

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis, diantaranya meliputi pengukuran dimensi, pengujian berat volume, berat jenis, serapan air, kuat tekan, kuat lentur.

5.1 Hasil Pengujian Awal Benda Uji

5.1.1 Pengukuran Dimensi Bata Merah

Pengukuran dimensi bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman bata merah yang didapat dengan mengambil rata-rata dimensi bata merah yang diukur menggunakan Kaliper dengan ketelitian hingga 0.001 mm secara acak.

Dari hasil pengukuran dimensi bata merah per variasi dengan jumlah sampel 10 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil rerata uji dimensi bata merah

% Variasi	Panjang rata-rata (cm)	Lebar rata-rata (cm)	Tinggi rata-rata (cm)
0	24,990	11,100	4,025
1	24,787	10,880	4,100
2	24,600	10,790	4,025
3	24,990	11,055	4,060
4	24,928	10,985	4,160
rata-rata (cm)	24,859	10,962	4,074
Dimensi yang ditetapkan (SNI NI-10, 1964)			
bata I (mm)	240	115	52
bata II (mm)	230	110	50

Tabel 5.2 Nilai rerata penyimpangan dimensi bata merah

% Variasi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
0	5,062	4,505	8,696
1	4,438	3,676	9,756
2	3,659	4,634	7,453
3	3,601	4,523	9,852
4	2,888	4,552	7,212
rata-rata (%)	3,929	4,378	8,594
Nilai Penyimpangan yang diperbolehkan (SNI NI-10, 1964)			
% Penyimpangan	3	4	5

Menurut SII-0021-78 dan PUBI-1982 ukuran bata merah konvensional dapat dilihat pada Tabel 3.1, sedangkan ukuran standar bata merah menurut SNI-10 1964 untuk panjang, lebar, tebal dan toleransi penyimpangan dimensi bata dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan 3.3

Dengan membandingkan hasil pengukuran dimensi bata merah dengan ukuran standar bata merah menurut SII-0021-78 dan PUBI-1982 pada Tabel 3.1, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. panjang dan lebar bata merah hasil pengujian lebih besar. namun tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5a,
2. panjang bata merah hasil pengujian lebih besar. namun lebar dan tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5b, dan
3. panjang bata merah hasil pengujian lebih besar. namun lebar dan tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-6.

Sedangkan jika dibandingkan dengan peraturan SNI-10 1964 pada Tabel 3.2 didapatkan kesimpulan bahwa panjang bata merah lebih besar dari standar yang ditetapkan, sedangkan lebar dan tebal bata merah lebih kecil dari standar yang ditetapkan baik jenis bata besar maupun untuk jenis bata kecil.

Penyimpangan ukuran pada bata merah hasil pengujian, terbesar dan terkecil adalah 3,929% pada panjang, 4.378% pada lebar dan 8.594% pada tebalnya. Menurut SNI-10, terdapat penyimpangan ukuran panjang, lebar dan tebal bata merah yang sudah melebihi toleransi yang diberikan. Namun secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bata merah dengan campuran *aditif rock* termasuk dalam katagori bata merah I menurut SNI NI-10, 1964 yang mempunyai tingkat keseragaman yang baik walaupun terdapat penyimpangan dimensi yang melebihi toleransi yang diberikan, sebab dalam proses pencetakan bata merah dengan campuran *aditif rock* menggunakan cetakan yang digunakan oleh masyarakat setempat selaku produsen bata merah. Secara lengkap hasil pengukuran dimensi bata merah dengan campuran *aditif rock* dapat dilihat pada lampiran.

5.1.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Pengujian berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* bertujuan untuk mengetahui berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock*, sehingga bata merah tersebut dapat digolongkan kedalam golongan bata merah berat atau bata merah golongan ringan. Menurut SNI-10 1964 bata merah dapat digolongkan kedalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kurang dari $1,2 \text{ gr/cm}^3$. Analisa data yang diperoleh untuk uji berat volume kering dilakukan untuk per variasi yaitu 0%, 1%, 2%, 3% dan 4%.

Dari hasil pengujian didapatkan berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* 1 % no sampel 1 adalah $1,445 \text{ gr/cm}^3$, maka berdasarkan SNI-10 1964 bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I no sampel 1 masih termasuk dalam golongan bata merah berat.

Metoda penghitungan berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* yang telah dilakukan, adalah seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran pada bata merah seperti pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1

Variabel	Sampel bata merah No 1
p (cm)	24,8
l (cm)	10,9
t (cm)	3,9
V Bata (cm^3)	1,054
Berat kering (gr)	1,523
BVK (gr/cm^3)	1,445

Sesuai persamaan (3.1) maka berat volume kering bata merah adalah berikut ini.

$$\begin{aligned}
 BVk &= \frac{Wk}{Vk} \\
 &= \frac{1.523}{1.054} = 1,445 \text{ gr/cm}^3.
 \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1 % *rock*), dengan jumlah sampel 5 buah adalah berikut ini.

Tabel 5.4 Data Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah variasi II

No sampel	X_i (BVK gr/cm ³)	X_i^2	s
1	1,445	2,087	0,032
2	1,426	2,033	
3	1,413	1,996	
4	1,451	2,107	
5	1,371	1,879	
Σ	7,105	10,102	

Dari Tabel 5.4 diperoleh $\Sigma X_i = 7,105$: $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1 % *rock*) berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{7,105}{5} = 1,421 \text{ gr/cm}^3.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

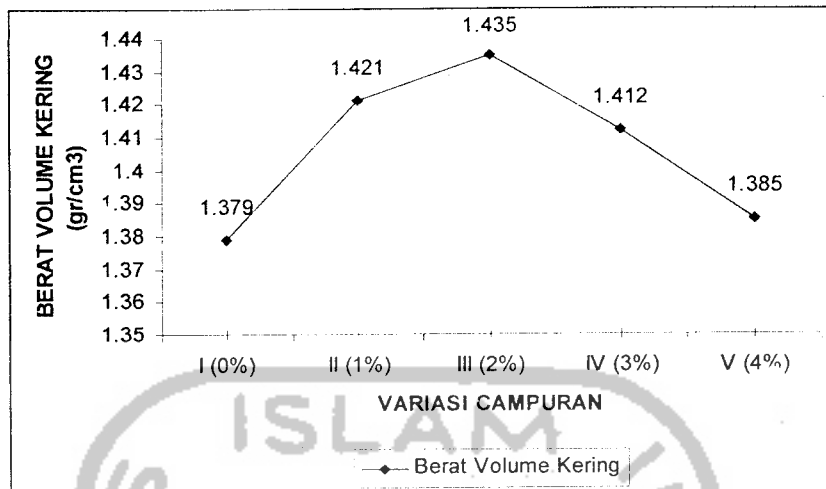
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{(n \cdot \sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n \cdot (n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(5 \times 10,102) - (7,105)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,032.
 \end{aligned}$$

Untuk analisa berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis berat volume kering diatas. Penghitungan berat volume kering untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel, pada lampiran

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran *rock* (0% *rock*) sebesar 1,379 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 1,435 gr/cm³. Kemudian mengalami penurunan nilai berat volume kering pada variasi IV, V. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.5 dan gambar 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.5 Data Rerata Pengujian Berat Volume Kering Bata Per Variasi

Variasi	<i>BV_k</i> Rerata (gr/cm ³)
I (0%)	1,379
II (1%)	1,421
III (2%)	1,435
IV (3%)	1,412
V (4%)	1,385



Gambar 5.1 Grafik Nilai Rerata Berat Volume Kering Bata Merah Per Variasi

Berat volume kering dipengaruhi oleh berat kering dan volume benda uji. Penurunan yang terjadi pada pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) dimungkinkan karena proses pengerasan yang terlalu cepat pada zat *aditif rock* yang mengalami ikatan homogen. Sehingga menimbulkan rongga-rongga yang mempengaruhi berat kering benda uji yang berkurang atau lebih ringan. Dengan semakin banyaknya prosentase zat *aditif* yang digunakan melebihi 2%, yaitu 3% dan 4% menyebabkan bertambah pula volume rongga atau pori bata merah.

Nilai rata – rata per variasi yang menunjukkan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* termasuk dalam katagori bata merah berat dengan nilai berat volume kering yang relatif lebih besar dari nilai yang sudah ditentukan dalam SNI NI-10, 1964 yaitu sebesar 1,2 gr/cm³. Hal ini karena dimensi panjang dari benda uji yang lebih besar dari ketentuan yang terdapat dalam SNI NI-10, 1964.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah

Pengujian berat jenis bata merah bertujuan untuk mengetahui besarnya berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock*. Metoda penghitungan berat jenis dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.2. Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis bata merah variasi II (*1% rock*) no. sampel 1 adalah sebesar $2,382 \text{ gr/cm}^3$. Metoda penghitungan berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran pada bata merah seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	24,8
Lebar (b)	10,9
Tebal (d)	3,9
Volume (V_k)	1,054
Berat kering (W_k)	1,523
Berat basah (W_b)	1,938
Berat air (W_w)	415

Berat air = berat bata jenuh air – berat bata kering oven

$$\begin{aligned} W_w &= W_b - W_k \\ &= 1,938 - 1,523 = 415 \text{ gram,} \end{aligned}$$

karena $B_j \text{ air} = 1 \text{ gr/cm}^3$, maka volume air yang terserap = berat air yang terserap.

$$\begin{aligned} V_k &= (l \times b \times d) \\ &= (24,8 \times 10,9 \times 3,9) \\ &= 1,045 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

Volume *solid* = volume bata merah-volume air yang terserap dalam bata merah

$$\begin{aligned}V_s &= V_k - W_w \\ &= 1.054 - 415 = 639 \text{ cm}^3.\end{aligned}$$

Sesuai persamaan (3.2) maka berat jenis bata merah adalah berikut ini.

$$\begin{aligned}B_j &= \frac{W_k}{V_s} \\ &= \frac{1.523}{639} = 2,382 \text{ gr/cm}^3.\end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* adalah berikut ini.

Tabel 5.7 Data Pengujian Berat Jenis Bata Merah Variasi II

No. Sampel	X_i Berat Jenis (gr/cm^3)	X_i^2	s
1	2,382	5,673	6,183
2	2,212	4,893	
3	2,132	4,547	
4	2,444	5,973	
5	1,995	3,981	
Σ	11,165	25,066	

Dari Tabel 5.7 diperoleh $\Sigma X_i = 11,165$; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1% rock) sebagai berikut :

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{11,165}{5} = 2,233 \text{ gr/cm}^3.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

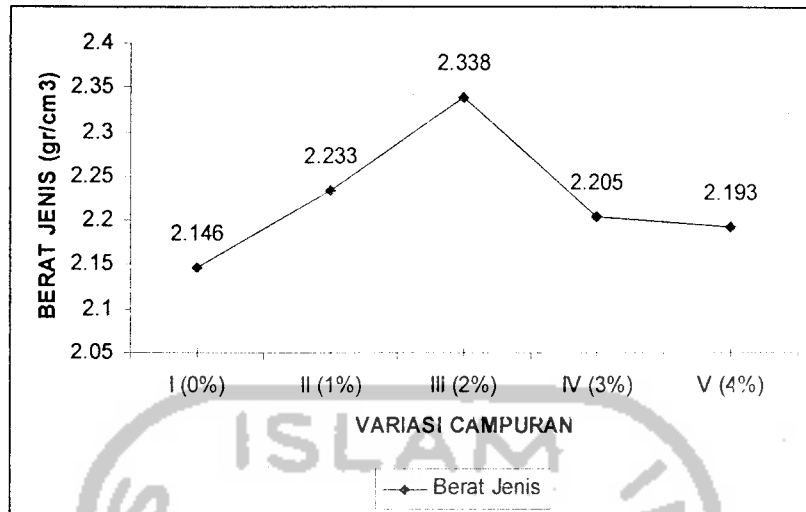
$$= \sqrt{\frac{(5 \times 25,066) - (11,165)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,033.$$

Untuk analisa berat Jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis berat Jenis diatas. Penghitungan berat volume kering untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel, pada lampiran.

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 2.146 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 2,538 gr/cm³. Kemudian mengalami penurunan nilai berat jenis pada variasi IV, V masing-masing sebesar 2,205 gr/cm³ dan 2,193gr/ cm³. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.8 dan gambar 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.8 Data Rerata Pengujian Berat Jenis Bata Per Variasi

Variasi	<i>Bj Rerata</i> (gr/cm ³)
I (0%)	2,146
II (1%)	2,233
III (2%)	2,338
IV (3%)	2,205
V (4%)	2,193



Gambar 5.2 Grafik Nilai Rerata Berat Jenis Bata Merah Per Variasi

Nilai berat jenis bata merah dipengaruhi oleh volume pori dari bata merah, sedangkan benda uji yang menggunakan zat *aditif rock* pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) memiliki volume pori yang cukup besar. Sehingga berpengaruh pada berat kering yang semakin kecil sedangkan volume pori semakin besar, oleh karena itu terjadi penurunan nilai berat jenis. Hal ini disebabkan karena proses pengerasan yang terlalu cepat pada zat *aditif rock* yang mengalami ikatan homogen, yang mempengaruhi kepadatan dari benda uji.

5.1.4 Pengujian Serapan Air Bata Merah

Pengujian serapan air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar penyerapan air oleh bata merah yang besarnya dinyatakan dalam % dari berat kering bata merah. Dengan menggunakan persamaan (3.3), maka dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata penyerapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1% *rock*) no sampel 1 adalah

sebesar 27,236%. Menurut Tjokrodimuldo 1992, pada umumnya bata merah dianggap baik bila penyerapan airnya kurang dari 20% dari berat keringnya, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) no sampel 1 kurang baik, karena angka penyerapan airnya lebih besar dari 20%. Besarnya angka penyerapan ini juga menandakan kepadatan bata merah yang rendah sehingga terdapat banyak pori-pori pada bata merah tersebut. Metoda penghitungan nilai serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran nilai serapan air bata merah seperti pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (<i>l</i>)	24,8
Lebar (<i>b</i>)	10,9
Tebal (<i>d</i>)	3,9
Volume (<i>V_k</i>)	1,054
Berat kering (<i>W_k</i>)	1,523
Berat basah (<i>W_b</i>)	1,938
Berat air (<i>W_w</i>)	415

Sesuai persamaan (3.3) maka besarnya nilai penyerapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) adalah berikut ini.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\% \\
 &= \frac{1.938 - 1.523}{1.523} \times 100\% = 27,236\%.
 \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari angka serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) adalah sebagai berikut ini.



Tabel 5.10 Data Pengujian Serapan Air Pada Bata Merah Variasi II

No. Sampel	X_i Nilai <i>Absorpsi</i> (%)	X_i^2	s
1	27,236	741,784	2,187
2	24,923	621,164	
3	23,892	570,841	
4	27,978	782,831	
5	22,828	521,125	
Σ	126,858	3.237,746	

Dari Tabel 5.10 diperoleh $\Sigma X_i = 126,858\%$; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1% *rock*) adalah sebagai berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{126,858}{5} = 25,372.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

$$s = \sqrt{\frac{(n \sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{(5 \times 3.237,746) - (126,858)^2}{5 \times (5-1)}} = 2,187$$

Untuk analisa nilai serapan air bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis nilai serapan air diatas. Penghitungan nilai serapan air untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel pada lampiran.

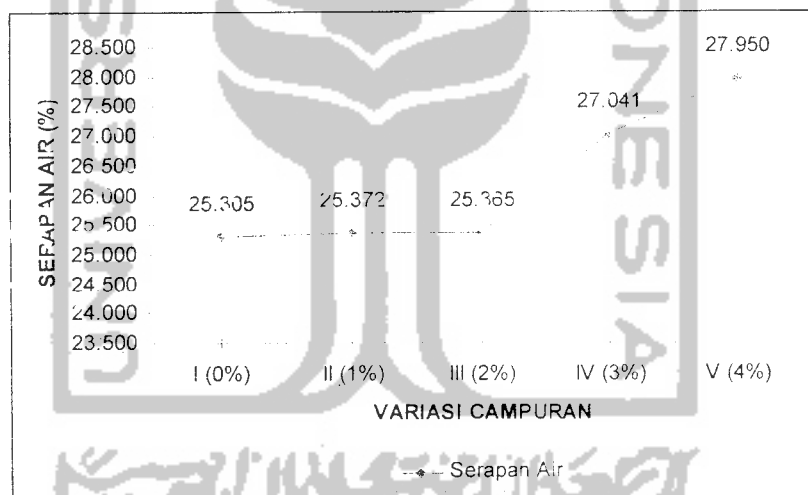
Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa

tan h
akan l
per v
ck me
ta mer
2).

campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 2,146 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi IV (3% *rock*) sebesar 27.041%. Kemudian mengalami penurunan nilai serapan air pada variasi V sebesar 26,836%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.11 dan gambar 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.11 Data Rerata Pengujian Serapan Air Bata Merah Per Variasi

Variasi	<i>a</i> Rerata (%)
I (0%)	25,305
II (1%)	25,372
III (2%)	25,368
IV (3%)	27,041
V (4%)	27,950



Gambar 5.3 Grafik Nilai Rerata Serapan Air Bata Merah Per Variasi

Pada uji serapan air, semakin kecil nilai serapan air menandakan bahwa benda uji mempunyai kepadatan yang lebih baik. Dengan volume pori yang besar menunjukkan bahwa kepadatan dari benda uji kurang baik. Kemudian kenaikan yang terjadi pada nilai hasil pengujian serapan air, dimungkinkan karena faktor proses pencetakan yang kurang padat selain faktor pengaruh dari zat *aditif rock*

yang mengalami ikatan homogen dan proses pengerasan yang lebih cepat, sehingga volume pori akan bertambah besar.

Nilai rata-rata per variasi yang menunjukkan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mempunyai nilai serapan air yang relatif lebih besar yaitu > 25 %, sedangkan bata merah yang baik mempunyai nilai serapan air kurang dari 20% (Kardiyono, 1992).



5.2 Hasil Pengujian Akhir Benda Uji

5.2.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Merah

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan bata merah dalam menahan beban tekan maksimal yang dikerjakan. Standar mutu kuat tekan rata-rata bata merah menurut SNI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan menurut SII dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Dari hasil pengujian kuat tekan untuk bata merah dengan campuran zat *aditif rock* diperoleh nilai kuat tekan rata-rata yaitu pada variasi II (1%) sebesar 3,532 MPa, III (2%) sebesar 3,649 MPa, IV (3%) sebesar 3,782 MPa dan V (4%) sebesar 4,725 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 3,120 MPa. Kenaikan tersebut seiring dengan bertambahnya jumlah prosentase zat *aditif rock* dalam campuran.

Metoda penghitungan kuat tekan bata merah pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran sampel kuat tekan pada bata merah variasi II (1%) sampel 1 seperti pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Data Pengukuran Bata Merah Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	10 cm
Lebar (b)	10,9 cm
Tebal (d)	3,9 cm
Luas bidang desak (A)	109 cm ²
Beban maksimum (P)	22,09 Kgf

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan dalam satuan MPa:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \text{ cm} & \text{Lebar} &= 10,9 \text{ cm} & \text{Tebal} &= 3,9 \text{ cm} \\ &= 0,10 \text{ m} & &= 0,109 \text{ m} & &= 0,039 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang tekan} &= 10 \times 10,9 = 109 \text{ cm}^2 \\ &= 0,011 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban titik maksimal yang diterima benda uji (P)} &= 4179,38 \text{ Kgf} \\ &= 40,986 \text{ KN} \end{aligned}$$

Maka, kuat tekan dalam satuan Mpa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan (f)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{40,986}{0,011} = 3.760 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari kuat tekan bata merah adalah berikut ini.

Tabel 5.13 Pengujian kuat tekan Bata Merah dengan campuran zat *aditif rock*

No sampel	X_i kuat tekan (MPa)	X_i^2	s
1	3,76	14,138	0,679
2	4,086	16,695	
3	2,783	7,745	
4	2,834	8,032	
5	4,195	17,598	
Σ	17,658	64,208	

Dari Tabel 5.13 diperoleh $\sum Xi = 17,658$ MPa: $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.14) didapat nilai rerata kuat tekan bata merah berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{17,658}{5} = 3,532 \text{ MPa.}$$

Sesuai dengan persamaan (3.15) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

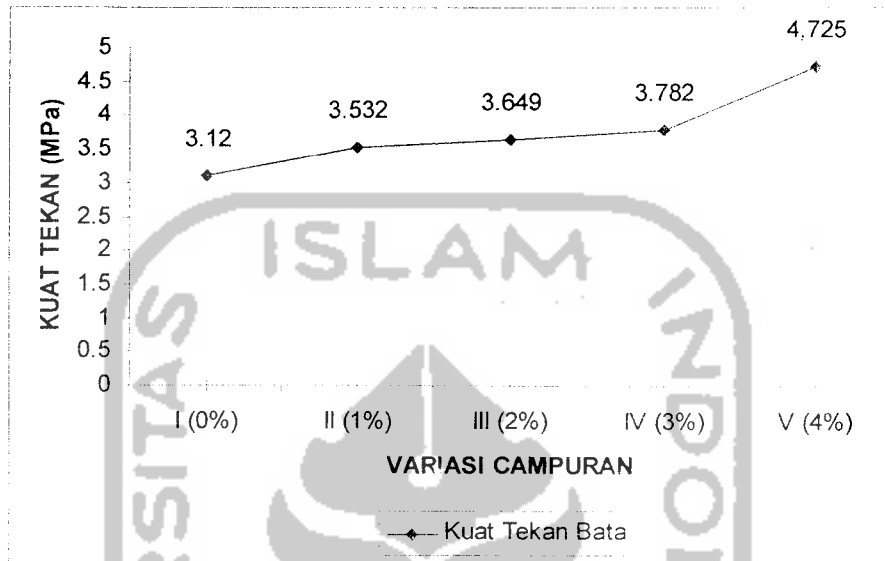
$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{(5 \times 64,208) - (17,658)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,579.$$

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 3,120 MPa, menunjukkan kenaikan nilai kuat tekan hingga variasi V (4% *rock*). Kenaikan tersebut seiring dengan bertambahnya jumlah prosentase *rock* dalam campuran.

Tabel 5.14 Data Rerata Pengujian kuat tekan Bata Per Variasi

Variasi	f Rerata (MPa)
I (0%)	3,120
II (1%)	3,532
III (2%)	3,649
IV (3%)	3,782
V (4%)	4,725

Besarnya nilai kuat tekan bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Nilai Rerata kuat tekan Bata Merah Per Variasi

Dibandingkan dengan bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock*, bata merah dengan dengan zat *aditif rock* mempunyai nilai kuat tekan yang lebih baik. Hal ini dimungkinkan karena zat *aditif rock* yang mempunyai sifat sebagai pengeras, mempengaruhi timbulnya butiran butiran menyerupai agregat yang cukup keras. Sehingga ketika bata merah mendapatkan beban tekan dengan luasan tertentu sebagai bidang tekan, butiran keras tersebut juga mempunyai pengaruh untuk menahan kuat tekan bata merah, semakin banyak zat *aditif rock* maka semakin banyak pula jumlah butiran keras yang ada dalam bata merah. Sehingga nilai kuat tekannya menjadi bertambah.

5.2.2 Pengujian Kuat Lentur Bata Merah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan maksimum bata merah untuk menahan gaya *transversal*. Pada pengujian ini diasumsikan beban yang dikerjakan adalah beban titik dengan jarak antar dukungan sejauh 20 cm.

Dari hasil pengujian kuat lentur untuk bata merah dengan campuran zat *aditif rock* diperoleh nilai kuat lentur rata-rata yaitu pada variasi II (1%) sebesar 0,308 MPa, III (2%) sebesar 0,342 MPa, IV (3%) sebesar 0,316 MPa dan V (4%) sebesar 0,306 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur rata-rata bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 0,218 MPa. Metoda penghitungan kuat lentur bata merah pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran sampel kuat lentur pada bata merah variasi II (1%); sampel 1 seperti pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Data Pengukuran Bata Merah Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	24,9 cm
Lebar (b)	11,0 cm
Tebal (d)	4,1 cm
Jarak dukungan (x)	20 cm
Beban maksimum (P)	22,09 Kgf

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat lentur dalam satuan MPa:

$$\text{Panjang} = 24,9 \text{ cm}$$

$$= 0,249 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 11,0 \text{ cm}$$

$$= 0,11 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 4,1 \text{ cm}$$

$$= 0,041 \text{ m}$$

Jarak dukungan = 20 cm

$$= 0,20 \text{ m}$$

Beban titik maksimal yang diterima benda uji (P) = 22,09 Kgf

$$= 0,217 \text{ KN}$$

Karena dalam pengujian kuat lentur benda uji mengalami pecah di tengah, maka perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan (3.6). Perhitungan kuat lentur dalam satuan MPa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur } (\sigma_p) &= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{3 \times 0,217 \times 0,2}{2 \times 0,11 \times 0,041^2} = 0,351 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari kuat tekan bata merah adalah berikut ini.

Tabel 5.16 Pengujian kuat lentur Bata Merah dengan campuran zat *aditif rock*

No sampel	X_i kuat lentur (MPa)	X_i^2	s
4	0,351	0,123	0,041
5	0,251	0,063	
6	0,298	0,089	
7	0,301	0,091	
8	0,346	0,120	
Σ	1,547	0,485	

Dari Tabel 5.16 diperoleh $\Sigma X_i = 1.547$ MPa; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.14) didapat nilai rerata kuat lentur bata merah berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1,547}{5} = 0,309 \text{ MPa.}$$

Sesuai dengan persamaan (3.15) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

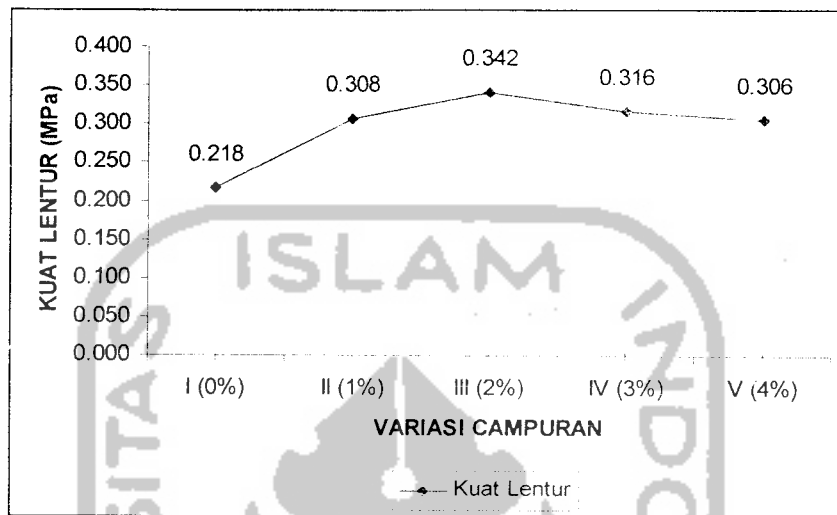
$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}} \\ = \sqrt{\frac{(5 \times 0,485) - (1,547)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,041.$$

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 0,218 MPa mengalami kenaikan nilai kuat lentur, dan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 0,342 MPa. Kemudian mengalami penurunan nilai kuat lentur pada variasi IV, V. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.17 dan gambar 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.17 Data Rerata Pengujian kuat lentur Bata Per Variasi

Variasi	σ_p Rerata (MPa)
I (0%)	0,218
II (1%)	0,308
III (2%)	0,342
IV (3%)	0,316
V (4%)	0,306

Besarnya nilai kuat lentur bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Nilai Rerata kuat lentur Bata Merah Per Variasi

Penurunan nilai kuat lentur pada variasi campuran IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) dimungkinkan karena pengaruh bertambahnya jumlah *aditif rock* yang menyebabkan proses pengerasan menjadi semakin cepat. Ikatan homogen yang terjadi pada zat *aditif* menyebabkan terjadinya butiran-butiran yang mempengaruhi ikatan antar butiran tanah liat. Butiran-butiran tersebut menyebabkan kemampuan bata merah dalam menahan beban titik menjadi berkurang karena ketika bata mendapatkan beban titik terjadi gaya geser antar butiran, sedangkan ikatan antara zat *aditif rock* dan tanah liat kurang sempurna karena proses pengerasan zat *aditif rock* yang terlalu cepat. Dalam pengujian ini jumlah butiran dalam bata merah akan bertambah besar seiring dengan penambahan zat *aditif rock*. Tetapi walaupun hasil pengujian benda uji mengalami penurunan nilai pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*), nilai

kuat lenturnya lebih besar jika dibandingkan dengan bata merah tanpa menggunakan campuran zat *aditif rock*.

