 | 1.11 | 12.58 |
| 3 | 7 | 4.99 | 0.05 | 1.07 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

Hasil penelitian uji kuat tekan kubus mortar menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada campuran 1:3 yaitu sebesar 12.09 MPa dengan standar deviasi 10.40 MPa. Standar deviasi yang cukup besar tersebut masih dapat diterima, karena nilai koefisien keragamannya masih di bawah 20%, yaitu 10.40%. Hal ini berlaku pada kedua jenis campuran lainnya.

4.3 Hasil Pengujian Model Dinding Pasangan Bata Merah

Uji ini dilakukan dengan cara membuat model pasangan dinding dengan ukuran $\pm 48 \text{ cm} \times 48 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$. Dan untuk mendapatkan model dinding dipakai 18 bata terdiri dari 15 buah bata utuh dan 4 buah bata terbagi menjadi 2. Untuk siar tegak dan datar diberi spesi setebal 1.5 cm.

Uji dinding pasangan batu bata akibat gaya tekan vertikal, horizontal dan diagonal dilakukan setelah berumur 14 hari. Hasil uji kuat tekan arah vertikal pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.9 Hasil pengukuran dimensi model dinding pasangan bata

| Variasi Komposisi Mortar | Benda Uji | Dimensi | | | Berat (kg) |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------|-------------|------------|
| | | Panjang (cm) | Lebar (cm) | Tinggi (cm) | |
| 1:3 (A) Tebal siar 1.5 | 1 | 47 | 11 | 48 | 41.5 |
| | 2 | 48 | 11 | 47 | 39.3 |
| | 3 | 48.5 | 11.5 | 47.5 | 40.35 |
| 1:5 (B) Tebal siar 1.5 | 1 | 47 | 11 | 51 | 40.8 |
| | 2 | 48 | 11 | 48.5 | 40.3 |
| | 3 | 48 | 11 | 49.5 | 39.8 |
| 1:7 (C) Tebal siar 1.5 | 1 | 47 | 11 | 48.3 | 38.7 |
| | 2 | 48 | 11.5 | 48 | 37.6 |
| | 3 | 48 | 11 | 47 | 37.4 |

Sumber : Hasil Penelitian

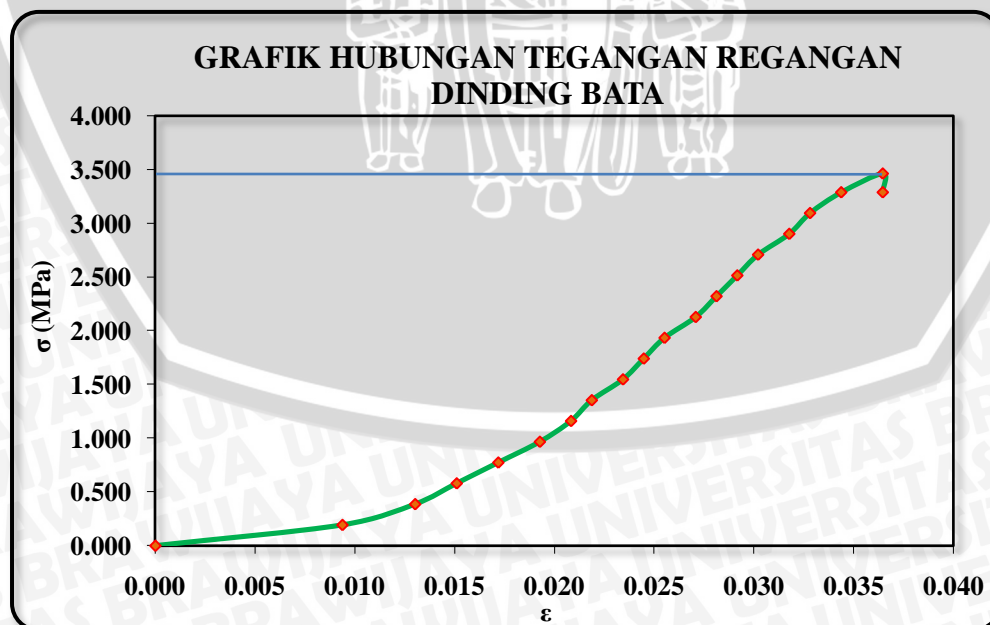
4.3.1 Hasil uji kuat tekan vertikal model dinding pasangan bata

Perlakuan A = Komposisi mortar 1:3

Tabel 4.10 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:3

| Gaya Tekan | 1 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 51700 | 480 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 4.5 | 51700 | 480 | 0.193 | 0.00938 |
| 20 | 6.25 | 51700 | 480 | 0.387 | 0.01302 |
| 30 | 7.25 | 51700 | 480 | 0.580 | 0.01510 |
| 40 | 8.25 | 51700 | 480 | 0.774 | 0.01719 |
| 50 | 9.25 | 51700 | 480 | 0.967 | 0.01927 |
| 60 | 10 | 51700 | 480 | 1.161 | 0.02083 |
| 70 | 10.5 | 51700 | 480 | 1.354 | 0.02188 |
| 80 | 11.25 | 51700 | 480 | 1.547 | 0.02344 |
| 90 | 11.75 | 51700 | 480 | 1.741 | 0.02448 |
| 100 | 12.25 | 51700 | 480 | 1.934 | 0.02552 |
| 110 | 13 | 51700 | 480 | 2.128 | 0.02708 |
| 120 | 13.5 | 51700 | 480 | 2.321 | 0.02813 |
| 130 | 14 | 51700 | 480 | 2.515 | 0.02917 |
| 140 | 14.5 | 51700 | 480 | 2.708 | 0.03021 |
| 150 | 15.25 | 51700 | 480 | 2.901 | 0.03177 |
| 160 | 15.75 | 51700 | 480 | 3.095 | 0.03281 |
| 170 | 16.5 | 51700 | 480 | 3.288 | 0.03438 |
| 179 | 17.5 | 51700 | 480 | 3.462 | 0.03646 |
| 170 | 17.5 | 51700 | 480 | 3.288 | 0.03646 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

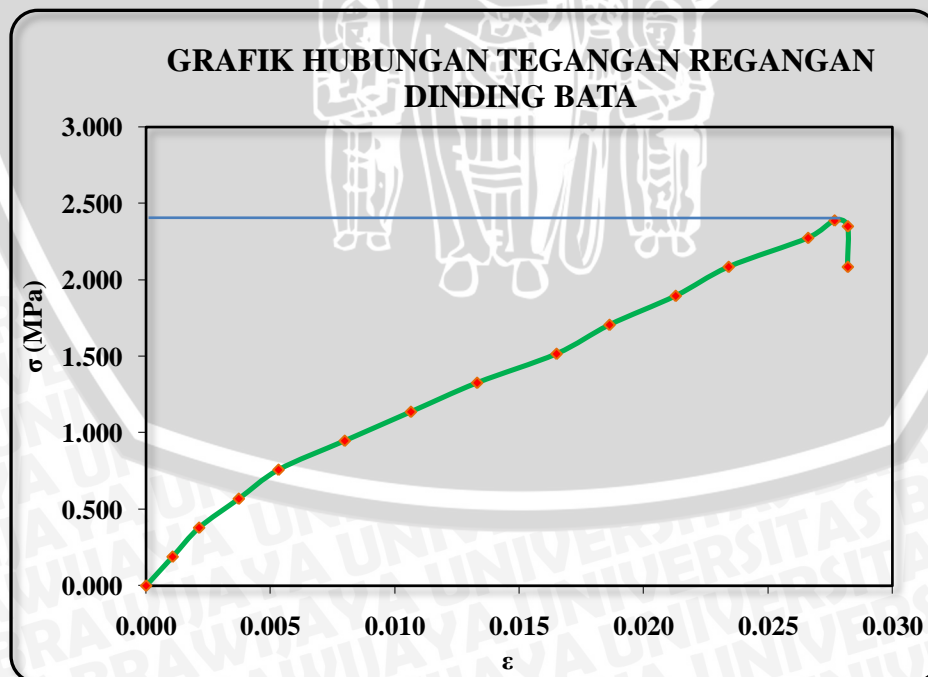


Gambar 4.2 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.11 Hasil perlakuan 2 komposisi mortar 1:3

| Gaya Tekan | 2 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 52800 | 470 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 0.5 | 52800 | 470 | 0.189 | 0.00106 |
| 20 | 1 | 52800 | 470 | 0.379 | 0.00213 |
| 30 | 1.75 | 52800 | 470 | 0.568 | 0.00372 |
| 40 | 2.5 | 52800 | 470 | 0.758 | 0.00532 |
| 50 | 3.75 | 52800 | 470 | 0.947 | 0.00798 |
| 60 | 5 | 52800 | 470 | 1.136 | 0.01064 |
| 70 | 6.25 | 52800 | 470 | 1.326 | 0.01330 |
| 80 | 7.75 | 52800 | 470 | 1.515 | 0.01649 |
| 90 | 8.75 | 52800 | 470 | 1.705 | 0.01862 |
| 100 | 10 | 52800 | 470 | 1.894 | 0.02128 |
| 110 | 11 | 52800 | 470 | 2.083 | 0.02340 |
| 120 | 12.5 | 52800 | 470 | 2.273 | 0.02660 |
| 126 | 13 | 52800 | 470 | 2.386 | 0.02766 |
| 124 | 13.25 | 52800 | 470 | 2.348 | 0.02819 |
| 110 | 13.25 | 52800 | 470 | 2.083 | 0.02819 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

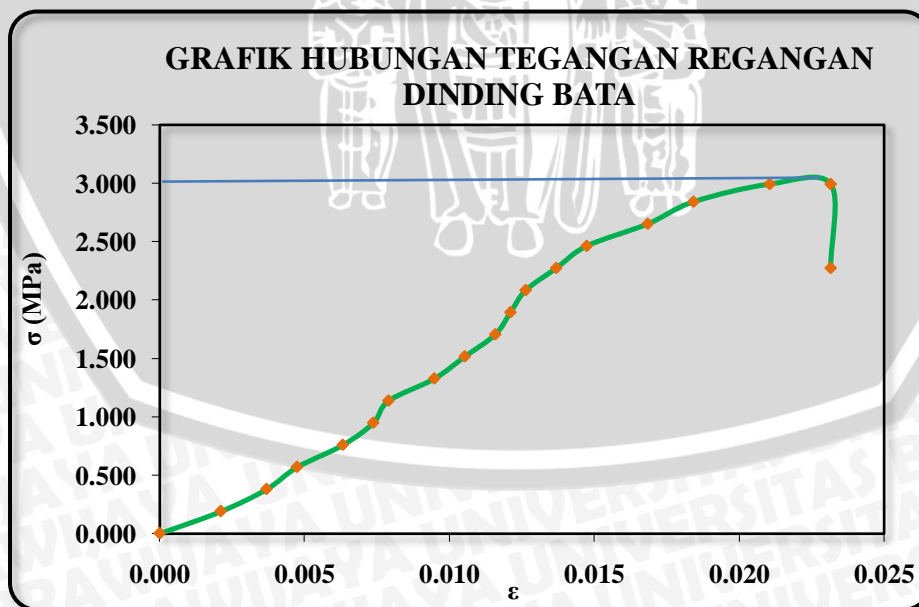


Gambar 4.3 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.12 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:3

| Gaya Tekan | 3 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 52800 | 475 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 1 | 52800 | 475 | 0.189 | 0.00211 |
| 20 | 1.75 | 52800 | 475 | 0.379 | 0.00368 |
| 30 | 2.25 | 52800 | 475 | 0.568 | 0.00474 |
| 40 | 3 | 52800 | 475 | 0.758 | 0.00632 |
| 50 | 3.5 | 52800 | 475 | 0.947 | 0.00737 |
| 60 | 3.75 | 52800 | 475 | 1.136 | 0.00789 |
| 70 | 4.5 | 52800 | 475 | 1.326 | 0.00947 |
| 80 | 5 | 52800 | 475 | 1.515 | 0.01053 |
| 90 | 5.5 | 52800 | 475 | 1.705 | 0.01158 |
| 100 | 5.75 | 52800 | 475 | 1.894 | 0.01211 |
| 110 | 6 | 52800 | 475 | 2.083 | 0.01263 |
| 120 | 6.5 | 52800 | 475 | 2.273 | 0.01368 |
| 130 | 7 | 52800 | 475 | 2.462 | 0.01474 |
| 140 | 8 | 52800 | 475 | 2.652 | 0.01684 |
| 150 | 8.75 | 52800 | 475 | 2.841 | 0.01842 |
| 158 | 10 | 52800 | 475 | 2.992 | 0.02105 |
| 158 | 11 | 52800 | 475 | 2.992 | 0.02316 |
| 120 | 11 | 52800 | 475 | 2.273 | 0.02316 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan



Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.13 Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:3

| No. sampel | Berat kering (kg) | Dimensi (cm) | | | P maks (kN) | Luas (mm ²) | Tegangan Hancur (MPa) |
|------------|-------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | |
| I | 41.5 | 47 | 11 | 48 | 179.00 | 51700.00 | 3.462 |
| II | 39.3 | 48 | 11 | 47 | 126.00 | 52800.00 | 2.386 |
| III | 40.35 | 48 | 11 | 47.5 | 158.00 | 52800.00 | 2.992 |
| Jumlah | | | | | | | 8.841 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Tegangan hancur rata-rata} = 8.841/3 = 2.947 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{(3.462-2.947)^2 + (2.386-2.947)^2 + (2.992-2.947)^2}{(3-1)}} \\ &= 0.539 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{0.539}{2.947} \times 100\% = 18.303\%$$

Dari hasil perhitungan dan grafik hubungan tegangan regangan 3 sampel dinding bata komposisi mortar 1:3, maka diperoleh nilai-nilai puncak tegangan :

- Benda uji 1 = 3.462 MPa
- Benda uji 1 = 2.386 MPa
- Benda uji 1 = 2.992 MPa

Dimana hasil rata-rata puncak tegangan untuk komposisi mortar 1:3 sebesar 2.947 MPa

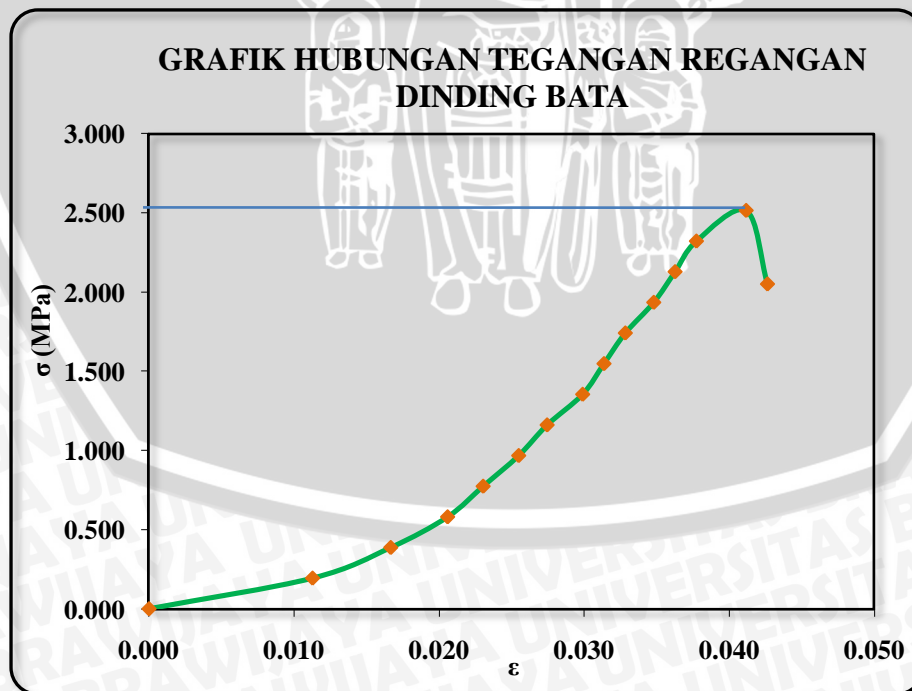
4.3.2 Hasil uji kuat tekan vertikal model dinding pasangan bata

Perlakuan B = Komposisi mortar 1:5

Tabel 4.14 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:5

| Gaya Tekan | 1 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 51700 | 510 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 5.75 | 51700 | 510 | 0.193 | 0.01127 |
| 20 | 8.5 | 51700 | 510 | 0.387 | 0.01667 |
| 30 | 10.5 | 51700 | 510 | 0.580 | 0.02059 |
| 40 | 11.75 | 51700 | 510 | 0.774 | 0.02304 |
| 50 | 13 | 51700 | 510 | 0.967 | 0.02549 |
| 60 | 14 | 51700 | 510 | 1.161 | 0.02745 |
| 70 | 15.25 | 51700 | 510 | 1.354 | 0.02990 |
| 80 | 16 | 51700 | 510 | 1.547 | 0.03137 |
| 90 | 16.75 | 51700 | 510 | 1.741 | 0.03284 |
| 100 | 17.75 | 51700 | 510 | 1.934 | 0.03480 |
| 110 | 18.5 | 51700 | 510 | 2.128 | 0.03627 |
| 120 | 19.25 | 51700 | 510 | 2.321 | 0.03775 |
| 130 | 21 | 51700 | 510 | 2.515 | 0.04118 |
| 106 | 21.75 | 51700 | 510 | 2.050 | 0.04265 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

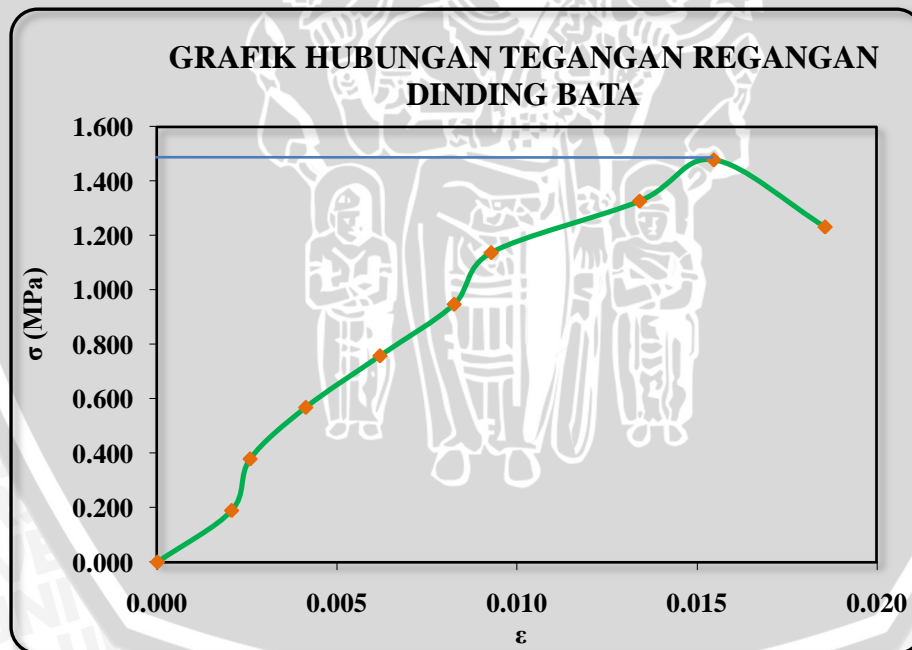


Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.15 Perlakuan 2 komposisi mortar 1:5

| Gaya Tekan | 2 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 52800 | 485 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 1 | 52800 | 485 | 0.189 | 0.00206 |
| 20 | 1.25 | 52800 | 485 | 0.379 | 0.00258 |
| 30 | 2 | 52800 | 485 | 0.568 | 0.00412 |
| 40 | 3 | 52800 | 485 | 0.758 | 0.00619 |
| 50 | 4 | 52800 | 485 | 0.947 | 0.00825 |
| 60 | 4.5 | 52800 | 485 | 1.136 | 0.00928 |
| 70 | 6.5 | 52800 | 485 | 1.326 | 0.01340 |
| 78 | 7.5 | 52800 | 485 | 1.477 | 0.01546 |
| 65 | 9 | 52800 | 485 | 1.231 | 0.01856 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

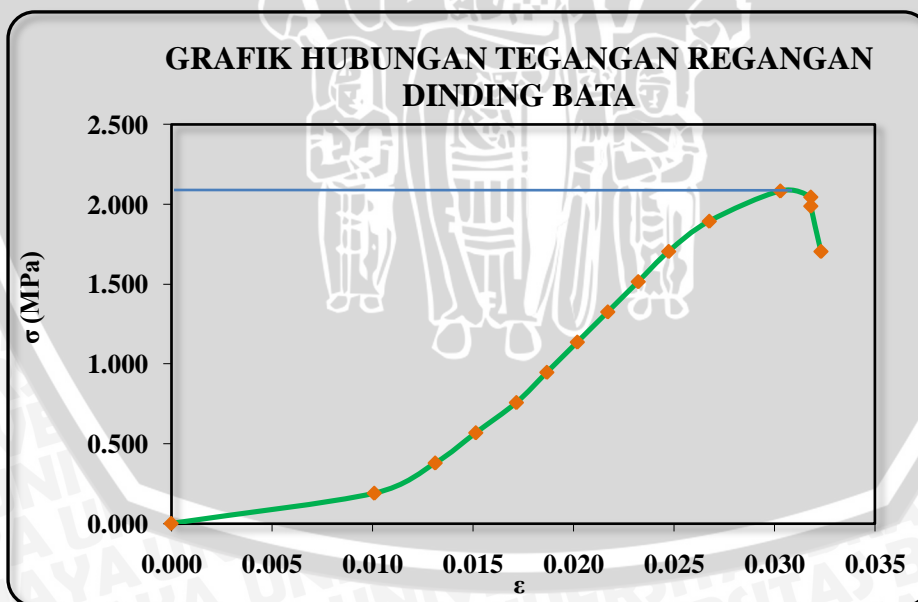


Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding

Tabel 4.16 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:5

| Gaya Tekan | 3 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 52800 | 495 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 5 | 52800 | 495 | 0.189 | 0.01010 |
| 20 | 6.5 | 52800 | 495 | 0.379 | 0.01313 |
| 30 | 7.5 | 52800 | 495 | 0.568 | 0.01515 |
| 40 | 8.5 | 52800 | 495 | 0.758 | 0.01717 |
| 50 | 9.25 | 52800 | 495 | 0.947 | 0.01869 |
| 60 | 10 | 52800 | 495 | 1.136 | 0.02020 |
| 70 | 10.75 | 52800 | 495 | 1.326 | 0.02172 |
| 80 | 11.5 | 52800 | 495 | 1.515 | 0.02323 |
| 90 | 12.25 | 52800 | 495 | 1.705 | 0.02475 |
| 100 | 13.25 | 52800 | 495 | 1.894 | 0.02677 |
| 110 | 15 | 52800 | 495 | 2.083 | 0.03030 |
| 108 | 15.75 | 52800 | 495 | 2.045 | 0.03182 |
| 105 | 15.75 | 52800 | 495 | 1.989 | 0.03182 |
| 90 | 16 | 52800 | 495 | 1.705 | 0.03232 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan



Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding

Tabel 4.17 Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:5

| No. sampel | Berat kering (kg) | Dimensi (cm) | | | P maks (kN) | Luas (mm ²) | Tegangan Hancur (MPa) |
|------------|-------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | |
| I | 40.8 | 47 | 11 | 51 | 130.00 | 51700.00 | 2.515 |
| II | 40.3 | 48 | 11 | 48.5 | 78.00 | 52800.00 | 1.477 |
| III | 39.8 | 48 | 11 | 49.5 | 110.00 | 52800.00 | 2.083 |
| Jumlah | | | | | | | 6.075 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Tegangan hancur rata-rata} = 6.075/3 = 2.025 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{(2.515-2.025)^2+(1.477-2.025)^2+(2.083-2.025)^2}{(3-1)}} \\ &= 0.521 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{0.521}{2.025} \times 100\% = 15.731\%$$

Dari hasil perhitungan dan grafik hubungan tegangan regangan 3 sampel dinding bata komposisi mortar 1:5, maka diperoleh nilai-nilai puncak tegangan :

- Benda uji 1 = 2.515 MPa
- Benda uji 1 = 1.477 MPa
- Benda uji 1 = 2.083 MPa

Dimana hasil rata-rata puncak tegangan untuk komposisi mortar 1:5 sebesar 2.025 MPa

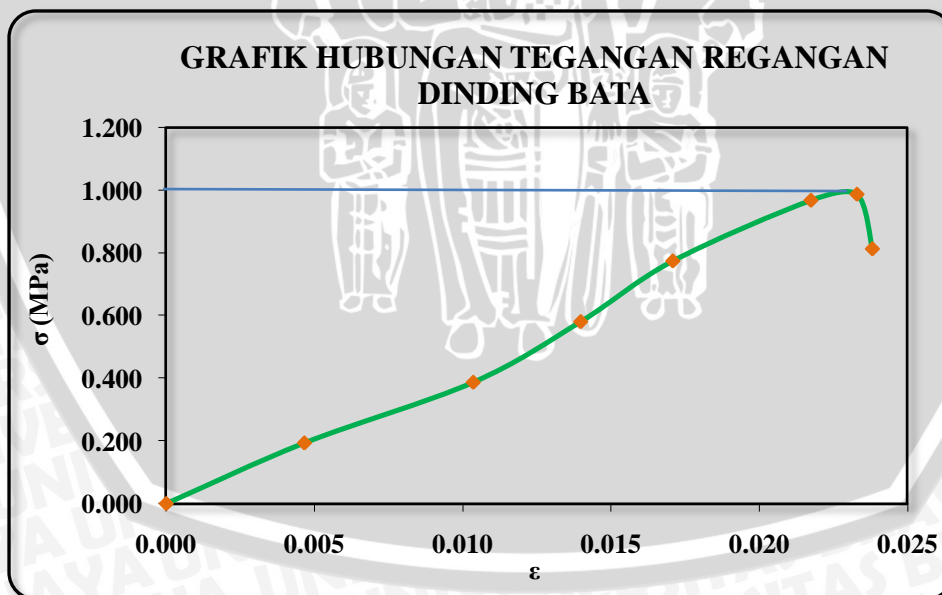
4.3.3 Hasil uji kuat tekan vertikal model dinding pasangan bata

Perlakuan C = Komposisi mortar 1:7

Tabel 4.18 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:7

| Gaya Tekan | 1 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 51700 | 483 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 2.25 | 51700 | 483 | 0.193 | 0.00466 |
| 20 | 5 | 51700 | 483 | 0.387 | 0.01035 |
| 30 | 6.75 | 51700 | 483 | 0.580 | 0.01398 |
| 40 | 8.25 | 51700 | 483 | 0.774 | 0.01708 |
| 50 | 10.5 | 51700 | 483 | 0.967 | 0.02174 |
| 51 | 11.25 | 51700 | 483 | 0.986 | 0.02329 |
| 42 | 11.5 | 51700 | 483 | 0.812 | 0.02381 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

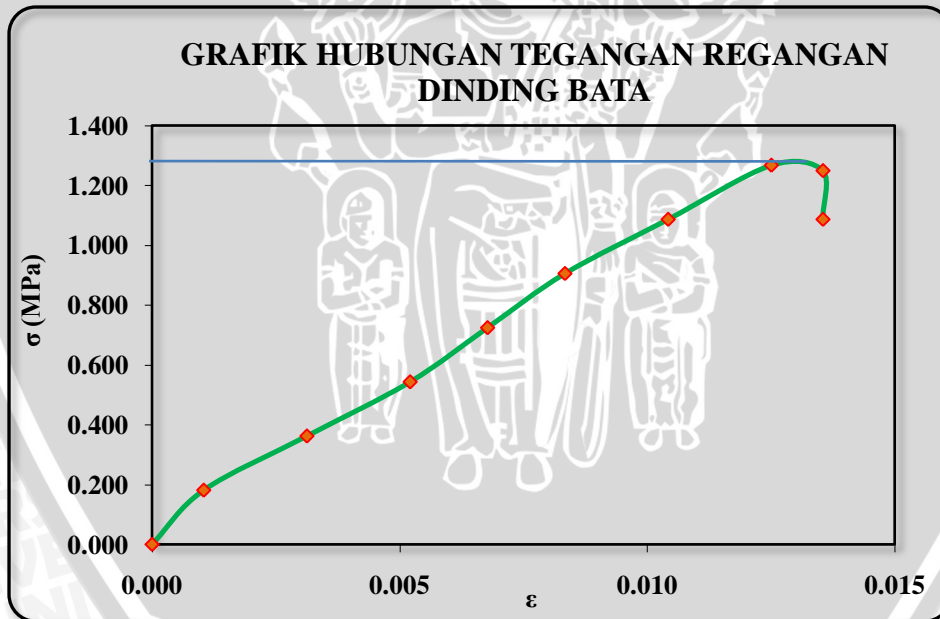


Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.19 Perlakuan 2 komposisi mortar 1:7

| Gaya Tekan | 2 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 55200 | 480 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 0.5 | 55200 | 480 | 0.181 | 0.00104 |
| 20 | 1.5 | 55200 | 480 | 0.362 | 0.00313 |
| 30 | 2.5 | 55200 | 480 | 0.543 | 0.00521 |
| 40 | 3.25 | 55200 | 480 | 0.725 | 0.00677 |
| 50 | 4 | 55200 | 480 | 0.906 | 0.00833 |
| 60 | 5 | 55200 | 480 | 1.087 | 0.01042 |
| 70 | 6 | 55200 | 480 | 1.268 | 0.01250 |
| 69 | 6.5 | 55200 | 480 | 1.250 | 0.01354 |
| 60 | 6.5 | 55200 | 480 | 1.087 | 0.01354 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

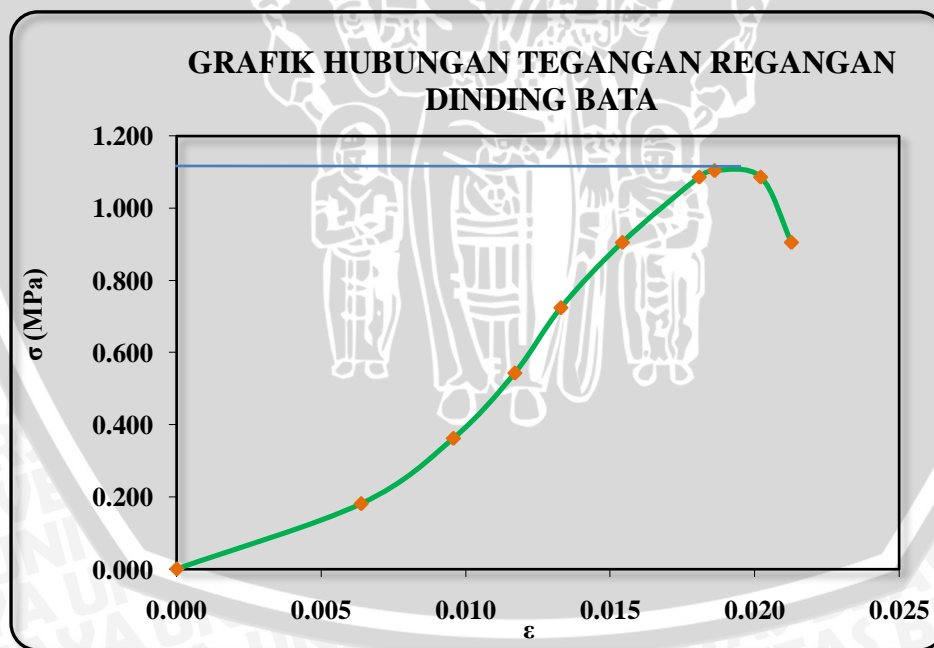


Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.20 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:7

| Gaya Tekan | 3 | Luas Penampang Dinding Bata | Tinggi Dinding | Tegangan Hancur Dinding Bata | Regangan Dinding |
|------------|-----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| P (kN) | ΔL (mm) | A (mm ²) | L (mm) | σ (MPa) | ϵ |
| 0 | 0 | 55200 | 470 | 0.000 | 0.00000 |
| 10 | 3 | 55200 | 470 | 0.181 | 0.00638 |
| 20 | 4.5 | 55200 | 470 | 0.362 | 0.00957 |
| 30 | 5.5 | 55200 | 470 | 0.543 | 0.01170 |
| 40 | 6.25 | 55200 | 470 | 0.725 | 0.01330 |
| 50 | 7.25 | 55200 | 470 | 0.906 | 0.01543 |
| 60 | 8.5 | 55200 | 470 | 1.087 | 0.01809 |
| 61 | 8.75 | 55200 | 470 | 1.105 | 0.01862 |
| 60 | 9.5 | 55200 | 470 | 1.087 | 0.02021 |
| 50 | 10 | 55200 | 470 | 0.906 | 0.02128 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan



Gambar 4.10 Grafik hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata

Tabel 4.21 Tegangan hancur maksimum dinding bata komposisi mortar 1:7

| No. sampel | Berat kering (kg) | Dimensi (cm) | | | P maks (kN) | Luas (mm ²) | Tegangan Hancur (MPa) |
|------------|-------------------|--------------|-------|--------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Panjang | Lebar | Tinggi | | | |
| I | 38.7 | 47 | 11 | 48.3 | 51.00 | 51700.00 | 0.986 |
| II | 37.6 | 48 | 11.5 | 48 | 70.00 | 55200.00 | 1.268 |
| III | 37.4 | 48 | 11.5 | 47 | 61.00 | 55200.00 | 1.105 |
| Jumlah | | | | | | | 3.360 |

Sumber : Hasil Penelitian dan Perhitungan

$$\text{Tegangan hancur rata-rata} = 3.360/3 = 1.120 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{(0.986-1.120)^2+(1.268-1.120)^2+(1.105-1.120)^2}{(3-1)}} \\ &= 0.141 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Keragaman} = \frac{0.141}{1.120} \times 100\% = 12.627\%$$

Dari hasil perhitungan dan grafik hubungan tegangan regangan 3 sampel dinding bata komposisi mortar 1:7, maka diperoleh nilai-nilai puncak tegangan :

- Benda uji 1 = 0.986 MPa
- Benda uji 1 = 1.268 MPa
- Benda uji 1 = 1.105 MPa

Dimana hasil rata-rata puncak tegangan untuk komposisi mortar 1:7 sebesar 1.120 MPa

4.4 Analisis Data

Dari data percobaan tiga jenis komposisi mortar serta tiga perlakuan tiap-tiap jenisnya, diperoleh nilai tegangan hancur tiap dinding bata. Dan untuk memastikan kembali tentang adanya pengaruh tegangan hancur model dinding bata merah terhadap komposisi mortar, maka diperlukan analisis statistik data. Karena perlakuan pada masing-masing benda uji tidak saling mempengaruhi satu dengan lainnya, maka dilakukan analisis varian satu arah (*one way anova*). Pada analisis ini digunakan tegangan hancur maksimum tiap-tiap perlakuan pada tiap jenis komposisi mortar.

Berikut analisis pengaruh komposisi campuran mortar terhadap tegangan model dinding bata merah dengan analisis varian satu arah (*one way anova*):

a) Menentukan hipotesis

H_a : Ada pengaruh campuran mortar terhadap tegangan hancur model dinding bata merah

H_o : Tidak ada pengaruh campuran mortar terhadap tegangan hancur model dinding bata merah

b) Hipotesis (H_a dan H_o) dalam bentuk statistik :

H_a : $A_1 \neq A_2 \neq A_3$

H_o : $A_1 = A_2 = A_3$

Keterangan :

A_1 : jenis komposisi mortar 1:3

A_2 : jenis komposisi mortar 1:5

A_3 : jenis komposisi mortar 1:7

c) Daftar statistik induk

Tabel 4.22 Daftar statistik induk

| Nilai Tegangan Maksimum Dinding (MPa) | | | | |
|---------------------------------------|------------------|----------------|----------------|--------|
| Perulangan | Komposisi Mortar | | | Total |
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | |
| 1 | 3.462 | 2.515 | 0.986 | |
| 2 | 2.386 | 1.477 | 1.268 | |
| 3 | 2.992 | 2.083 | 1.105 | |
| Statistik | | | | |
| n | 3 | 3 | 3 | 9 |
| ΣX | 8.841 | 6.075 | 3.360 | 18.276 |
| ΣX^2 | 26.637 | 12.845 | 3.802 | 43.284 |
| \bar{X} | 2.947 | 2.025 | 1.120 | 6.092 |
| $(\Sigma X)^2/n$ | 26.055 | 12.302 | 3.762 | 42.120 |
| s^2 | 0.291 | 0.272 | 0.020 | 0.582 |

d) Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Group (JK_A):

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{An})^2}{n_{An}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} = \left(\frac{(8.841)^2}{3} + \frac{(6.075)^2}{3} + \frac{(3.360)^2}{3} \right) - \frac{(18.276)^2}{9}$$

$$= 5.007$$

e) Menghitung derajat bebas Antar Group :

$$db_A = A - 1 = 3 - 1 = 2$$

f) Menghitung Kuadrat Rerata Antar Group (KR_A) :

$$KR_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{5.007}{2} = 2.504$$

g) Menghitung Jumlah Kuadrat Dalam Antar Group (JK_D) :

$$JK_D = \Sigma X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{An})^2}{n} = 43.284 - \left(\frac{(8.841)^2}{3} + \frac{(6.075)^2}{3} + \frac{(3.360)^2}{3} \right)$$

$$= 1.164$$

h) Menghitung derajat bebas Dalam Group (db_D) :

$$db_D = N - A = 9 - 3 = 6$$

- i) Menghitung Kuadrat Rerata Dalam antar Group (KR_D) :

$$KR_D = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{1.164}{6} = 0.194$$

j) $F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D} = \frac{2.504}{0.194} = 12.902$

- k) Taraf signifikasi sebesar $\alpha = 0.05$

- l) Menentukan F_{tabel}

$$F_{Tabel} = F_{(1-\alpha)(db_A, db_D)}$$

$$F_{Tabel} = F_{(1-0,05)(2,6)}$$

$$F_{Tabel} = 5.14$$

- m) Tabel ringkasan anova

Tabel 4.23 Ringkasan anova satu jalur

| Sumber Varian (SV) | Jumlah Kuadrat (JK) | Derajat Bebas (db) | Kuadrat Rerata (KR) | F_{hitung} | Taraf Signifikasi (ρ) |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Antar group (A) | 5.007 | 2 | 2.504 | 12.902 | < 0.05 |
| | | | | | $F_{tabel} = 5.14$ |
| Dalam group (D) | 1.164 | 6 | 0.194 | - | - |
| Total | 6.171 | 8 | - | - | - |

- n) Kriteria pengujian

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka H_0 ditolak berarti berpengaruh. Setelah dicocokkan dengan tabel F kemudian dibandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} . Ternyata : $F_{hitung} > F_{tabel}$, atau $12.902 > 5.14$ maka H_0 ditolak, berarti berpengaruh.

- o) Kesimpulan

Dari hasil analisis data secara statistik didapat harga F_{hitung} yang akan dibandingkan dengan F_{tabel} . Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini berarti variasi komposisi campuran mortar memberikan pengaruh nyata terhadap tegangan model dinding pasangan bata merah.

4.5 Pembahasan

Hasil pengujian analisis saringan agregat halus, grafik gradasi pasir menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan pada penelitian ini masuk pada zona 2 yang berarti pasir agak kasar, sedangkan dari uji penyerapan agregat halus diperoleh nilai penyerapan pasir sebesar 0.908 %.

Dari hasil pengujian kuat tekan bata merah itu sendiri yang telah dilakukan berdasarkan SII 0021-78, dari tiga sampel diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4.91 MPa. Hasil tersebut telah memenuhi syarat dalam Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983 dimana kekuatan tekan bata merah tidak boleh kurang dari 30 kg/cm^2 atau minimal sebesar 2.942 MPa.

Pada uji kubus mortar hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada campuran 1:3 yaitu sebesar 12.09 MPa, kemudian campuran 1:5 sebesar 8.79 MPa, dan untuk kuat tekan rata-rata mortar terendah diperoleh dari komposisi mortar 1:7 yaitu sebesar 4.99 MPa. Hasil uji pendahuluan tersebut membuktikan jika komposisi mortar yang paling kuat digunakan untuk dinding bata adalah komposisi mortar 1:3. Hal ini merupakan pengaruh banyaknya kandungan semen sehingga mengakibatkan daya ikat mortar yang semakin besar.

Sedangkan untuk pengujian kuat tekan pasangan dinding bata yang berukuran $\pm 48 \text{ cm} \times 48 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$, berdasarkan hasil perhitungan dan grafik hubungan tegangan-regangan diperoleh :

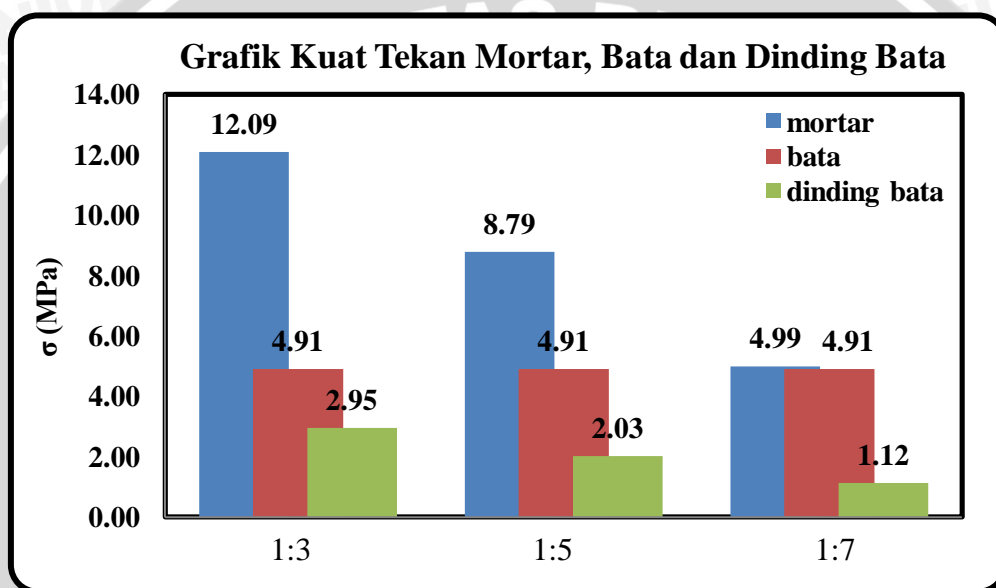
- komposisi mortar 1:3, nilai puncak tegangan dinding rata-rata = 2.947 MPa.
- komposisi mortar 1:5, nilai puncak tegangan dinding rata-rata = 2.025 MPa.
- komposisi mortar 1:7, nilai puncak tegangan dinding rata-rata = 1.120 MPa.

Dengan analisis varian satu arah (*one way anova*) terhadap hasil tegangan dinding rata-rata, diperoleh hasil jika variasi komposisi campuran mortar memberikan pengaruh terhadap tegangan model dinding pasangan bata merah.

Hasil sembilan sampel pasangan dinding bata menunjukkan, komposisi mortar 1:3 memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi diantara komposisi mortar 1:5 dan 1:7. Banyaknya kandungan semen pada komposisi mortar 1:3, menyebabkan

ikatan yang terjadi lebih kuat dan cenderung menyebabkan tegangan yang terjadi lebih besar. Hasil uji dinding pasangan bata dengan komposisi mortar 1:7 terbukti paling lemah karena komposisi pasir yang digunakan paling banyak. Hasil uji dinding ini juga membuktikan komposisi mortar yang paling kuat untuk digunakan pada pasangan dinding bata adalah komposisi mortar 1:3.

Grafik berikut ini juga menunjukkan perbandingan kuat tekan mortar, bata dan dinding bata komposisi mortar 1:3, 1:5 dan 1:7.



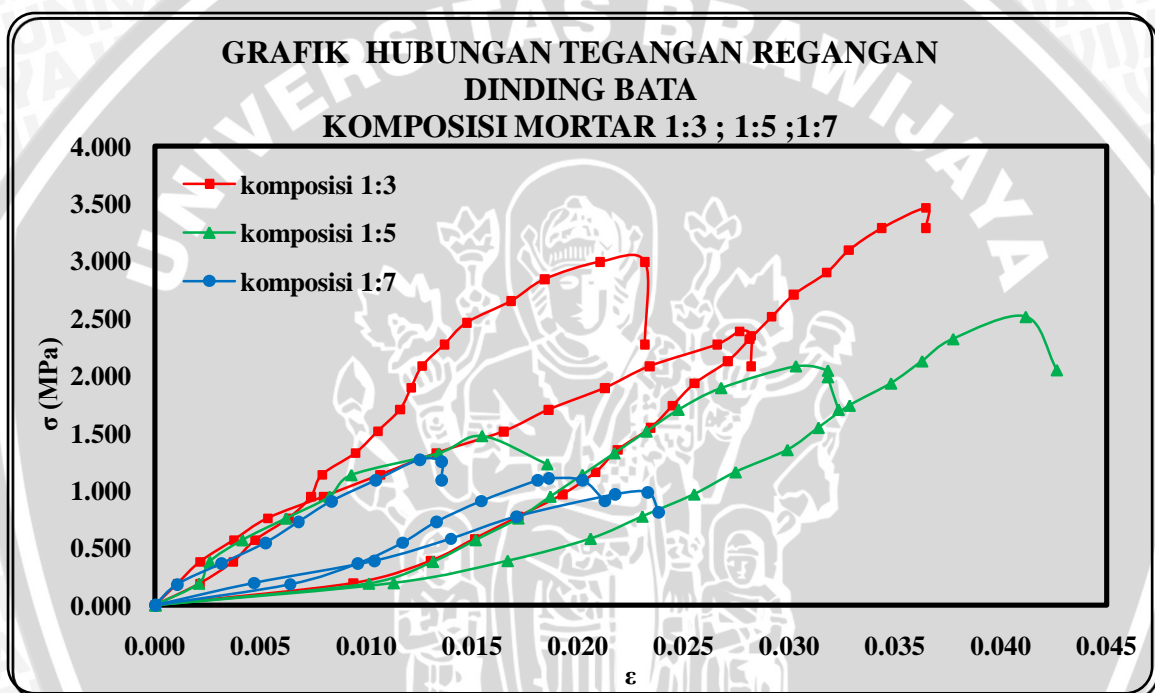
Gambar 4.11 Grafik batang perbandingan kuat tekan mortar, bata dan dinding bata komposisi mortar 1:3 ; 1:5 ; 1:7

Grafik diatas menunjukkan penambahan kuat tekan mortar berbanding lurus dengan berkurangnya proporsi pasir dalam campuran mortar. Dimana kuat tekan mortar naik sebesar 43.22% dari komposisi 1:7 (4.99 MPa) ke komposisi 1:5 (8.79 MPa), kemudian naik sebesar 27.33% dari komposisi 1:5 ke komposisi 1:3 (12.09 MPa).

Sementara itu untuk nilai kuat tekan dindingnya, juga berbanding lurus dengan berkurangnya proporsi pasir dalam campuran mortar. Peningkatan kuat tekan dinding sebesar 44.70% dari komposisi 1:7 (1.12 MPa) ke komposisi 1:5 (2.03 MPa), kemudian naik sebesar 31.29% dari komposisi 1:5 ke komposisi 1:3 (2.95 MPa). Hal ini membuktikan jika semakin banyak kandungan semen pada

suatu campuran mortar, maka semakin besar pula kekuatan dinding tersebut. Peningkatan kekuatan terbesar terjadi pada komposisi 1:5 jika dibandingkan dengan komposisi 1:3. Selain itu juga diperoleh dinding dengan kekuatan mortar dan bata yang seimbang yaitu komposisi 1:7.

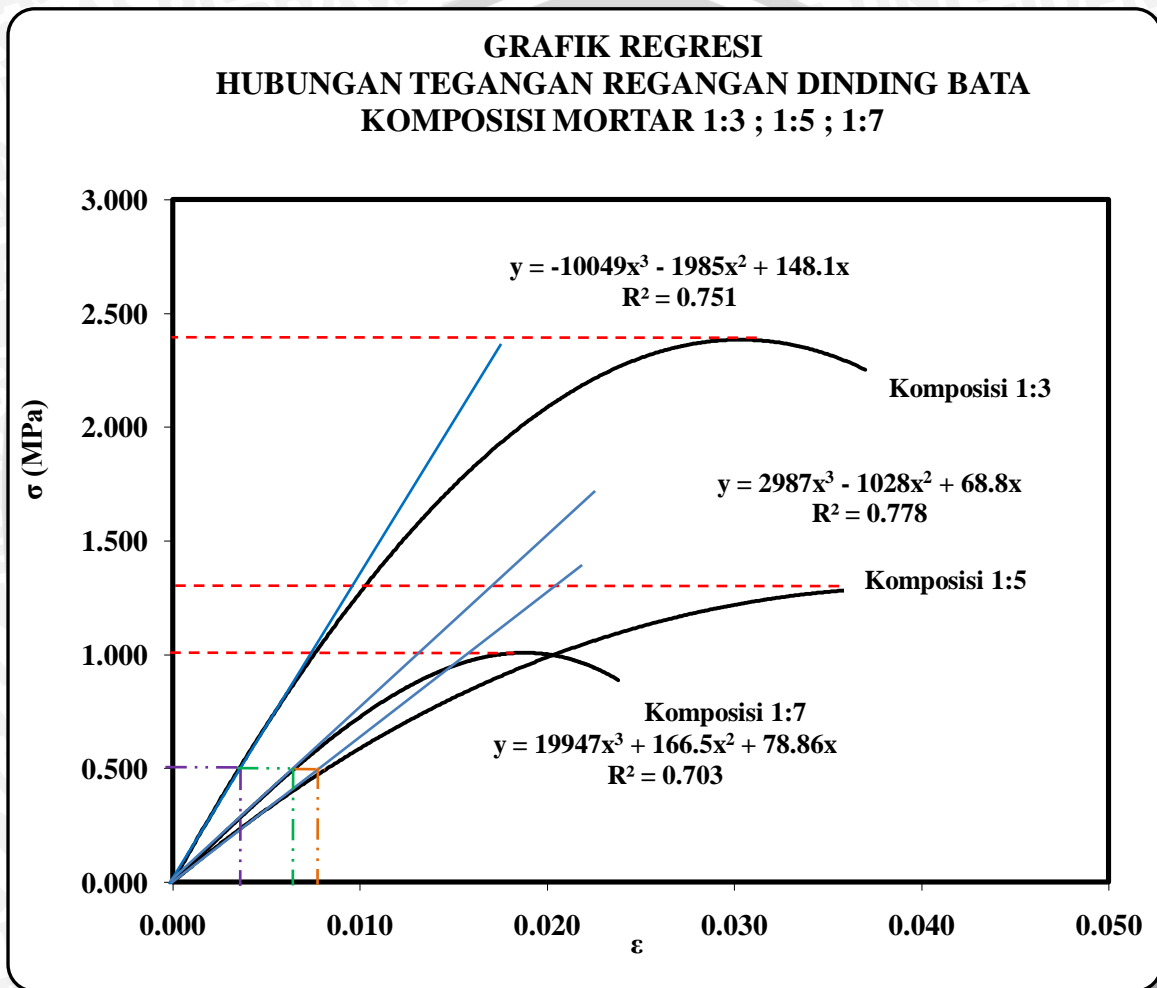
Untuk mengetahui penyebaran tegangan regangan yang terjadi pada dinding bata dengan variasi komposisi mortar, berikut adalah grafik campuran hubungan tegangan regangan sembilan benda uji pasangan dinding bata :



Gambar 4.12 Grafik campuran hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata komposisi mortar 1:3 ; 1:5 ; 1:7

Dari grafik diatas menunjukkan jika dinding dengan komposisi mortar 1:3 memiliki tegangan hancur mengumpul di bagian paling atas, disusul dengan komposisi mortar 1:5 dan yang paling rendah adalah kumpulan dinding bata dengan komposisi mortar 1:7. Jika ditinjau dari hasil masing-masing benda uji pada tiap komposisinya hasil uji cenderung berjauhan atau mengalami banyak perbedaan. Akan tetapi secara garis besar grafik diatas tetap dapat mewakili bahwa dinding komposisi 1:3 paling kuat.

Pada penelitian ini juga diperoleh grafik regresi hubungan antara tegangan-regangan pasangan dinding bata dengan variasi komposisi mortar 1:3, 1:5 dan 1:7. Dari ketiga sampel untuk masing-masing komposisi diperoleh hasil regresi sebagai berikut :



Gambar 4.13 Hasil regresi hubungan tegangan hancur (σ) dan regangan (ϵ) dinding bata komposisi mortar 1:3 ; 1:5 ; 1:7

Gambar di atas mewakili bentuk hubungan tegangan-regangan dinding bata yang terjadi pada penelitian ini. Masing-masing komposisi memiliki persamaan dan puncak yang berbeda-beda. Dari grafik diatas, komposisi 1:3 masih memiliki puncak tertinggi diikuti oleh komposisi 1:5 kemudian 1:7.

Dari ketiga hasil regresi grafik hubungan tegangan-regangan pasangan dinding bata, diperoleh puncak grafik regresi sebagai berikut :

- Komposisi mortar 1:3, dengan puncak tegangan 2.4 MPa
- Komposisi mortar 1:5, dengan puncak tegangan 1.3 MPa
- Komposisi mortar 1:7, dengan puncak tegangan 1.0 MPa

Jika ditarik garis linear pada regresi tersebut, dapat diperoleh besarnya nilai tangent α (kemiringan awal grafik), dimana :

$$tg \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Hasil nilai tg α adalah sebagai berikut :

- Komposisi 1:3

$$tg \alpha = \frac{0.5}{0.0035} = 142.857$$

- Komposisi 1:5

$$tg \alpha = \frac{0.5}{0.0065} = 66.667$$

- Komposisi 1:7

$$tg \alpha = \frac{0.5}{0.0075} = 76.923$$

Dari bentuk tegangan-regangan diatas, diperoleh nilai tg α untuk komposisi 1:3 memiliki nilai tertinggi diantara dua variasi komposisi mortar lainnya. Sedangkan pada pengujian variasi komposisi mortar 1:5 dan 1:7 terjadi hasil yang berbeda, dimana nilai tg α komposisi 1:7 lebih besar daripada nilai tg α komposisi 1:5 namun perbedaan tersebut tidak terlampau jauh. Hal ini disebabkan karena kurang sempurnanya benda uji yang dibuat serta jumlah benda uji yang hanya ada tiga untuk masing-masing komposisinya. Apabila pada penelitian berikutnya jumlah benda uji yang digunakan lebih banyak, kemungkinan hasil tg α untuk komposisi 1:5 lebih tinggi daripada komposisi 1:7.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dari hasil pengujian hipotesis, dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $12.902 > 5,14$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh variasi komposisi campuran mortar terhadap tegangan hancur dinding bata dan juga terjadi perbedaan tegangan antara pasangan dinding bata dengan komposisi mortar 1:3, 1:5, dan 1:7 akibat gaya tekan vertikal.
- 2) Terdapat hubungan antara variasi komposisi campuran mortar terhadap tegangan-regangan yang terjadi, dimana makin banyak kandungan semen pada suatu campuran mortar, maka makin besar pula kuat tekan dinding bata yang terjadi. Dimana hasil nilai puncak tegangan dinding rata-rata komposisi mortar 1:3 sebesar 2.947 Mpa, nilai puncak tegangan dinding rata-rata komposisi mortar 1:5 sebesar 2.025 Mpa, dan nilai puncak tegangan dinding rata-rata komposisi mortar 1:7 sebesar 1.120 MPa. Komposisi campuran yang paling kuat tentunya komposisi campuran yang paling banyak mengandung semen yaitu komposisi campuran mortar 1:3 karena daya ikatnya yang paling kuat.
- 3) Bentuk hubungan tegangan-regangan dinding bata yang terjadi pada penelitian ini memiliki bentuk persamaan pangkat tiga, dan bentuknya memiliki satu kelengkungan. Perbedaan yang terjadi diantara tiga komposisi ini adalah komposisi campuran mortar paling banyak semen (1:3) memiliki puncak kelengkungan yang paling tinggi, dan puncak kelengkungan terendah dimiliki oleh komposisi campuran mortar yang pasirnya paling banyak (1:7). Dimana, komposisi mortar 1:3 dengan puncak tegangan 2.4 Mpa, komposisi mortar 1:5 dengan puncak tegangan 1.3 Mpa, dan komposisi mortar 1:7 dengan puncak tegangan 1.0 Mpa. Berdasarkan bentuk grafik hubungan tegangan-regangan

dinding bata, juga diperoleh nilai tangent α , untuk komposisi 1:3 nilai tangent α paling tinggi yaitu sebesar 142.857, untuk komposisi 1:5 sebesar 66.667, dan untuk komposisi 1:7 sebesar 76.923.

5.2 Saran

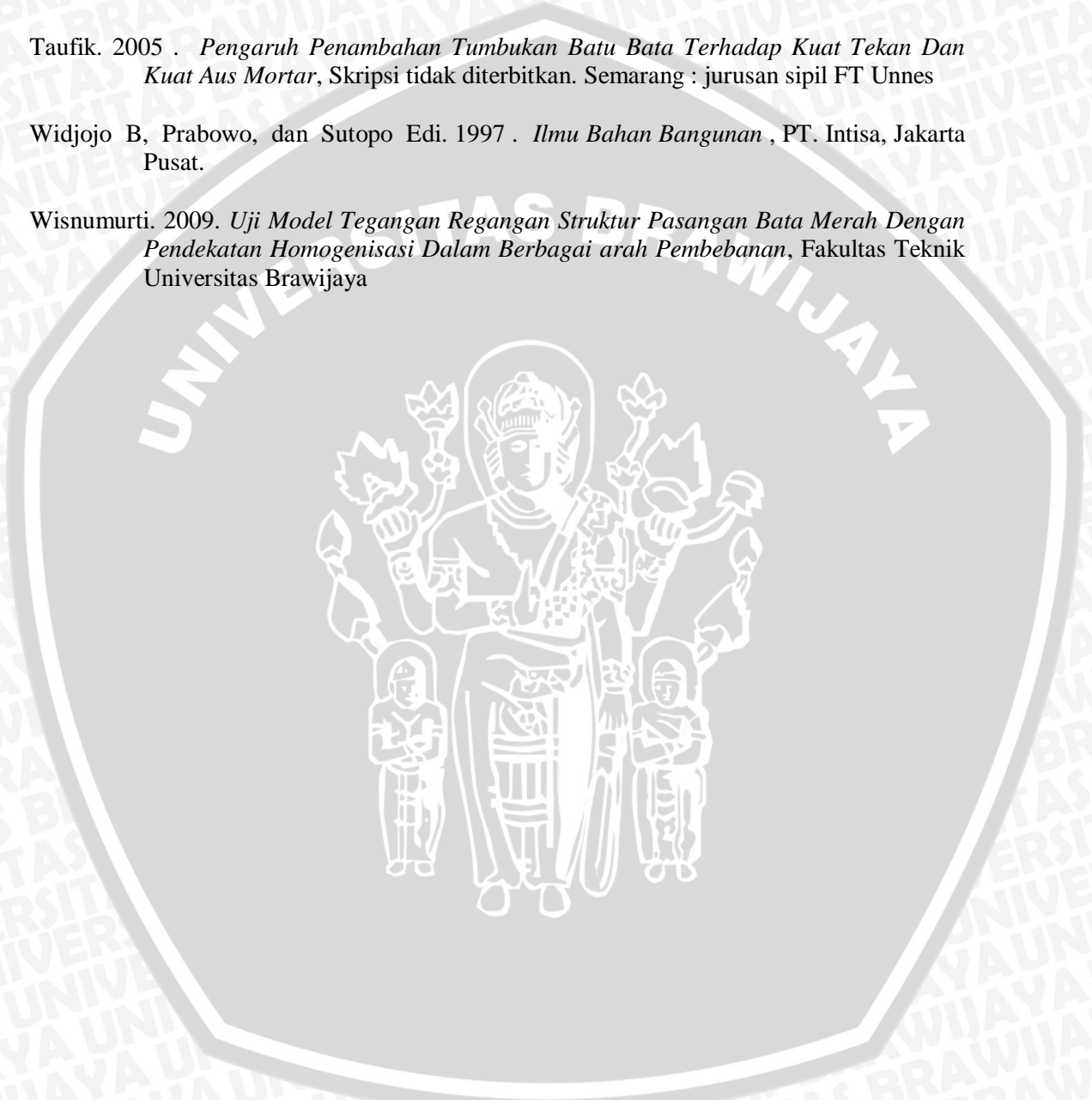
Beberapa saran yang dapat melengkapi penelitian ini :

1. Sebaiknya sebelum digunakan, bata merah direndam terlebih dahulu hingga sampai pada kondisi jenuh air. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi penyerapan air pada mortar oleh bata merah.
2. Diharapkan dalam pencampuran mortar benar-benar merata antara pasir, semen, dan air.
3. Sebaiknya kelecakan mortar yang akan digunakan sebagai perekat benar-benar diperiksa kadar kelecakannya agar daya rekat yang dihasilkan mortar lebih optimal.
4. Sebaiknya dalam penelitian, variasi komposisi campuran mortar ditambah (misalnya komposisi mortar 1:9) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam menentukan kesimpulan.
5. Sebaiknya benda uji yang digunakan jumlahnya lebih dari tiga agar dapat diperoleh hasil yang lebih maksimal (lebih akurat).
6. Dalam pembuatan benda uji diharapkan peneliti harus lebih teliti dalam teknik pembuatan dinding pasangan bata meliputi uji pendahuluan, pembuatan mortar, pembuatan benda uji dan pada saat pengujian.
7. Pada saat pengujian diusahakan tidak ada celah saat pemberian beban (beban benar-benar menempel pada plat baja).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, *Masonry*, diakses dari www.wikipedia.com, 3 Maret 2009
- Budiono, B. dan Herwani. 2003. *Model Elemen Hingga Non Linier Untuk Karakterisasi Panel Dinding Bata Pengisi Terhadap Gaya Lateral Siklik*, PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 35 A, No. 2. Bandung
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Semen Portland Pozolan*, SNI 15-0302-2004
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa Dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983*, Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, SNI-M-111-1990-03. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Mendirikan Gedung*, Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, SNI M-08-1989-F. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, SNI M-10-1989-F. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta
- DH, Ismuyo, Ir. 1984. *Bahan Bangunan Teknik*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Departemen Perindustrian. *Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal*. SII 0021-78.
- Frick, H dan Koesmartadi Ch. 1980 . *Ilmu Konstruksi Bangunan 1*, Kanisius, Yogyakarta.
- Frick, H dan Koesmartadi Ch. 1999 . *Ilmu Bahan Bangunan* , Kanisius dan Soegijapranata, University Perss.
- Harahap, Mochammad Chanip . 2007 . *Optimalisasi Variasi Kadar Air Pada Campuran Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : jurusan sipil FT Unibraw, 2007.
- Lembaga Penelitian Masalah Bangunan . 1971 . *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung
- Palupi, Kiki Andriana . 2007 . *Optimalisasi Penggunaan Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : jurusan sipil FT Unibraw, 2007.

- Singer, Ferdinand L. 1985 . *Ilmu Kekuatan Bahan* , Erlangga, Jakarta Pusat.
- Tamrin, A.G. 2008 . *Teknik Konstruksi Bangunan Gedung Jilid I* , Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta Pusat
- Taufik. 2005 . *Pengaruh Penambahan Tumbukan Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Aus Mortar*, Skripsi tidak diterbitkan. Semarang : jurusan sipil FT Unnes
- Widjojo B, Prabowo, dan Sutopo Edi. 1997 . *Ilmu Bahan Bangunan* , PT. Intisa, Jakarta Pusat.
- Wisnumurti. 2009. *Uji Model Tegangan Regangan Struktur Pasangan Bata Merah Dengan Pendekatan Homogenisasi Dalam Berbagai arah Pembebanan*, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya



Lampiran 1. Hasil pengujian bahan-bahan dasar

Lampiran 1.1 Tabel hasil analisis pasir

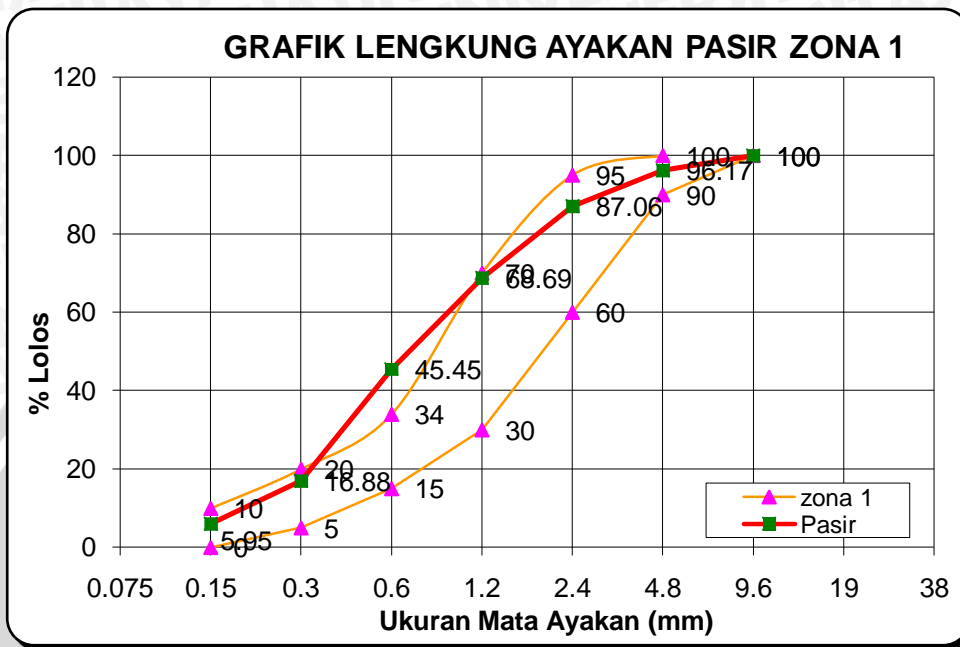
| Lubang Saringan | | Pasir | | | |
|-----------------|-------|---------------|------------|----------------|-----------|
| | | Tertinggal | | Komulatif | |
| no. | mm | Gram | % | Tertinggal (%) | Lolos (%) |
| 4 | 4.760 | 35.80 | 3.83 | 3.83 | 96.17 |
| 8 | 2.380 | 85.20 | 9.11 | 12.94 | 87.06 |
| 16 | 1.190 | 171.80 | 18.37 | 31.31 | 68.69 |
| 30 | 0.590 | 217.30 | 23.24 | 54.55 | 45.45 |
| 50 | 0.297 | 267.20 | 28.57 | 83.12 | 16.88 |
| 100 | 0.149 | 102.20 | 10.93 | 94.05 | 5.95 |
| 200 | 0.075 | 55.60 | 5.95 | 100.00 | 0.00 |
| pan | | 55.65 | | | |
| | | 990.75 | 100 | 379.81 | |

Perhitungan modulus halus pasir

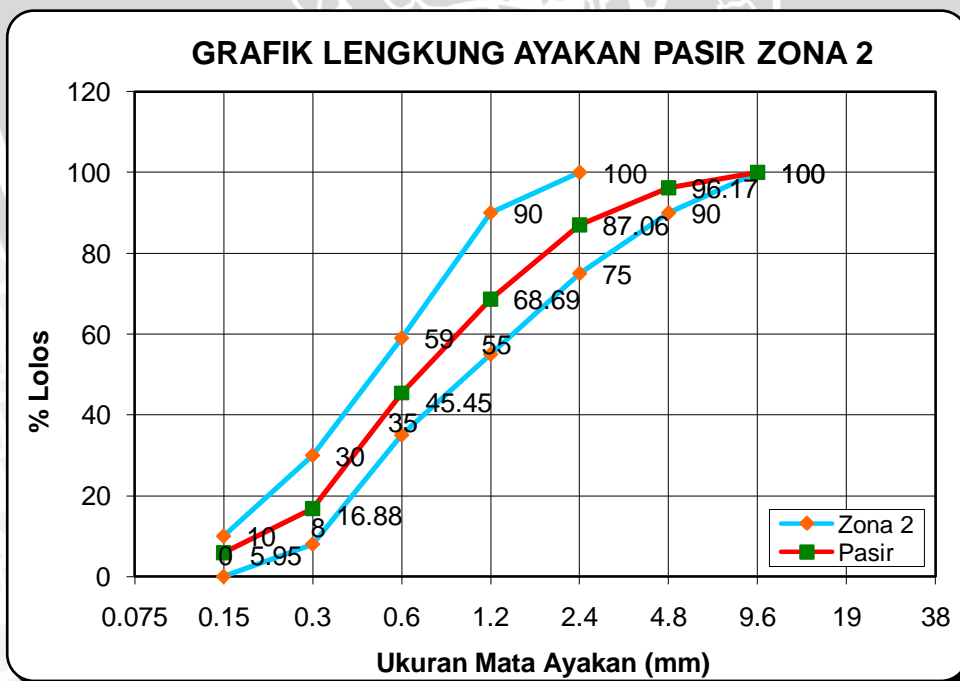
$$\begin{aligned}\text{Modulus halus} &= (94.05 + 83.12 + 54.55 + 31.31 + 12.94 + 3.83)/100 \\ &= 2.798\end{aligned}$$



Lampiran 1.2 Grafik gradasi pasir

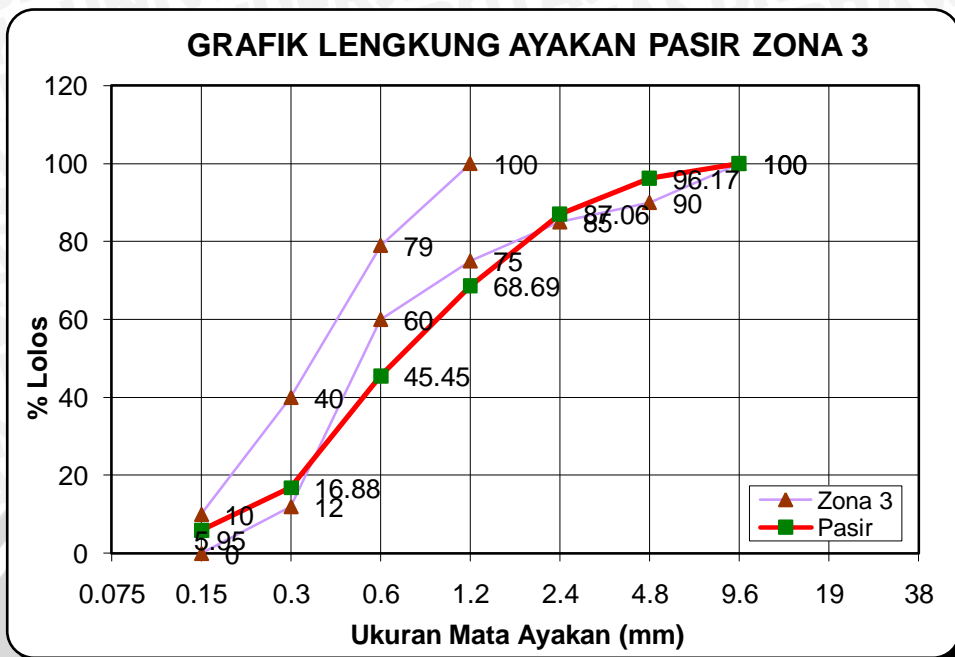


(Sumber grafik : SNI T-15-1990-03)

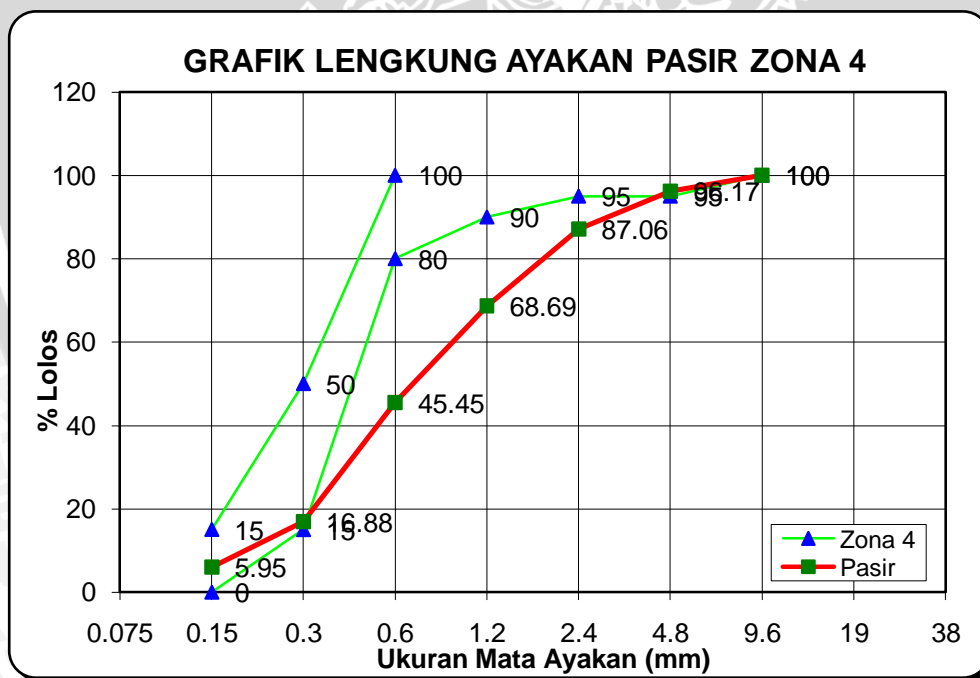


(Sumber grafik : SNI T-15-1990-03)





(Sumber grafik : SNI T-15-1990-03)



(Sumber grafik : SNI T-15-1990-03)

Dari plotting hasil analisis saringan dalam grafik lengkung ayakan pasir, didapatkan bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian termasuk zona 2.

Lampiran 1.3 Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

| NOMOR CONTOH | | | N |
|------------------------------------------------------------|-----|------|-------|
| Berat benda uji kering permukaan jenuh | 500 | (gr) | 500 |
| Berat benda uji kering oven | Bk | (gr) | 495.5 |
| Berat piknometer diisi air (pada suhu kamar) | B | (gr) | 671.5 |
| Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (pada suhu kamar) | Bt | (gr) | 976 |

Sumber : Hasil Penelitian

| NOMOR CONTOH | | | N |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------|
| Berat jenis curah (Bulk Specific Gravity) | $Bk / (B+500-Bt)$ | | 2.535 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry) | $500 / (B+500-Bt)$ | | 2.558 |
| Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) | $Bk / (B+Bk-Bt)$ | | 2.594 |
| Penyerapan (%) (Absorption) | $(500-Bk) / Bk * 100 \%$ | | 0.908 |

Sumber : Hasil Penelitian

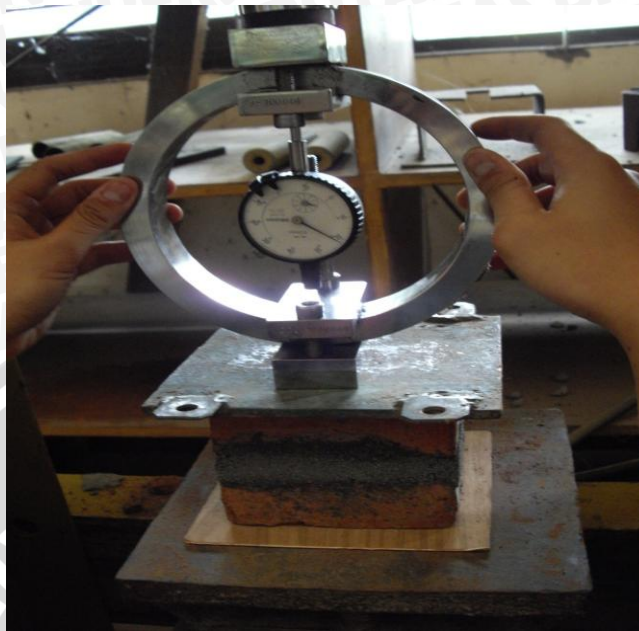
Lampiran 2. Dokumentasi



Gambar 1. Bata Gondanglegi yang digunakan dalam penelitian



Gambar 2. Benda uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78



Gambar 3. Uji kuat tekan bata merah menurut SII 0021-78



Gambar 4. Benda uji kuat tekan kubus mortar
Komposisi mortar 1 : 3
Ukuran 5cm x 5cm x 5cm



Gambar 5. Benda uji kuat tekan kubus mortar
 Komposisi mortar 1 : 5
 Ukuran 5cm x 5cm x 5cm



Gambar 6. Benda uji kuat tekan kubus mortar
 Komposisi mortar 1 : 7
 Ukuran 5cm x 5cm x 5cm



Gambar 7. Uji kuat tekan kubus mortar



Gambar 8. Proses pembuatan benda uji dinding bata



Gambar 9. Model dinding pasangan bata merah



Gambar 10. Model dinding pasangan bata merah di mesin pengujian



Gambar 11. Model dinding pasangan bata merah pada saat proses pengujian



Gambar 12. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:3, benda uji 1



Gambar 13. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:3, benda uji 2



Gambar 14. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:3, benda uji 3



Gambar 15. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:5, benda uji 1



Gambar 16. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:5, benda uji 2



Gambar 17. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:5, benda uji 3



Gambar 18. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:7, benda uji 1



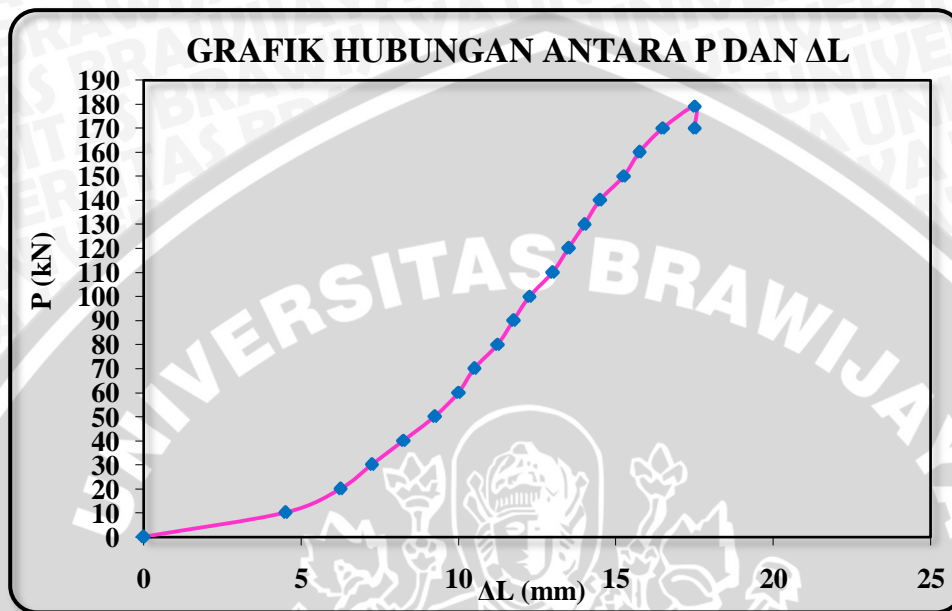
Gambar 19. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:7, benda uji 2



Gambar 20. Pola retakan yang terjadi pada dinding bata komposisi mortar 1:7, benda uji 3

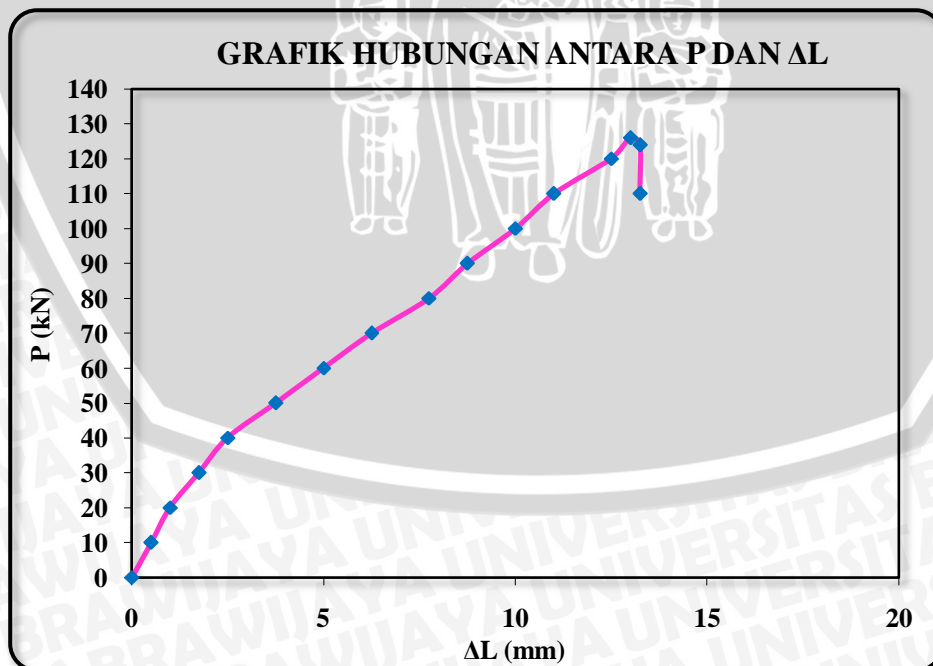
Lampiran 3. Grafik Hasil Pengujian Dinding Bata Hubungan P dan ΔL

Lampiran 3.1 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:3



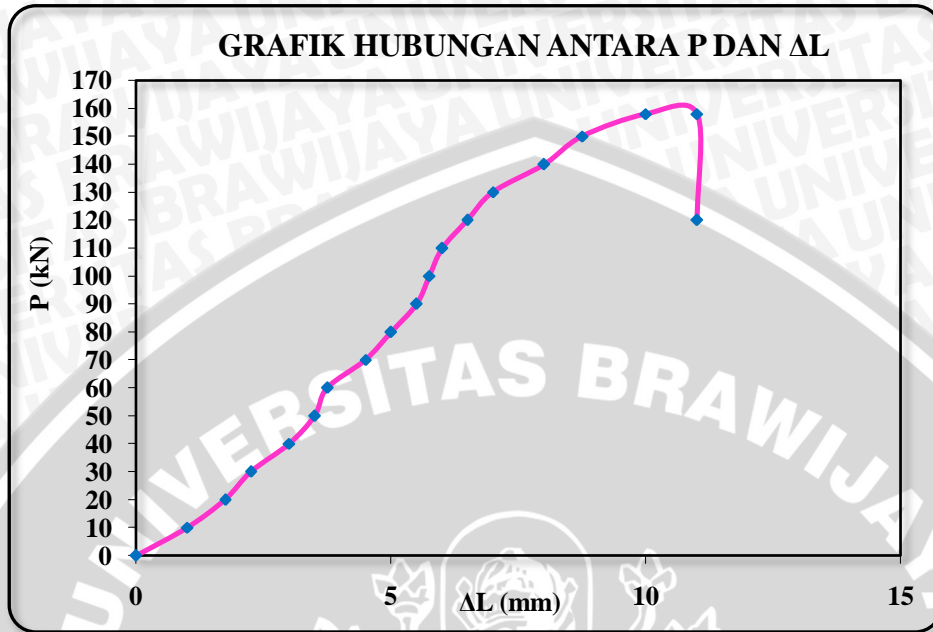
(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.2 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:3



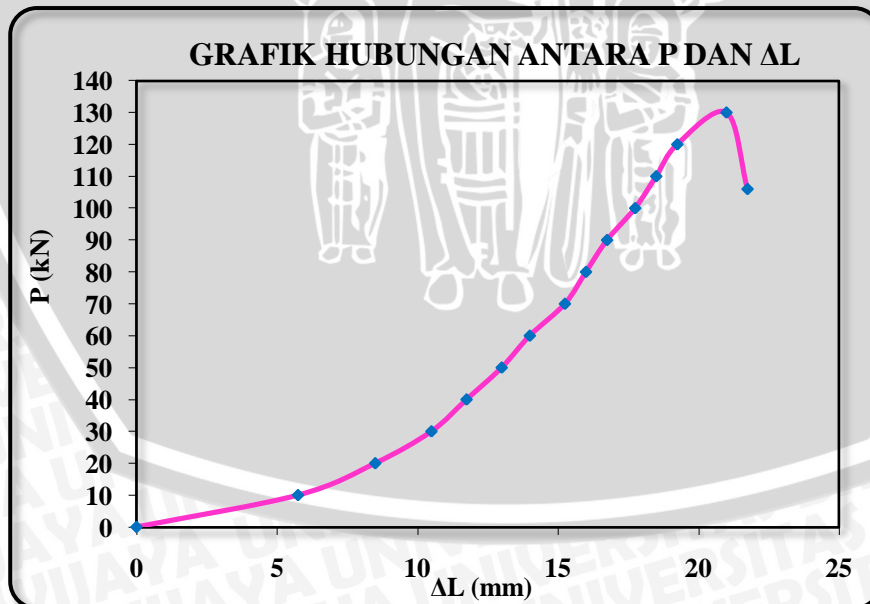
(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.3 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:3



(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

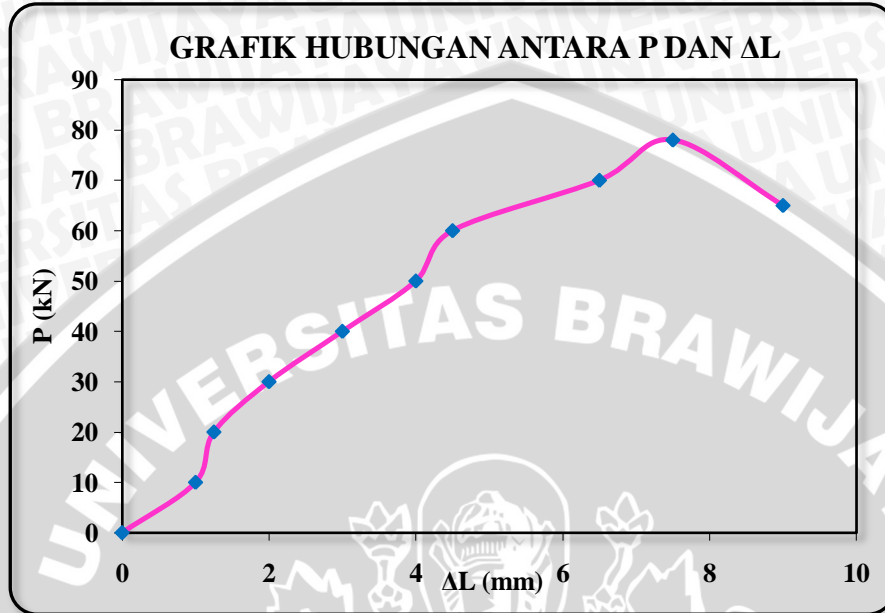
Lampiran 3.4 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:5



(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

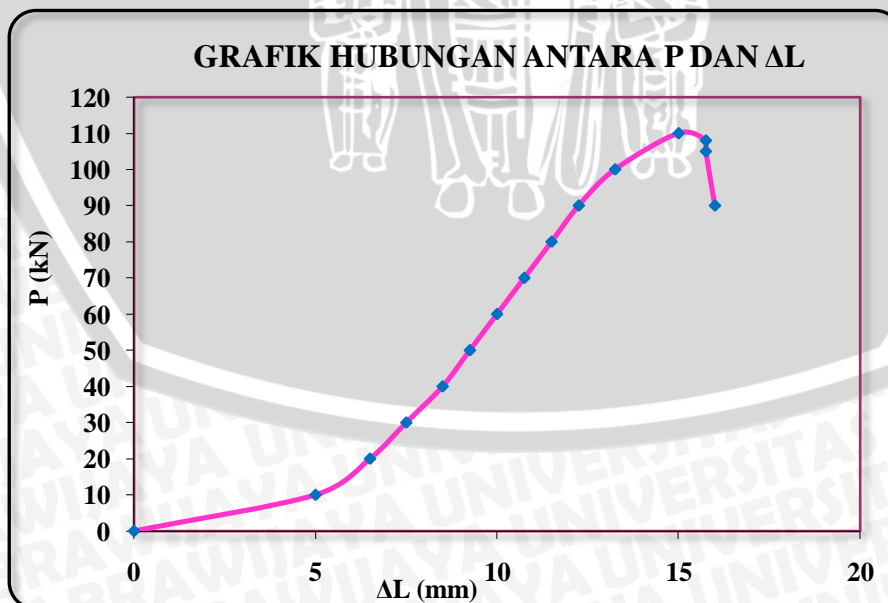


Lampiran 3.5 Perlakuan 2 komposisi mortar 1:5



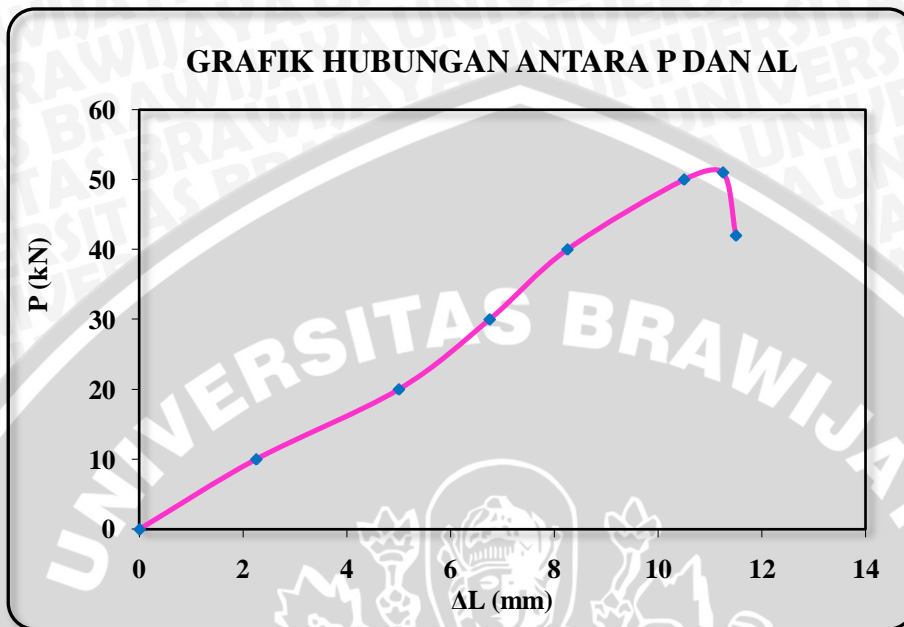
(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.6 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:5



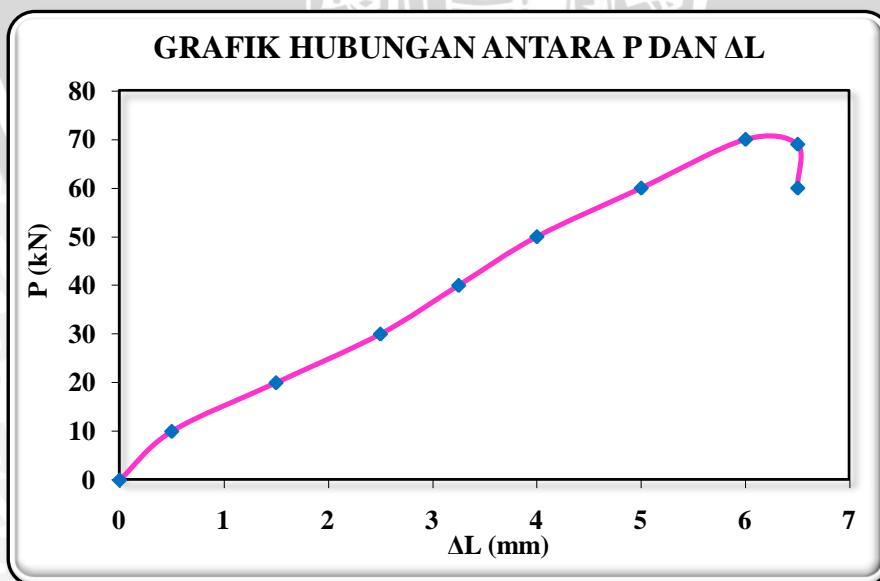
(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.7 Perlakuan 1 komposisi mortar 1:7



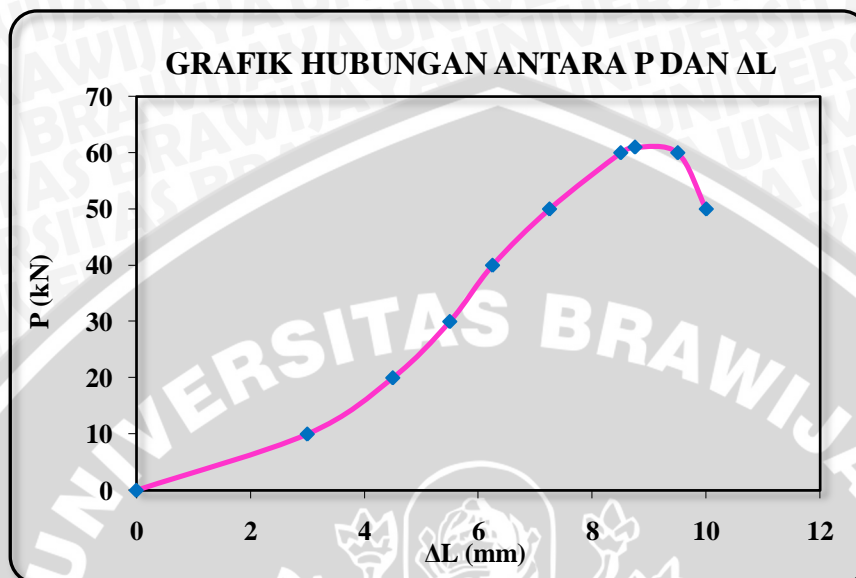
(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.8 Perlakuan 2 komposisi mortar 1:7



(Sumber grafik : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.9 Perlakuan 3 komposisi mortar 1:7



(Sumber grafik : Hasil Penelitian)