



**MEMBANDINGKAN BESAR LENDUTAN PADA HASIL PENGUJIAN
STRUKTUR PELENGKUNG PASANGAN BATU BATA DAN PEMODELAN
PADA SOFTWARE BANTU ANALISA STRUKTUR**

SKRIPSI

Oleh:

Norma Aulia Narulita

NIM 101910301040

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**MEMBANDINGKAN BESAR LENDUTAN PADA HASIL PENGUJIAN
STRUKTUR PELENGKUNG PASANGAN BATU BATA DAN PEMODELAN
PADA SOFTWARE BANTU ANALISA STRUKTUR**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1), dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Norma Aulia Narulita

NIM 101910301040

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Jembatan pelengkung adalah salah satu penerapan sistem pelengkung, desainnya memanfaatkan struktur lengkung yang secara alami meneruskan beban dari lantai kendaraan ke kedua abutmen sehingga tidak mengakibatkan geser ke samping, dan gaya tekan yang tersalur ke abutmen menjadi gaya normal tekan tanpa lenturan. Sebenarnya desain lengkung sudah mampu mengatasi gaya tarik akibat tekan, namun pada jembatan yang memiliki sudut lengkung besar atau bisa dikatakan pelengkungnya tinggi, pengaruh gaya tekannya semakin kecil, dan begitupun sebaliknya.

Material yang memiliki kuat tekan relatif tinggi dibanding kuat tariknya adalah pasangan batu kali, pasangan batu bata ataupun beton. hingga saat ini masih banyak jembatan pelengkung yang menggunakan isian pasangan batu kali ataupun batu bata dan masih mampu berfungsi dengan baik. Salah satu contohnya adalah jembatan Macan Putih di Kecamatan Kabat Banyuwangi yang memiliki struktur lengkung dengan isian pasangan batu kali.

Pasangan batu bata adalah salah satu struktur yang sering digunakan karena dapat menahan tekan relative tinggi akibat beratnya. Faktor yang mempengaruhi kuat layan pasangan batu bata salah satunya adalah spesi atau isian pasangan, beberapa pengujian terhadap spesi pada struktur jembatan lama yang menggunakan isian batu bata memiliki mutu rendah atau komposisi campuran pasir yang tinggi, tapi telah mampu melayani gaya tekan yang tinggi. Abd. Halim (Widya Teknika Vol.20 No.1;

Maret 2012)) tentang kuat tekan dan kuat geser spesi tembok memperlihatkan pada campuran spesi pc:ps 1;8 memiliki kuat tekan $f_c' 0,844$ dengan benda uji balok beton (spesi) ukuran 5x5x5. Sedangkan Rizaldhy Hasian Harahap (2012) memberikan data kuat tekan batu bata rata-rata sebesar $28,52 \text{ kg/cm}^2$ dengan modulus elastisitas 2237,5 Mpa untuk batu bata tanpa plesteran menurut penelitian di lab Universitas Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tugas akhir ini akan membandingkan harga lendutan dari pengujian di laboratorium dengan hasil analisa pada *software* bantu analisa struktur berdasarkan perilaku akibat gaya aksialnya, dengan mengasumsikan model jembatan lengkung sederhana isian batu bata dengan beban terpusat pada tengah bentang.

1.2 Rumusan masalah

Dari latar belakang tersebut diatas dapat rumusan masalah:

- Berapa besar perbandingan lendutan hasil pengujian di laboratorium dan hasil pemodelan pada *software* bantu analisa struktur?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

- Mengetahui besar lendutan hasil pengujian dilaboratorium
- Mengetahui besar lendutan hasil pemodelan pada *software* bantu analisa struktur

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari mengetahui besar kemampuan struktur pelengkung menerima beban serta setelah mengetahui perbandingan hasil secara pengujian dan perhitungan teori adalah sebagai berikut:

- Mengetahui perilaku lendutan atau deformasi struktur lengkung pasangan batu bata akibat stress aksial pada pengujian laboratorium
- Mampu memodelkan benda uji pada pada *software* bantu analisa struktur dan mampu membaca hasil lendutannya
- Memahami perilaku struktur lengkung akibat stress dalam pada *software* bantu analisa struktur
- Pemodelan pada *software* bantu analisa struktur dapat digunakan sebagai bahan materi analisa jembatan pelengkung khususnya dengan material isian batu bata

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Besar kuat tekan rata-rata pasangan batu bata berdasarkan hasil pengujian dengan besar perbandingan material spesi batu bata pada setiap kondisi pasangan batu bata yang digunakan telah di tentukan dalam perencanaan yaitu perbandingan semen pasir sebesar 1:15
- mengasumsikan beban titik pada tengah bentang
- tidak melakukan pengujian terhadap elastisitas dan rasio poisson pasangan batu bata

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspek model struktur lengkung pasangan batu bata

Pemanfaatan struktur lengkung pada umumnya diaplikasikan pada struktur jembatan bentang pendek maupun panjang. Jembatan-jembatan lengkung dengan arsitektur kuno dapat berusia hingga ribuan tahun dan banyak ditemukan tersebar diberbagai penjuru dunia sebagai bukti kemajuan teknologi pada peradabannya.

Jembatan-jembatan lengkung tersebut memiliki bermacam-macam fungsi sesuai model strukturnya, semisal sebagai jembatan air, jembatan rel kreta, jembatan jalan umum sampai dengan fungsi monumental dan fenomenal.



Gambar 2.1 jembatan lengkung yang berfungsi sebagai jembatan penyebrangan



Gambar2.2 saluran air Segovia

(jembatan lengkung yang berfungsi sebagai jembatan air)

Jembatan pelengkung adalah struktur setengah lingkaran dengan abutmen di kedua sisinya. Desain pelengkung (setengah lingkaran) secara alami akan mengalihkan beban yang diterima lantai kendaraan jembatan menuju ke abutmen yang menjaga kedua sisi jembatan agar tidak bergerak kesamping.

Ketika menahan beban akibat berat sendiri dan beban lalu lintas, setiap bagian pelengkung menerima gaya tekan, karena alasan itulah jembatan pelengkung harus terdiri dari material yang tahan terhadap gaya tekan.

Walaupun pelengkung tidak mengalami gaya tarik yang membuat pelengkung lebih efisien dari jembatan balok, namun kekuatan struktur jembatan pelengkung juga masih dibatasi. Misal, untuk jembatan yang struktur utamanya diatas lantai kendaraan, semakin besar sudut kelengkungannya (semakin tinggi lengkungannya) maka pengaruh gaya tekan akan semakin kecil, namun itu berarti bentangnya menjadi lebih kecil, jika diinginkan membuat jembatan pelengkung dengan bentang panjang, maka sudut pelengkung harus diperkecil sehingga gaya tekanpun menjadi lebih besar dan diperlukan abutmen yang lebih besar untuk menahan gaya horizontal tersebut.

Jadi sama seperti jembatan balok bentang dari jembatan pelengkung juga dibatasi hingga 50 sampai 150 m.

Bentuk melengkung dari struktur memungkinkan berat sendiri struktur disalurkan ke pondasi sebagai gaya normal tekan tanpa lenturan. Hal ini sangat penting untuk material pasangan batu dan beton yang memiliki kuat tekan relatif sangat tinggi dibandingkan kuat tariknya., bahan tersebut juga memiliki kekakuan yang sangat besar sehingga faktor tekukan akibat gaya aksial tekan tidak menjadi masalah utama.

Karena bentuk struktur utamanya yang melengkung maka diperlukan lantai kerja untuk lalu lintas yang bisa diletakkan diatas, dibawah, atau diantara struktur utamanya.

2.2 Aspek material pasangan

2.2.1 Batu bata

Batu bata adalah Bahan bangunan yang paling sering digunakan untuk membuat dinding, pagar dan beberapa element yang lain. Di Indonesia, batu bata yang paling populer adalah yang terbuat dari tanah liat atau lempung. Sejak jaman dulu batu bata ini telah jadi bahan pilihan utama dalam pembuatan bangunan.

Batu bata dari tanah liat ini terbagi menjadi dua jenis yaitu batu bata merah dan batu bata muka. Batu bata merah warnanya tidak selalu seragam namun kebanyakan adalah merah kecoklatan. Teksturnya agak kasar dan tidak rapi. Tingkat kekerasannya juga tidak sama. Hal ini disebabkan karena tidak ada standar baku dalam proses pembakarannya. Batu bata ini sering dipakai untuk membuat dinding yang diberi lapisan penutup atau plester. Sedang batu bata muka, permukaannya lebih halus dan licin. Warnanya sama meski tidak seratus persen persis. Pada umumnya

dipakai untuk membuat dinding ekspose dan hiasan interior atau eksterior sehingga tidak perlu ditutup dengan plester. Batu bata ini juga sering dinamakan batu bata imitasi. Selain dari tanah liat, sebenarnya masih ada beberapa jenis batu bata yang lain.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan bata adalah:

1. permukaan baru bata. Jika permukaan bata bebas dari retak-retak dan rata, maka akan menghasilkan kuat tekan yang besar, dan sebaliknya jika permukaan retak-retak dan tidak rata maka akan menghasilkan kuat tekan yang kecil.
2. Daya serap batu bata. Apabila daya serap rendah, maka hampir tidak ada ikatan mekanis antara batu bata dengan adukan spesi atau pasta, sehingga akan menghasilkan kekuatan sambungan yang kecil. Dan apabila daya serap tinggi, juga akan menghasilkan hal yang sama karena hal itu dalam waktu yang singkat akan meninggalkan adukan spesi atau pasta tersebut.
3. Pengaruh campuran spesi atau pasta. Campuran adukan spesi atau pasta juga harus memperhatikan, terutama mengenai:
 - Air. Air adukan spesi sangat berpengaruh terhadap daya serap batu bata, untuk hal itu air yang dipakai untuk campuran spesi harus diperhitungkan daya serapnya agar air adukan tidak sampai diserap oleh batu bata.
 - Tebal arsiran. Semakin tebal siar, maka regangan triaksialnya juga akan semakin besar sehingga kekuatan beton semakin besar.
 - Produksi batu bata. Apabila saat proses pembuatan batu bata berjalan dengan baik (sesuai prosedur), maka akan menghasilkan batu bata dengan mutu yang baik dan mempunyai kuat tekan yang besar.

dengan rumus perhitungan kuat tekan sebagai berikut:

$$\text{kuat tekan} = \frac{P \text{ (Kg)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}} \quad \dots(2.1)$$

Dengan :

P : beban maksimum (kg)

A : luas penampang (cm²)

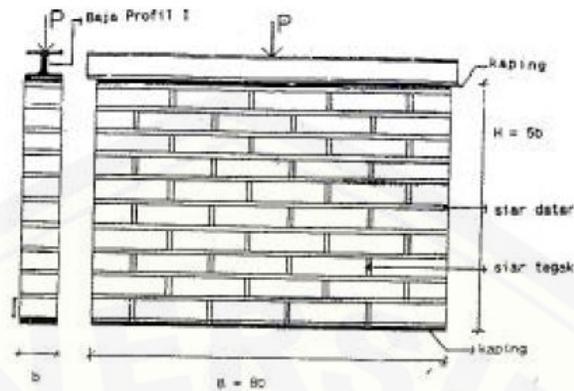
Tabel 2.1 Data hasil pengujian kuat tekan batu bata

No	Ukuran (cm)		Luas bidang Tekan (cm ²)	Beban Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
	Panjang	Lebar			
1	11,45	11,21	128.41	5900	45.95
2	11,33	11,02	124.86	3500	28.03
3	11,1	11,15	123.77	2970	24.00
4	11,05	11,25	124.31	3050	24.53
5	11,25	11,15	125.44	3100	24.71
6	10,95	11,35	124.28	2970	23.90

Sumber: Rizaldhy Hasian Harahap (2012)

2.2.2 Pengujian kuat tekan pasangan batu bata

Metode pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah menggunakan SNI 03-4164-1996, tentang ketentuan dan tata cara pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah yang tidak di plester.



Gambar 2.3 metode pengujian dinding pasangan batu bata menggunakan SNI 03-4164-1996

- Ringkasan pengujian:

Pengujian kuat tekan dinding pasangan batu bata merah menggunakan alat yang telah dikalibrasi seperti alat uji tekan, alat pengukur waktu, alat ukur, alat pemotong bata, sendok adukan, alat penyipat datar, timbangan, peredam bata, kotak adukan dan profil tegak.

Benda uji yang digunakan dibuat dari bata merah, bebas cacat retak, jumlah tidak boleh kurang dari tiga serta memenuhi persyaratan umur, ukuran dan bentuk toleransi ukuran.

Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. persiapan berupa perendaman bata merah dan penyiapan adukan
2. pembuatan benda uji
3. pelaksanaan pengujian:
4. mengukur tinggi lebar dan tebal benda uji
5. menimbang berat dan meletakkan benda uji dibawah alat pembebanan
6. mengatur jarum penunjuk beban pada posisi nol

7. melakukan pembebanan dengan kecepatan yang sesuai
 8. mencatat data beban hancur pada formulir
 9. menggambar bentuk retakan yang terjadi setelah pengujian.
- Pemeriksaan kuat tekan pasangan batu bata (*compressive strength of brick prism*)

kuat tekan pasangan batu bata (*compressive strength of brick prism*) adalah kemampuan maksimum dari pekerjaan pasangan batu bata dengan mortar. Standar prosedur percobaan kuat tekan pasangan batu bata yang disyaratkan oleh ASTM C 1314-03, adalah sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P_u + W}{b h} \text{ (MPa atau Psi)} \quad \dots(2.2)$$

dimana :

f_c' adalah kuat tekan dinding pasangan batu bata (MPa atau Psi),

P_u adalah beban uji maksimum (N atau lbf),

W adalah massa alat bantu (N atau lbf),

b adalah lebar benda uji (mm atau in) dan

h adalah tinggi benda uji (mm atau in).

2.2.3 Elastisitas material batu bata

Berdasarkan JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271. Semua benda uji dites kuat tekan, tercatat beban maksimum untuk batu bata produksi pabrik adalah sebesar 7900 kg, sedangkan untuk batu bata konvensional adalah sebesar 3100 kg. Bila dibagi dengan luas permukaan, maka didapatkan $f_{bc} = 7$ Mpa (batu bata produksi pabrik) dan $f_{bc} = 3$ Mpa (batu bata konvensional). Batu bata

yang akan digunakan pada perencanaan adalah batu bata buatan pabrik dengan nilai $f_{bc} = 7 \text{ Mpa}$.



Gambar 2.4 batu bata setelah di tes tekan

Sedangkan nilai modulus elastisitas batu bata tidak bisa diketahui dengan uji eksperimen dikarenakan keterbatasan alat uji yang tersedia di laboratorium. Oleh karena itu, nilai modulus elastisitas batu bata untuk perencanaan mengacu pada penelitian di Indonesia (Laboratorium Bahan Universitas Indonesia) yaitu sebesar 2237 Mpa.

Tabel 2.2 Modulus elastisitas pasangan bata merah berdasarkan penelitian di Indonesia

No	Jenis pasangan	E (Mpa)
1	Tanpa plesteran	2237,5
2	Dengan plesteran	3201,86
3	Dengan komprot + plesteran	2135,8

Aspek campuran spesi atau isian (spesi mutu rendah)

Dalam merekatkan pasangan batu bata umumnya kita menggunakan spesi/luluh yang biasanya terkomposisi dari campuran semen, pasir, kapur atau bahan lainnya. Dalam kasus ini konstruksi pelengkung pasangan batu bata menggunakan spesi mutu rendah, yaitu perbandingan campuran PC : PS = 1:15.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Abd.Halim (Widya Teknika Vol.20 No.1; Maret 2012) yang menggunakan berbagai komposisi dan perbandingan bahan pada pasta atau spesinya.

Tabel 2.3 perbandingan kuat tekan dan kuat geser pasangan batu bata menggunakan berbagai varian rasio campuran

no	Perbedaan volume dalam komposisi campuran					Kuat tekan (f_c')	Kuat geser (V_c)(Mpa)
	PC	PS	Dolosit	Kapur	Pc.Merah		
K1	1	7				1,104	0,0137
K2	1	8				0,848	0,0105
K3	1	10	3			0,001	0,0238
K4		6		3	2	0,001	0,0210

(sumber:jurnal Abd.Halim)

Modulus elastisitas pada mortar

Berdasarkan JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271. Metode pengujian kuat tekan mortar tidak jauh berbeda dengan beton. Dipersiapkan 3 benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dibuat dari bahan yang sama dengan benda uji untuk tes modulus elastisitas yaitu perbandingan air dan semen 1:5. Dari ketiga benda uji yang telah di uji kuat

tekannya, tercatat kuat tekan maksimum mortar adalah 18.000 kg, bila dibagi dengan luas permukaan, maka $f_m = 10 \text{ Mpa}$.

Sedangkan untuk nilai modulus elastisitas mortar dapat diketahui dengan menggunakan alat kompresometer, yaitu alat pengukur deformasi longitudinal benda uji yg terdiri dari 2 buah elemen lingkaran, batang pengunci, batang indikator, dan alat ukur (*dialgauge*). Dari hasil ketiga benda uji tersebut, diambil rata – rata nilai modulus elastisitasnya, maka didapatkan nilai modulus elastisitas mortar adalah sebesar 7500 Mpa.



Gambar 2.5 Tes modulus elastisitas mortar.

2.2.4 Rasio poisson pasangan batu bata

Rasio poisson adalah perbandingan besar regangan lateral dan aksial, mengacu pada jurnal universitas brawijaya yang berjudul “Perbandingan Rasio Poisson Mortar dan Rasio Poisson Batu Bata Terhadap Rasio Poisson Pasangan Batu Bata” yang menggunakan beberapa sample batu bata konvensional dari berbagai daerah dengan campuran spesi 1:5, dan terdapat empat macam benda uji yaitu kubus bata, silinder mortar, pasangan bata dengan satu lapis spesi serta pasangan bata dengan tiga lapis spesi. Masing-masing diberikan beban vertical untuk mendapatkan

deformasi lateral dan aksialnya. Selanjutnya diperoleh tegangan maksimum, hubungan tegangan regangan serta rasio poissonnya.

Sedangkan rasio poisson tidak dapat di peroleh dari kubus bata karna keterbatasan peralatan. Pengujian membarikan rasio poisson mortar sebesar 0,07, lebih kecil dari pasangan batu batan dengan satu lapis spesi sebesar $0,23 \pm 0,146$ dari pasangan tiga lapis spesi sebesar $0,111 \pm 0,069$. Hubungan antara rasio poisson mortar dengan sario poisson pasangan batu bata tidak linier, sebab kekuatan mortar akan di batasi dengan kekuatan batu bata.

2.3 Software Bantu Analisa Struktur

Dalam dunia teknik sipil ada bermacam-macam software bantu analisa struktur yang memudahkan dalam menganalisa suatu struktur, berikut adalah beberapa macam software bantu analisa struktur yang umum digunakan:

1. Software EngiLab Beam 2D

Software Analisis Struktur Metoda Matriks Kekakuan yang saat mi sudah mulai digunakan untuk perhitungan struktur. kita tsa melakukan settingan sehingga penggunaan software mi menggunakan bahasa Indonesia.

2. Software SAP 2000

Sap2000 juga merupakan software yang sering digunakan di Pekerjaan Teknik Sipil khususnya perhitungan Struktur bangunan yang mau dirancang. misalnya untuk menghitung momen, Jumlah Tulangan yang akan dipakai pada perencanaan Beton bertulang, dan dimensi dan tulangan tersebutpun bsa direkayasa dan perencanaan dengan meriggunakan Software Sap2000

3. Software Teknik Sipil ETABS

Selain Sap2000 Software Teknik Sipil bidang Struktur lainnya yaitu **Software Etabs**, fungsinya tidak terlalu jauh berbeda dengan Sap2000 yaitu pada prinsipnya cara kerjanya yaitu untuk menghitung dan mendesain Kekuatan Konstruksi yang akan dibangun. baik JenisTulangan dan sebagainya.

4. Software Teknik Sipil TDS-302

Program bantu laboratorium struktur untuk membaca hasil test struktur (structural testing) secara otomatis dengan menggunakan data logger TDS-302 ex Jepang dan computer notebook dengan Serial connection. Pada layar komputer akan terlihat secara real time 4 grafik secara simultan dan tabel pembacaan lengkap. Hasil pembacaan mentah maupun berskala disimpan secara realtime kedalam file untuk diproses lebih lanjut.

5. Software Teknik Sipil SANS PRO V.4.7

Program Komputer terpadu untuk pemodelan, analisis, disain, penggambaran, dan perhitungan volume dan biaya struktur gedung dan struktur lainnya. Untuk baja dan beton. Dapat input model dan Autocad dan menghasilkan gambar ke Autocad. Gambar 3D dalam format VRML dapat dihasilkan dengan cepat. Menggunakan multiple Windows/views, garis arah X,Y, construction lines, tersedia berbagai mesh generator. Disain fundasi footing dan tiang secara otomatis. Sangat mudah digunakan dan terbukti lebih cepat 2x dan **ETABS V.8.0** dalam keseluruhan proses dan awal sampai selesai (pengalirannya di berbagai konsultan struktur di **Jakarta** yang telah terbiasa menggunakan ETABS V.8.0 dan pindah ke SANSPRO V.4.7)

Dalam pengaplikasian software bantu analisa struktur, pengguna harus teliti dalam menginput setiap data, dan memberikan tindakan atau perlakuan dalam setiap

tahap sehingga pengguna mampu memvalidasi apakah software yang digunakan mengeluarkan output yang benar.

Berikut adalah langkah yang umum dilakukan dalam mempersiapkan model struktur:

1. Membuat model dengan ketelitian grid tertentu (semakin mendekati bentuk objek maka akan semakin baik),
2. Mengubah area dalam bentuk solid atau bentuklainnya yang lebih mampu mendekati karakter benda uji di lapangan
3. Memastikan spesifikasi material juga tumpuan agar sama dengan di lapangan
4. Mencoba memproses model dengan beberapa varian beban
5. Mencatat dan mengevaluasi kevalidan hasil proses.

Kevalidan hasil dari pada proses dalam *software* bantu analisa struktur sekali lagi di tentukan dari spesifikasi bahan pada model serta penetapan beban, ketika dua hal tersebut sudah dapat dipastikan kevalidannya maka output dari prosesnya pun akan benar.

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Perencanaan

3.1.1 Benda Uji Kuat Tekan

model uji kuat tekan direncanakan untuk mengetahui besar kuat tekan pada pasangan batu bata. Benda uji ini menggunakan campuran semen dengan pasir adalah 1:15. Dinding pasangan batu bata di susun seperti gambar:



Gambar 3.1 dinding pasangan batu bata untuk uji tekan

3.1.2 Benda Uji Lengkung Pasangan Batu Bata

Pada model pasangan batu bata dengan pelengkung ini digunakan campuran spesi perbandingan 1 PC : 15 Pasir.



Gambar 3.2: Rencana pasangan lengkung dengan batu bata

Kuat rencana yang dapat dipikul oleh jembatan pelengkung ini dengan menggunakan persamaan Perhitungan kuat geser tanpa tulangan geser yang hanya dibebani oleh geser dan lentur.

3.2 Pabrikasi

Pabrikasi untuk semua benda uji menggunakan bahan dan proses pembuatan yang sama, hanya saja penyusunan batu bata untuk setiap benda uji disesuaikan dengan gambar rencananya. Berikut adalah bahan dan proses pembuatannya:

Bahan :

- semen, menggunakan semen holcim
- pasir, menggunakan pasir gumuk

Pembuatan:

- ayak pasir terlebih dahulu, bersihkan pasir dari kotoran akar atau rumput
- campurkan pasir dan semen sesuai takaran yaitu dengan perbandingan semen dengan pasir 1:15 bagian
- kalau semen dan pasir telah tercampur, tambahkan air sampai adukan spesi di rasa cukup
- penyusunan pasangan batu bata untuk setiap benda uji disesuaikan dengan gambar rencana masing-masing.

3.3 Pengujian

3.3.1 Pengujian Benda Uji Kuat Tekan

Metode pengujian menggunakan SNI 03-4164-1996, tentang ketentuan dan tata cara pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah yang tidak di plester.

pelaksanaan pengujian:

1. mengukur tinggi lebar dan tebal benda uji
2. menimbang berat dan meletakkan benda uji dibawah alat pembebanan
3. mengatur jarum penunjuk beban pada posisi nol
4. meletakkan permukaan geser spesi dan batu bata merah dengan arah vertical
5. melakukan pembebanan dengan kecepatan yang sesuai pada permukaan geser pasangan batu bata merah
6. mencatat data beban hancur pada formulir
7. menggambar bentuk retakan yang terjadi setelah pengujian.

alat yang di gunakan :

- proving ring berfungsi mencatat besar tekanan yang keluar dan di terima oleh benda uji
- loading frame berfungsi sebagai bidang pengujian, sebagai tempat meletakkan dial gauge dan proving ring
- dial gauge berfungsi mencatat defleksi atau penurunan yang terjadi pada lengkung pasangan batu bata
- compress test satu set
- dongkrak

berikut gambar rencana pengujian benda uji kuat tekan pasangan batu bata:



Gambar 3.2: Rencana pasangan lengkung dengan batu bata

3.3.2 Pengujian Benda Uji Lengkung Pasangan Batu Bata

alat yang di gunakan :

- proving ring berfungsi mencatat besar tekanan yang keluar dan di terima oleh benda uji
- loading frame berfungsi sebagai bidang pengujian, sebagai tempat meletakkan dial gauge dan proving ring
- dial gauge berfungsi mencatat defleksi atau penurunan yang terjadi pada lengkung pasangan batu bata
- compress test satu set
- dongkrak

pengujian lengkung pasangan batu bata menggunakan beban terpusat tepat ditengah bentang lengkung pasangan batu bata.

Berikut gambar rencana pengujian lengkung pasangan batu bata:

3.4 Pengujian Terhadap modulus elastisitas bahan

Dari hasil pengujian tidak didapatkan modulus elastisitas pada spesi karena keterbatasan alat pengujian, dalam menguji elastisitas bahan perlu di gunakan alat *kompresometer*, yaitu alat pengukur deformasi longitudinal benda uji yg terdiri dari 2 buah elemen lingkaran, batang pengunci, batang indikator, dan alat ukur (*dialgauge*). Alat tersebut akan menunjukkan deformasi longitudinal yang dialami benda uji pada saat kuat tekan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum. Perlu dicatat juga kuat tekan yang terjadi ketika deformasi longitudinal mencapai 50 per juta mm. Hasil pengujian akan dimasukkan dalam perhitungan modulus elastisitas menurut rumus

$$E = \frac{S2 - S1}{\epsilon2 - 0,000050} \quad \dots 3.1$$

dimana :

E = modulus elastisitas, dalam Mpa

S2 = kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (Mpa)

S1 = kuat tekan pada saat regangan mencapai 50/juta (Mpa)

$\epsilon2$ = regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S2

Pada rumus tersebut, dibutuhkan nilai kuat tekan yang terjadi ketika regangan mencapai 50 perjuta, sedangkan pada alat kompresometer yang tersedia, bacaan dial adalah sebesar 0,01 mm. Dengan benda uji setinggi 300 mm, maka regangan yang dapat terbaca pada dial adalah sebesar 30 perjuta, jadi untuk mendapatkan nilai kuat tekan pada regangan sebesar 50 perjuta perlu dilakukan interpolasi.

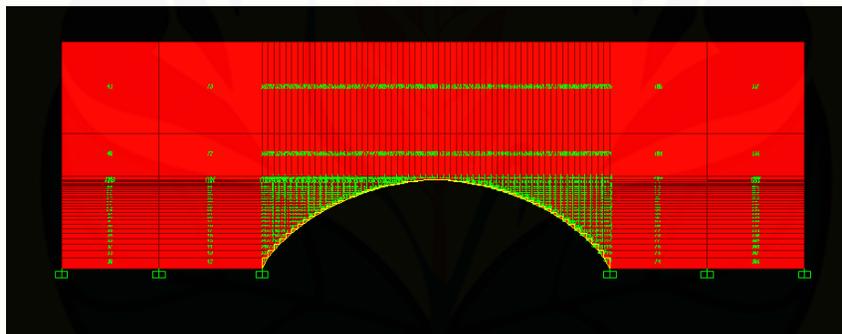
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 10.5 ayat 1) untuk W_C antara 1500 kg/m^2 dan 2500 kg/m^2 , nilai modulus elastisitas beton E_c dapat dia ambil sebesar

$(W_c)^{1,5} 4700 \sqrt{f_c'}$ (dalam Mpa). Untuk beton normal E_c dapat di ambil sebesar $4700 \sqrt{f_c'}$.

Sedangkan perlu menggunakan alat Sonic Wave Analyser (SOWAN) untuk menganalisa kekuatan batu bata untuk metode destruktif (NDT), sehingga dapat menghitung poisson Ratio, modulus geser, modulus young dan sebagainya dari material batu bata.

3.5 membuat model struktur lengkung pasangan batu bata pada *Software* bantu analisa struktur

Dalam memodelkan struktur pasangan batu pada pada *Software* bantu analisa struktur



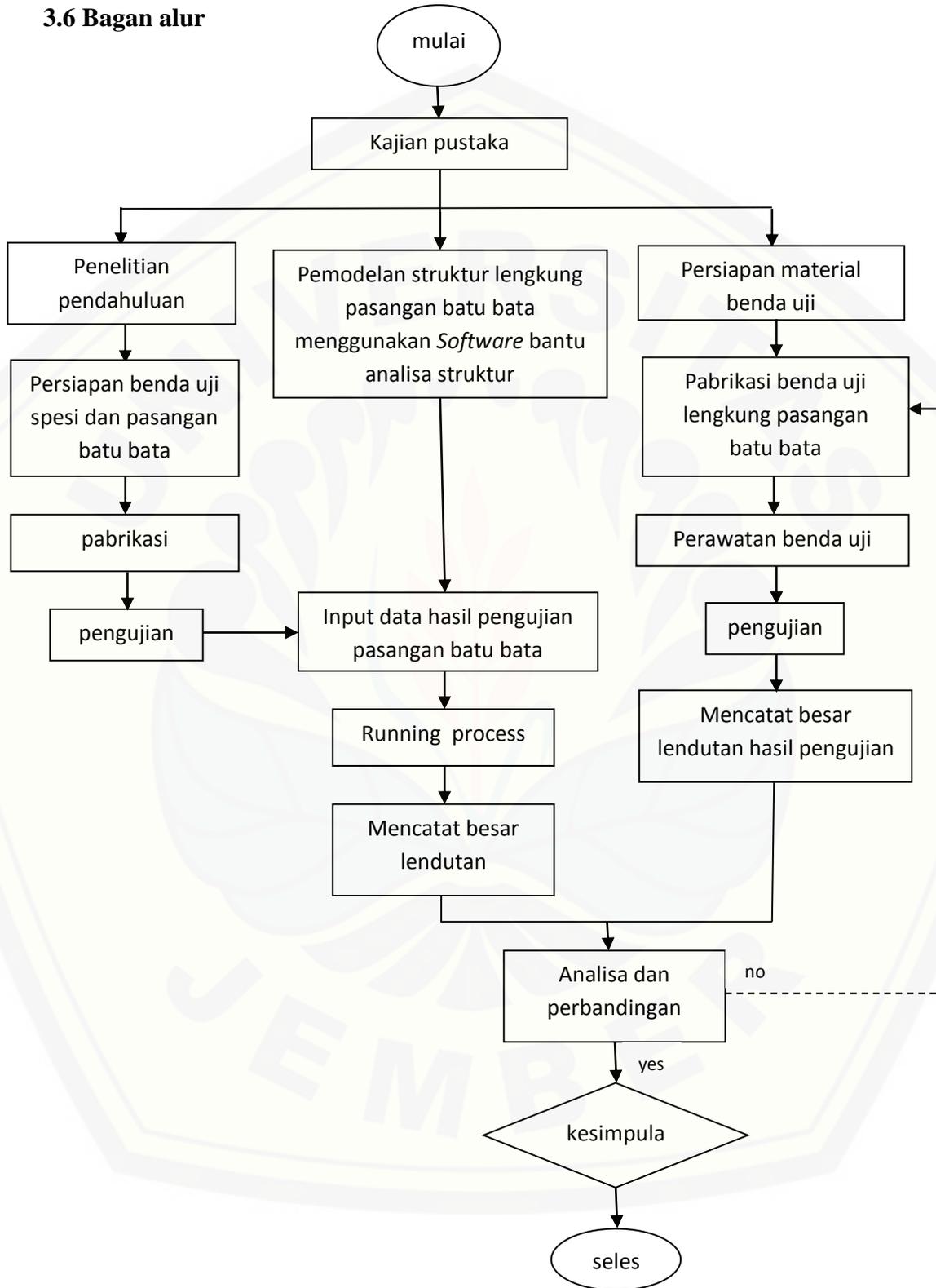
Gambar 3.4 model pelengkung pasangan batu bata pada *software* bantu analisa struktur

berikut adalah langkah yang di gunakan untuk membuat dan memproses suatu model pada *software bantu analisa struktur*:

1. Membuat grid dengan kerapatan yang dapat menjangkau smpai pada lekuk lengkung pada model jembatan,

2. Gambar area menggunakan tool *draw poly area* pada grid yang nantinya akan di ubah menjadi model jembatan lengkung,
3. Kemudian edit area menggunakan *Edit Area* → *divide area* → *divide area based on point area edge* → (*intersection of visible straight grid lines with area edge dan selected point object on area edge*)
4. Ubah spesifikasi area *Assign* → *Area* → *Section* kemudian isi spesifikasi material menggunakan berat jenis, elastisitas serta rasio poisson milik pasangan batu bata (yang telah melalui tahap pengujian di laboratorium)
5. Ubah jenis tumpuan melalui *Assign* → *joint* → *restraints* → *tumpuan sendi*
6. Pilih letak beban kemudian di edit untuk diisi tonase beban yang diinginkan melalui *Assign* → *joint load* → *joint forces* → tentukan satuan unitnya dan isi besar tonase pada bidang Z (*force global Z*) dengan menggunakan tanda negatif sebagai tanda bahwa beban tersebut melakukan tegangan ke arah sumbu Z
7. Ketika model sudah siap dengan bebannya, kita dapat menentukan beban ataupun gaya apa saja yang akan kita berikan pada model. Yang biasanya digunakan adalah kombinasi beban mati dan beban hidup yang harus di berikan faktor pengalinya. Kalau beban atau gaya yang akan di berikan sudah siap, maka sudah bisa di gunakan opsi *Set analysis cases to run* untuk menetapkan kembali beban mana yang akan diproses kemudian sudah bisa di proses (*run*).
8. *Set Load Cases to Run* → modal tidak di proses, hanya beban mati yang akan di proses
9. *Run Now* → periksa besar lendutan yang terjadi juga gaya-gaya lainnya yang terjadi pada model
10. Lakukan menggunakan beberapa varian tonase beban

3.6 Bagan alur



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 pengujian benda uji

4.1.1 Benda Uji kuat tekan

Benda uji pasangan batu bata di rencanakan untuk mengetahui kuat tekan pasangan batu bata. Pada permukaan benda uji di berikan lapisan semen gunanya untuk memberikan permukaan yang halus saat di uji.



Gambar 4.1 benda uji dinding pasangan batu bata

Material campuran spesi dan pasangan batu bata untuk benda uji dinding pasangan batu bata di susun seperti yang telah di rencanakan sebelumnya. Pengujian pasangan batu bata menggunakan alat *digital compressor* .



Gambar 4.2 pengujian benda uji pasangan batu bata

Hasil pengujian ditetapkan berdasarkan penunjuk harga pada *digital compressor*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasangan Batu Bata

Benda Uji	berat kg	luas permukaan cm ²	besar tekanan kN
BU1	3,33	275	62,55
BU2	3,63	275	62,52
BU3	3,16	275	46,25
BU4	3,39	275	58,4
BU5	3,14	275	44,74
BU6	3,15	275	56,85
BU7	3,46	275	53,24
BU8	3,59	275	33,22

Sumber: hasil pengujian

Dari tabel 4.1 didapat hasil f_{cr}' 23,47 kg/cm². Dari hasil f_{cr}' tersebut dapat di hitung modulus elastisitas menggunakan $4700 \sqrt{f_{cr}'}$ dan menghasilkan $E = 22769$ Mpa.

4.1.2 Benda Uji Lengkung Pasangan Batu Bata

Benda uji lengkung pasangan batu bata di rencanakan untuk dilakukan uji tekan dengan menggunakan beban terpusat pada tengah bentang. Pengujian ini memberikan output data defleksi atau penurunan sebesar (mm).



Gambar 4.3 pabriksi pasangan batu bata dengan lengkung

Semua alat uji di rakit seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.4 pabriksi pasangan batu bata dengan lengkung

Hasil pengujian pada benda uji pasangan batu bata dengan lengkung, pemebebanan dihentikan setelah jarum proving ring berhenti berputar. Pembacaan

tonase pada proving perlu memperhatikan besar faktor kalibrasi dari proving yang di gunakan.

Besar faktor kalibrasi pada proving yang digunakan adalah sebesar 0,047323. Jarum penunjuk (ton) dikalikan dengan faktor kalibrasi. Misal ketika jarum proving menunjuk pada angka 50, maka besar tonasenya adalah $50 \times 0,047323 = 2,37$ ton.

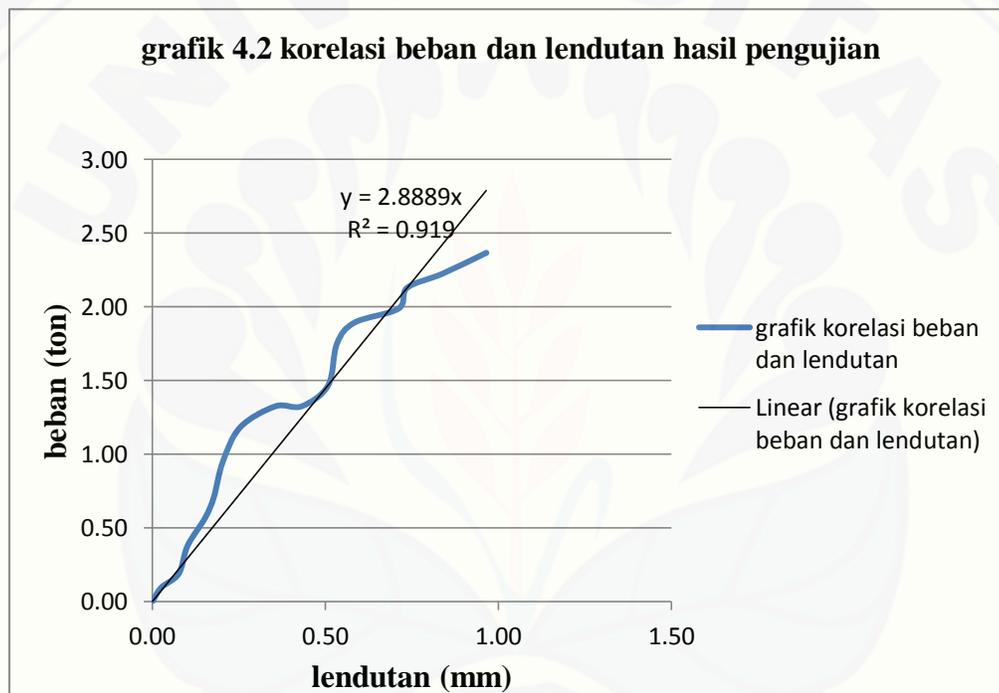
Sedang pada jarum dial penunjuk penurunan ketika masuk jarum proving 50 adalah sebesar 0,97 mm.

Tabel 4.2 hasil pengujian pasangan batu bata dengan lendutannya:

hasil pengujian			
proving ring		dial	
mm	ton	jarum	mm
0	0,000	0	0
2	0,095	1	0,025
4	0,189	3	0,076
8	0,379	4	0,102
12	0,568	6	0,152
15	0,710	7	0,178
20	0,946	8	0,203
25	1,183	10	0,254
28	1,325	14	0,356
28	1,325	17	0,432
31	1,467	20	0,508
37	1,751	21	0,533
40	1,893	23	0,584

42	1,988	28	0,711
45	2,130	29	0,737
47	2,224	33	0,838
50	2,366	38	0,965

Sumber: hasil pengujian

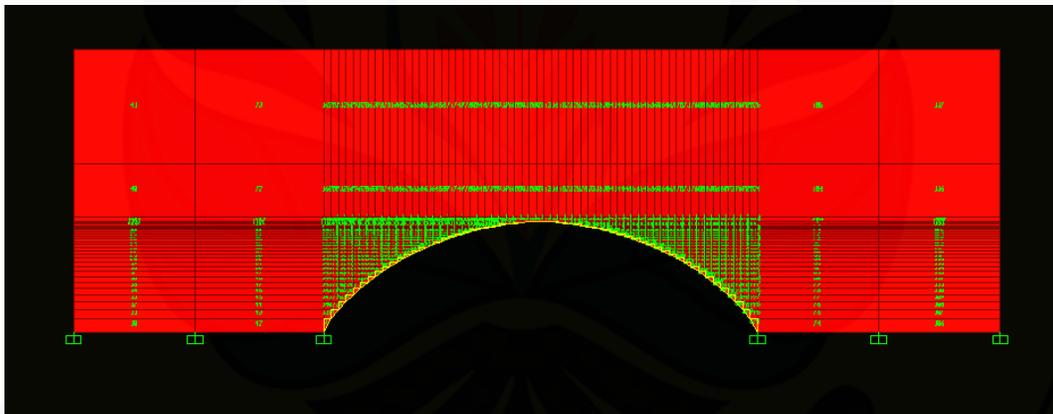


Grafik diatas menjelaskan korelasi antara beban dan lendutan hasil pengujian. Hasil pengujian menunjukkan data yang memiliki interval cukup besar, dan untuk mendapatkan korelasi yang baik, maka kita menggunakan regresi linier dengan hasil rata-rata $r^2 = 0,919$ dan dengan sudut kemiringan sebesar $y = 2,8889x$.

4.2 Hasil pemodelan struktur lengkung pasangan batu bata pada *software* bantu analisa struktur

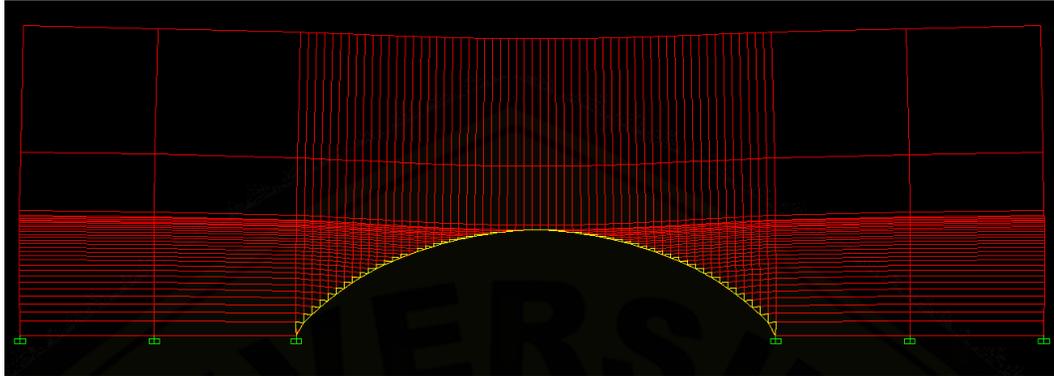
Pada pemodelan yang dilakukan dalam *Software* bantu analisa struktur, beban diasumsikan bertumpu pada satu bidang frame baja yang telah dikosongkan nilai spesifikasi materialnya serta mengasumsikan tumpuan yang digunakan adalah tumpuan sendi karena pada saat pengujian, jembatan lengkung pasangan batu bata ini bertumpu pada pondasi yang tidak memungkinkan struktur untuk bergerak kesamping, serta mampu memberikan reaksi atau tahanan terhadap gaya horizontal, vertical dan bahkan mampu memberikan reaksi pada putaran momen.

Dalam pemodelan akhir pada *Software* bantu analisa struktur, bidang lengkungnya akan termodelkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.5 model lengkung pada *software* bantu analisa struktur

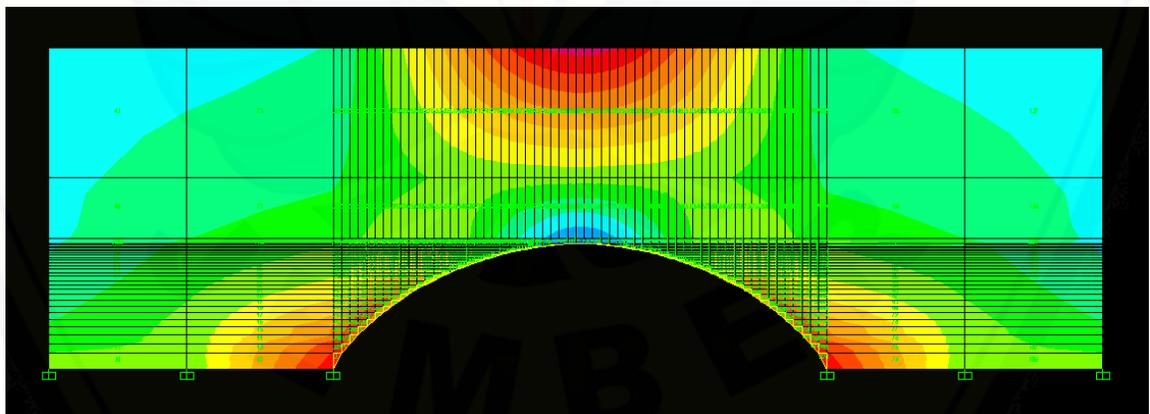
Berikut adalah hasil deformasi setelah model di berikan beban dan setelah semua spesifikasi dipastikan sama dengan hasil pengujian di laboratorium:



Gambar 4.8 deformasi

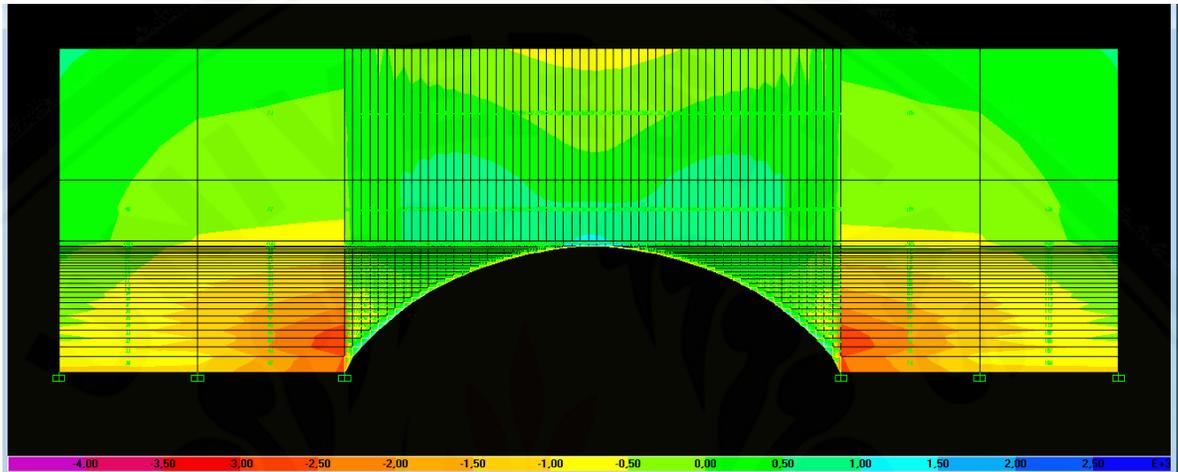
Pembacaan yang dapat dilakukan dari hasil pemodelan lengkung pasangan batu bata tersebut antara lain:

1. Distribusi gaya akibat force aksial (normal) yang terjadi pada model lengkung pasangan batu bata memiliki notasi dua angka sama yaitu ***F11***, ***F22***, dan ***F13***. Angka pertama pada notasi mewakili permukaan atau bidang terjadinya stress, sedangkan angka kedua pada notasi menunjukkan arah (sumbu) stress yang terjadi dibidang gaya.

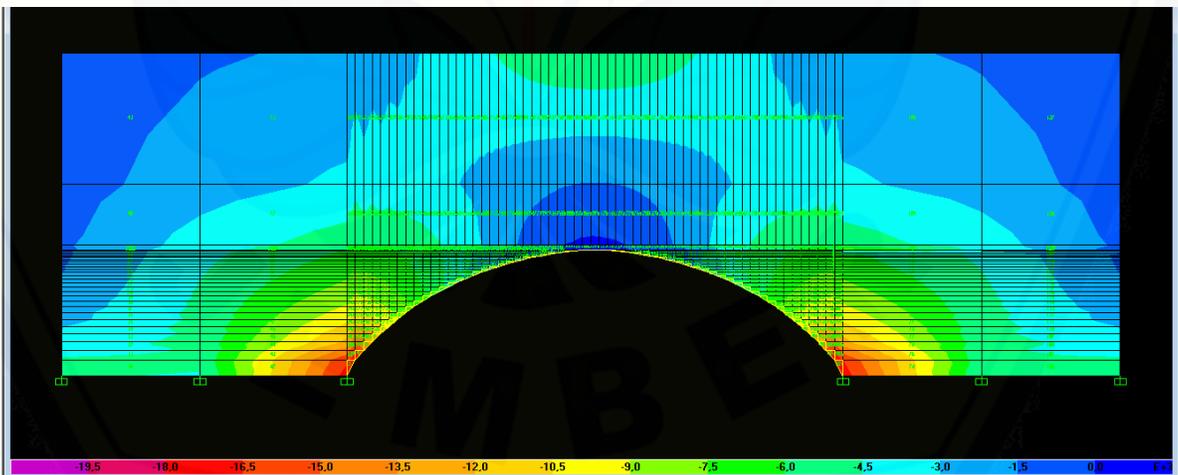


Gambar 4.9 komponen Force aksial F11

Gambar 4.9 adalah komponen stress aksial **F11**, menunjukkan distribusi gaya (per satuan luas) pada bidang positif negative 1 dengan arah gaya pada sumbu 1 dan menyebabkan deformasi aksial.

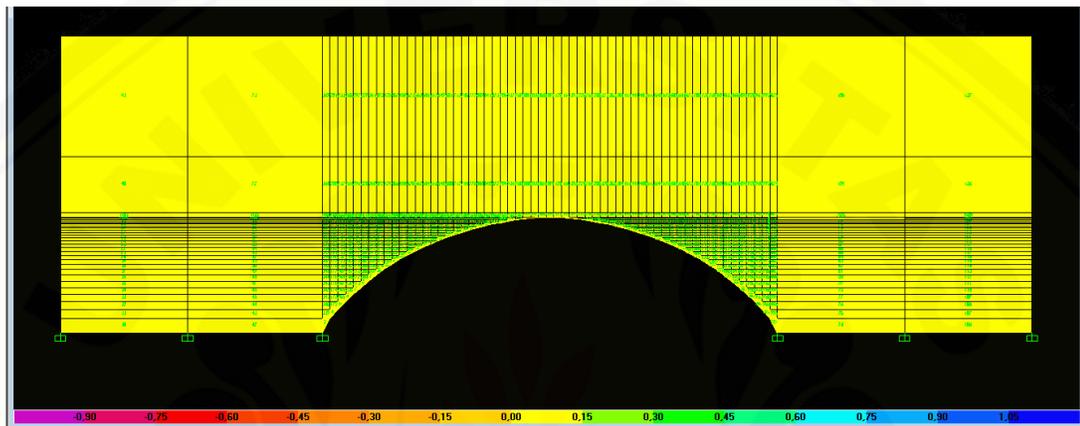


Gambar 4.9 adalah komponen stress aksial **FMAX**, menunjukkan distribusi gaya (per satuan luas)

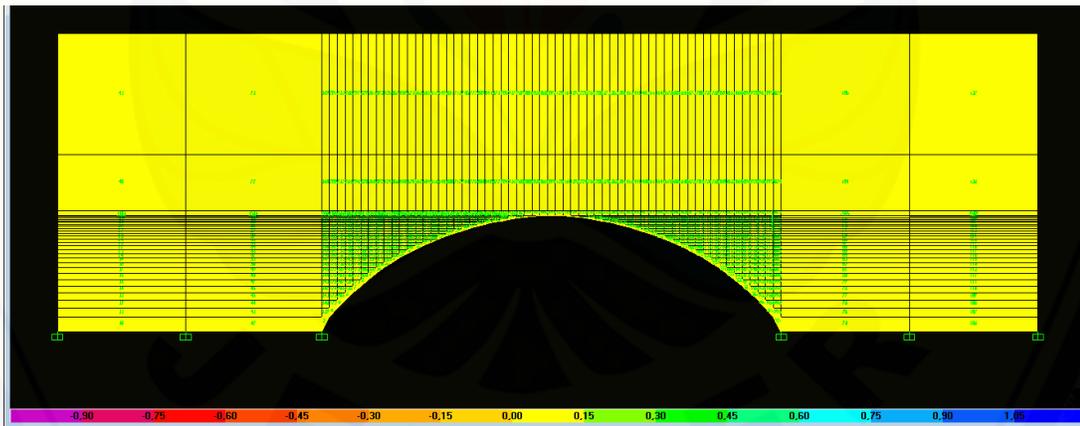


Gambar 4.9 adalah komponen stress aksial **FMAX**, menunjukkan distribusi gaya (per satuan luas)

2. Distribusi moment M_{11} akibat force yang terjadi pada model lengkung pasangan batu bata memiliki notasi dua angka sama yaitu M_{11} , M_{22} , M_{122} . Angka pertama pada notasi mewakili permukaan atau bidang terjadinya stress, sedangkan angka kedua pada notasi menunjukkan arah (sumbu) stress yang terjadi dibidang gaya.

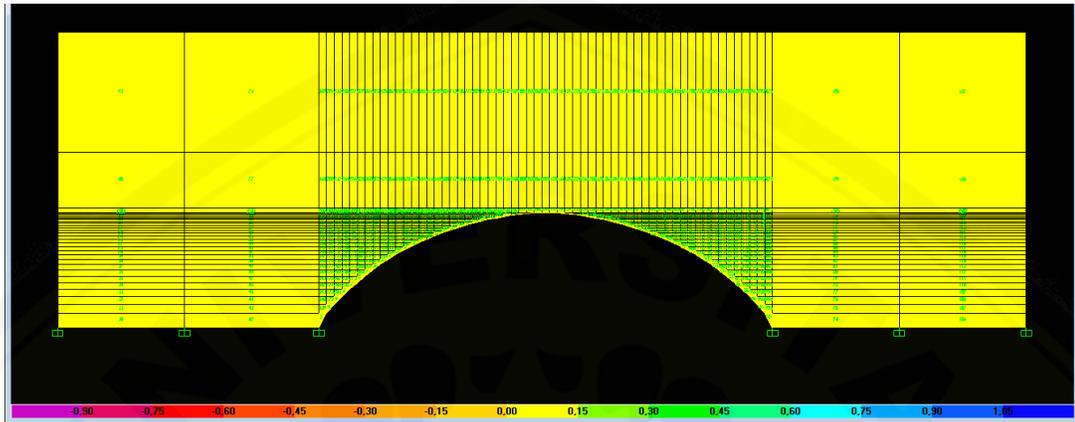


Gambar 4.12 komponen stress lateral M_{11}

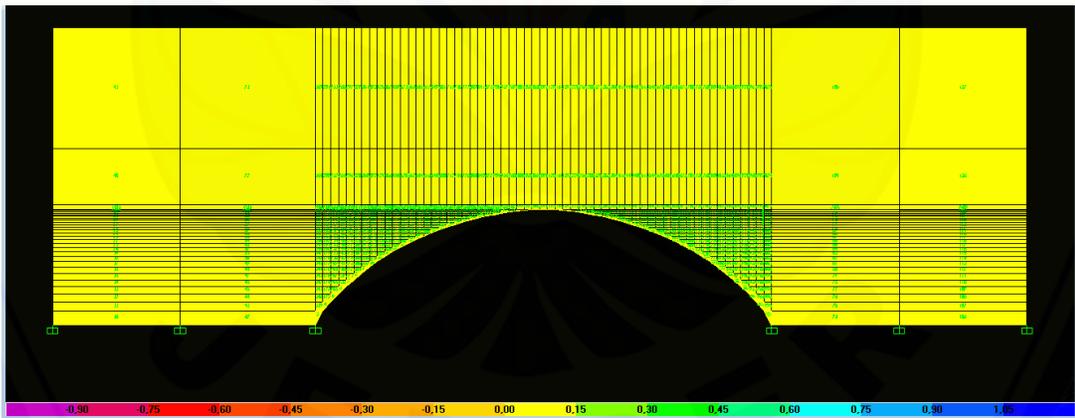


Gambar 4.12 adalah komponen moment (M_{MAX}), dapat dilihat bahwa hampir tidak terjadi moment pada model

3. Distribusi gaya geser akibat tegangan yang terjadi diwakilkan dalam komponen V13 V23 dan VMAX



Gambar di atas adalah gambar komponen V13, dan hampir tidak terjadi geser pada bidang model.

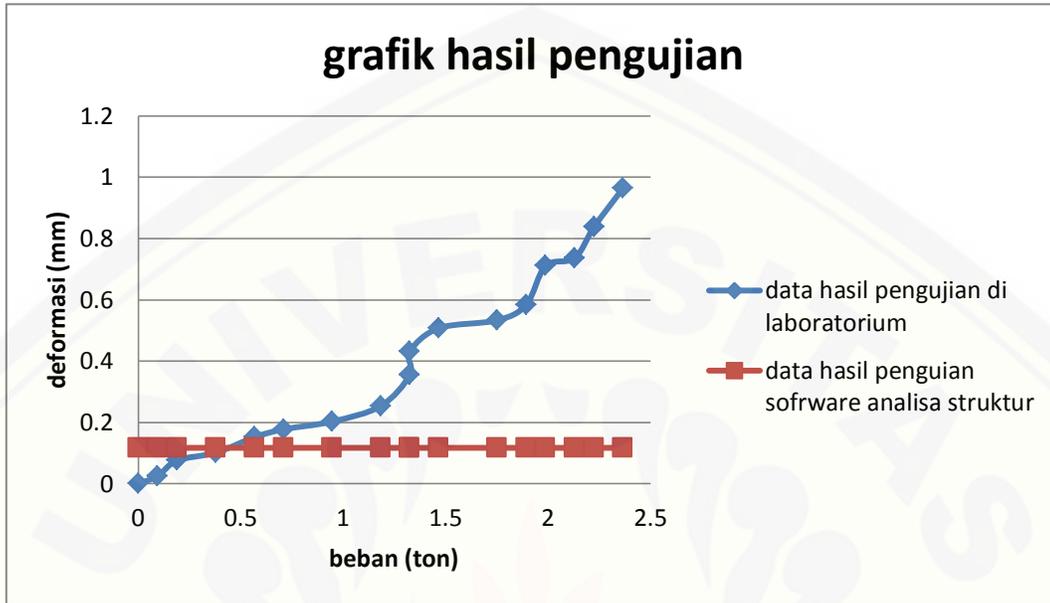


Gambar di atas adalah gambar komponen VMAX, komponen VMAX pun tidak menunjukkan adanya geser yang significant yang terjadi pada model.

Tabel 4.2.1 : korelasi lendutan hasil pengujian dan Software bantu analisa struktur

hasil pengujian				deformasi pada
proving ring		dial		SAP
mm	ton	jarum	mm	mm
0	0,000	0	0	0,117384
2	0,095	1	0,025	0,117388
4	0,189	3	0,076	0,1173841
8	0,379	4	0,102	0,1173877
12	0,568	6	0,152	0,1173878
15	0,710	7	0,178	0,1173877
20	0,946	8	0,203	0,1173879
25	1,183	10	0,254	0,117388
28	1,325	14	0,356	0,1173881
28	1,325	17	0,432	0,1173881
31	1,467	20	0,508	0,1173882
37	1,751	21	0,533	0,1173882
40	1,893	23	0,584	0,1173883
42	1,988	28	0,711	0,1173883
45	2,130	29	0,737	0,1173884
47	2,224	33	0,838	0,1173884
50	2,366	38	0,965	0,1173885

Sumber: data hasil pengujian dan Software bantu analisa struktur



Grafik 4.2 grafik korelasi lendutan hasil pengujian dan Software bantu analisa struktur

Grafik di atas menunjukkan bahwa nilai lendutan hasil pengujian pada Software bantu analisa struktur (garis merah) bernilai lebih besar dari pada nilai hasil pengujian di laboratorium (garis biru), dari tabel 4.2 didapat selisih lendutan hasil pengujian SAP dan laboratorium sebesar 0,925 mm.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data korelasi lendutan hasil pengujian dan pemodelan pada *Software* bantu analisa struktur didapatkan selisih lendutan sebesar **0,274 mm**. Hasil pemodelan pada *software* bantu analisa struktur memiliki hasil lendutan yang cenderung stabil dan jauh lebih kecil daripada lendutan hasil pengujian, hal ini dikarenakan *Software* bantu analisa struktur memodelkan struktur secara solid dan valid, serta mampu mendistribusikan gaya secara teliti sehingga secara keseluruhan struktur memiliki besar kemampuan yang sama dan telah menerima gaya sesuai reaksi pada lokal area tiap bagiannya. Sedangkan pada pengujian dilapangan masih banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor pengujian yang kurang teliti dan akhirnya belum mampu dikatakan valid hasilnya

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil yang baik, kedua pengujian baik yang melalui laboratorium maupun *software* bantu analisa struktur, keduanya harus dilakukan secara teliti, spesifikasi material yang ter-input pada *software* haruslah sama dengan spesifikasi material hasil pengujian. Dengan begitu akan didapatkan hasil perbandingan yang semakin mendekati valid.