

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh data primer berupa kuat desak kubus *ceiling brick*, kuat desak silinder beton, kuat tarik baja tulangan, beban lendutan keramik beton ceiling brick dengan Sampel uji rangkaian sepanjang 3 meter dan 2 meter dengan perbandingan 1 lajur = 1 rangkaian dan 2 lajur = 1 rangkaian. Data tersebut dianalisa untuk memperoleh grafik hubungan beban-lendutan dan momen-kelengkungan.

##### 5.1.1 Hasil Uji Kuat Desak Kubus *Ceiling Brick*

Untuk mengetahui kekuatan bahan dari *ceiling brick*, maka ceiling brick harus dipotong menjadi kubus dengan ukuran 1,5 x 1,5 x 1,5 cm. Pemotongan ceiling brick ini dilakukan agar dapat dikonversikan kedalam standar beton, hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5.1 Hasil uji kubus ceiling brick

No	Luas (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	2,25	555	246,67
2	2,25	577,5	256,67
3	2,25	562,5	250
4	2,25	562,5	250
5	2,25	575	255,56
Rata-rata			251,78

Kuat desak kubus *ceiling brick* diketahui dari uji desak dari 5 sampel kubus *ceiling brick* ukuran 1,5 x 1,5 x 1,5 cm dan didapat  $f'_{cb_{rata-rata}} = 25,178$  MPa. Kemudian hasil kuat desak *ceiling brick* dikonversikan ke kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm :

$$f'c = 25,178 \times 0,7880 = 19,840 \text{ MPa}$$

Setelah dikonversikan ke kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm dikonversikan ke dalam silinder yaitu :

$$f'c \text{ silinder} = f'c \text{ kubus} \times c$$

dimana  $c = 0,83$  adalah factor untuk mengalikan kekuatan kubus agar diperoleh kuat silinder yang ekuivalen (PBB1 1971, NI-2).

$$\begin{aligned} f'c \text{ silinder} &= f'c \text{ kubus} \times 0,83 \\ &= 19,840 \times 0,83 \\ &= 16,468 \text{ MPa} \end{aligned}$$

### 5.1.2 Hasil Uji Agregat

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, yaitu agregat normal, agregat berat, dan agregat ringan. Hasil dari pemeriksaan berat jenis agregat kasar 2,41 gram/cm<sup>3</sup> dan berat jenis agregat halus 2,36 gram/cm<sup>3</sup>. Dari hasil pemeriksaan berat jenis agregat tersebut termasuk jenis agregat normal. Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7 gram/cm<sup>3</sup>. Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya.. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar 2,3 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa. Data pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada lampiran 2.

Dari data pemeriksaan agregat halus, didapat data modulus halus butir (MHB) agregat halus. Modulus halus butir didapat 2,8982 dan gradasi pasirnya dari hasil ayakan masuk pada daerah 2 ( dua ) dengan jenis pasir agak kasar.

Agregat kasar, data modulus halus butir (MHB) didapat 6,6446 dan gradasi pasirnya dari hasil analisa ayakan, didapat besar maksimum masuk 20 mm..

### 5.1.3 Hasil Uji Mix Design

Perencanaan Campuran beton menggunakan metode *ACI (american concrete institute)*, dengan memperhatikan bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Dengan kuat beton yang diisyaratkan  $f'_c = 25$  MPa, Volume pekerjaan kecil dan mutu pekerjaan cukup, diperkirakan standar deviasi ( $s_d$ ) = 7,5 MPa. Keadaan beton non korosif, jenis struktur pelat lantai, ukuran maksimum kerikil 40 mm, berat volume agregat = 1,60 ton/m<sup>3</sup>, berat jenis kerikil, pasir dan modulus halus butir 2,60.

Dari hasil perhitungan metode *ACI* (*american concrete institute*) pada lampiran 4, didapat kebutuhan material setiap kali campuran adukan beton:

Volume molen ( mixer )	= 0,05 m <sup>3</sup>
Semen	= 0,05 x 432 = 21,6 kg
Pasir	= 0,05 x 572 = 28,6 kg
Kerikil	= 0,05 x 1184 = 59 kg
Air	= 0,05 x 177 = 8,850 liter

#### 5.1.4 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Kekuatan desak beton rencana tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat serta kualitas perawatannya. Kuat desak beton diketahui dari uji desak 3 silinder beton ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian dilakukan setelah silinder beton berumur 28 hari. Dari hasil uji desak silinder beton diperoleh kuat desak 26 MPa.

Hasil uji desak silinder beton disajikan pada lampiran 4, sedangkan rangkuman hasil uji kuat desak dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2** Hasil uji desak silinder beton

No	Benda uji	Ø Silinder (mm)	Luas penampang silinder (mm <sup>2</sup> )	Beban maksimum (N)	Kuat desak (MPa)
1	A	151,4	18002,87	710000	39,44
2	B	151,4	18002,87	690000	38,33
3	C	151,0	17907,86	670000	37,41
					38,39

Kuat desak beton rerata ( $f_{cr}$ ) :

$$f_{cr} = f'_c + m \quad \text{dengan } m = 1,64 \cdot sd$$

Kuat desak beton ( $f'_c$ ) :

$$\begin{aligned} f'_c &= f_{cr} - m \\ &= 38,39304350 - (1,64 \cdot 7,5) \\ &= 26,0930435 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil uji ini, kuat desak beton pada model adalah 26 MPa.

### 5.1.5 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan

Untuk mengetahui kualitas baja tulangan yang terpasang dalam model balok beton bertulang, dilakukan uji tarik baja tulangan, hasilnya ditunjukkan pada lampiran 3, rangkuman hasil uji kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut

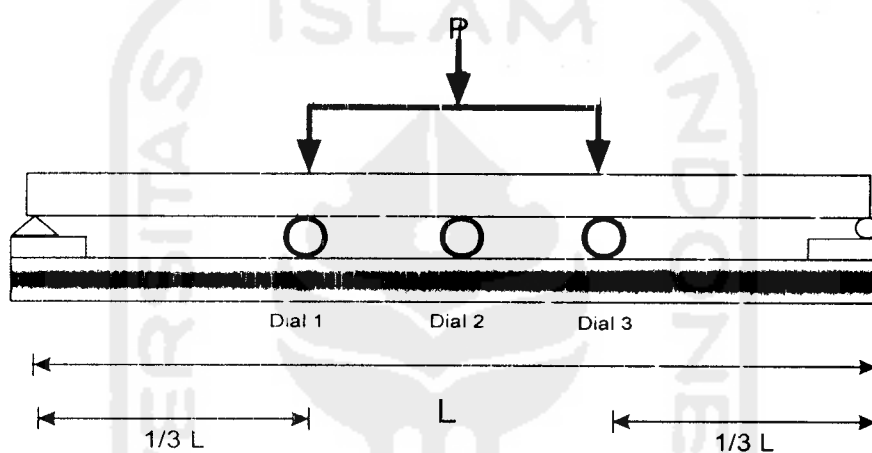
Tabel 5.3 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan

Diameter (mm)	Sampel	Kuat leleh (MPa)	Kuat tarik (MPa)
Ø 8	1	301,42	433,92
	2	308,04	427,28
<b>Rata-rata</b>		304,73	430,60
Ø 10	1	374,93	541,56
	2	380,61	547,25
<b>Rata-rata</b>		377,77	544,40

### 5.1.6 Hasil Uji Lentur Keramik Beton *Ceiling Brick*

#### 5.1.6.1 Hubungan Beban dan Lendutan

Pada pengujian kuat lentur ini, setiap lajur pada kermik beton *ceiling brick* diberikan pembebanan seperti pada Gambar 5.1 secara bertahap. Kemudian pada setiap pembebanan, lendutan yang terjadi dicatat.



Gambar 5.1 Pembebanan Benda Uji

Data pencatatan dan grafik pembebanan lendutan dapat dilihat pada Tabel berikut:

**Tabel 5.4** Hasil uji kuat lentur *ceiling brick*, 1 lajur dengan panjang 2 meter

<b>Beban (KN)</b>	<b>Dial 1 (mm)</b>	<b>Dial 2 (mm)</b>	<b>Dial 3 (mm)</b>
0.00	0.000	0.000	0.000
0.53	0.073	0.080	0.071
1.01	0.185	0.214	0.181
1.50	0.311	0.378	0.286
2.03	0.427	0.557	0.403
2.53	0.528	0.651	0.567
3.03	0.684	0.830	0.704
3.52	0.807	1.006	0.883
4.03	1.065	1.253	1.094
4.53	1.173	1.402	1.246
5.15	1.451	1.633	1.426
5.68	1.662	1.921	1.671
6.14	1.934	2.464	2.037
6.48	2.310	2.712	2.426
6.49	2.518	3.048	2.685
6.73	2.653	3.318	2.850
7.57	2.762	3.575	3.017
7.63	2.972	3.840	3.157
7.47	3.108	3.993	3.255
7.44	3.214	4.134	3.464

Tabel 5.5 Hasil uji kuat lentur *ceiling brick*, 1 lajur dengan panjang 3 meter

Beban (KN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000
0.27	0.121	0.124	0.108
0.49	0.278	0.262	0.215
0.77	0.468	0.511	0.439
1.03	0.681	0.786	0.690
1.27	0.886	1.023	0.812
1.51	1.054	1.169	0.971
1.76	1.250	1.464	1.164
2.00	1.446	1.652	1.395
2.25	1.670	1.916	1.572
2.51	1.899	2.126	1.783
2.75	2.095	2.364	1.970
2.98	2.297	2.606	2.161
3.25	2.497	2.884	2.379
3.50	2.810	3.150	2.626
3.73	3.097	3.365	2.887
3.81	3.685	3.951	3.266
3.56	3.866	4.190	3.423
3.56	4.085	4.390	3.567
3.56	4.333	4.503	3.665
3.57	4.375	4.598	3.768
3.58	4.514	4.786	3.864

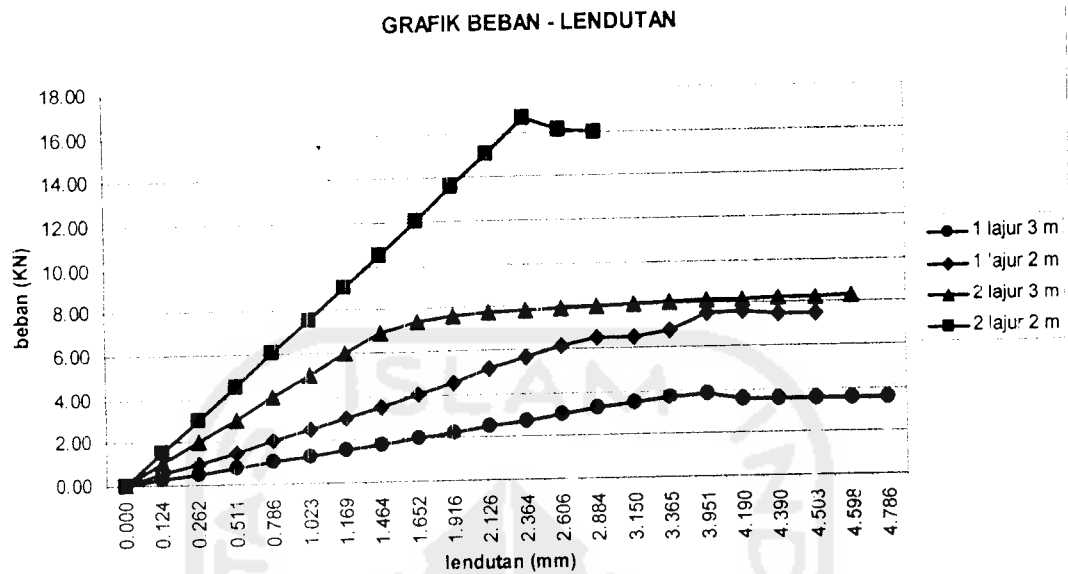


**Tabel 5.6** Hasil uji kuat lentur *ceiling brick*, 2 lajur dengan panjang 2 meter

<b>Beban (KN)</b>	<b>Dial 1 (mm)</b>	<b>Dial 2 (mm)</b>	<b>Dial 3 (mm)</b>
0.00	0.000	0.000	0.000
1.54	0.170	0.204	0.160
3.00	0.549	0.629	0.534
4.53	0.840	1.019	0.805
6.07	1.102	1.257	1.107
7.51	1.539	1.796	1.488
9.07	2.077	2.443	2.028
10.51	2.485	2.905	2.316
12.10	2.759	3.282	2.700
13.60	3.070	3.597	2.903
15.05	3.311	3.916	3.207
16.70	3.580	4.210	3.495
16.15	3.796	4.402	3.664
16.00	3.918	4.659	3.802

**Tabel 5.7** Hasil uji kuat lentur *ceiling brick*, 2 lajur dengan panjang 3 meter

<b>Beban (KN)</b>	<b>Dial 1 (mm)</b>	<b>Dial 2 (mm)</b>	<b>Dial 3 (mm)</b>
0.00	0.000	0.000	0.000
1.02	0.298	0.367	0.262
2.00	0.716	0.825	0.700
2.98	1.002	1.135	0.968
4.04	1.418	1.618	1.485
4.99	1.809	2.162	1.919
6.02	2.246	2.658	2.211
6.91	3.058	3.483	3.088
7.37	3.408	3.890	3.329
7.61	3.621	4.307	3.492
7.74	3.955	4.618	3.755
7.81	4.136	4.848	4.025
7.87	4.490	5.231	4.333
7.93	4.693	5.398	4.540
8.01	5.350	5.790	4.948
8.07	5.662	6.163	5.213
8.13	5.866	6.333	5.367
8.17	6.085	6.585	5.483
8.20	6.399	7.055	5.805
8.25	6.682	7.514	6.042
8.28	6.990	7.763	6.328



**Gambar 5.2** Grafik hubungan beban dan lendutan

### 5.1.6.2 Analisa Data Hubungan Beban dan Lendutan

Dari hasil pengamatan grafik hubungan beban dan lendutan dapat disimpulkan dalam tabel :

**Tabel 5.8** Analisa Data 1 Lajur

SAMPEL	P (ultimit) (KN)	P (ultimit) (%)	Lendutan ( $\Delta$ ) (mm)
2 meter	7,63	100	3,84
3 meter	3,81	49,93	3,95

Tabel 5.9 Analisa Data 2 Lajur

SAMPEL	P (ultimit) (kN)	P (ultimit) (%)	Lendutan ( $\Delta$ ) (mm)
2 meter	16.70	100	4.270
3 meter	8,28	49.58	7.763

Dari data Tabel 5.8 dan 5.9 dapat analisa pengaruh jumlah lajur dan bentang dalam menahan beban, serta perilaku lendutan yang terjadi pada rangkaian keramik beton *ceiling brick*. Jumlah lajur akan mempengaruhi besarnya kekuatan rangkaian, semakin banyak jumlah lajur maka semakin besar dalam menahan beban. Dan semakin panjang bentang maka semakin berkurang dalam menahan beban, berkurang sampai 50 % dengan perbedaan panjang bentang 1 meter. Perilaku lendutan dapat kita amati dari Tabel tersebut. Lendutan akan semakin besar jika adanya penambahan panjang dan lajur pada rangkaian.



## 5.1.7 Hubungan Momen dan Kelengkungan

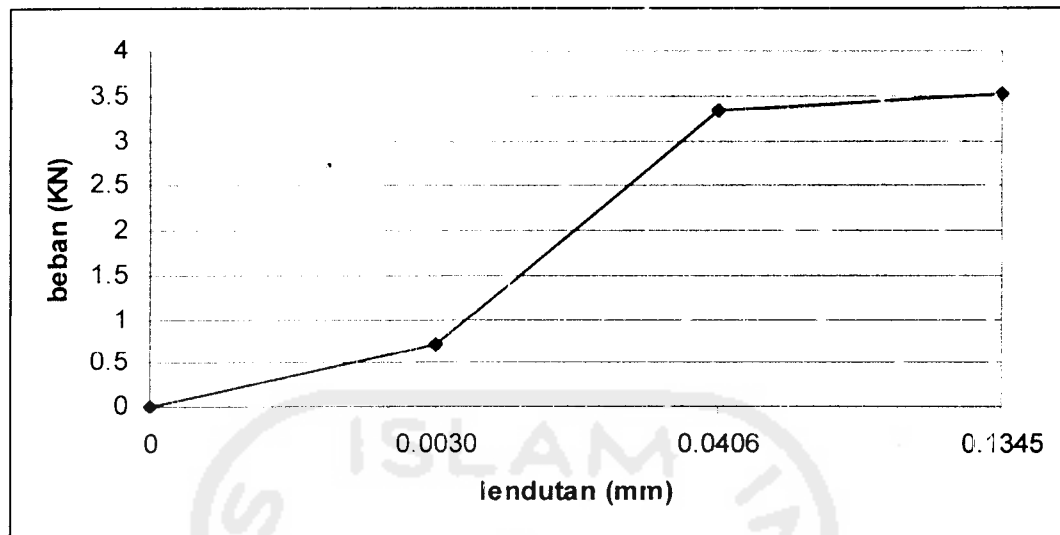
### 5.1.7.1 Momen dan Kelengkungan Teoritis

Mengacu pada tulisan Park & Paulay (1975), nilai momen dan kelengkungan dapat dicari dengan perhitungan teoritis. Perhitungan momen dan kelengkungan teoritis disajikan pada lampiran 6, sedangkan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan kurva trilinearnya pada gambar 5.2.

**Tabel 5.10** Hasil Perhitungan Momen dan Kelengkungan Teoritis

Keadaan	Momen (KN.m)	Kelengkungan (rad/m)
Retak ( $C_r$ )	0,721	$3,037 \cdot 10^{-3}$
Leleh ( $y$ )	3,340	$4,057 \cdot 10^{-2}$
Ultimit ( $u$ )	3,523	$134,535 \cdot 10^{-3}$

Dari data perhitungan momen dan kelengkungan dapat digambarkan grafik trilinear seperti ditunjukkan pada Gambar 5.3 yang dijadikan sebagai pembandingan dengan grafik momen dan kelengkungan balok keramik beton bertulang dengan perbandingan jumlah lajur dan bentang.



**Gambar 5.3** Grafik momen dan kelengkungan trilinear teoritis

#### 5.1.7. 2 Grafik Momen-Kelengkungan

Dari hasil data penelitian didapat grafik  $P-\Delta$ , sehingga dapat dicari momen kelengkungan. Sedangkan grafik hubungan  $M-\phi$  dapat digunakan untuk mencari kekakuan.

Tabel 5.11 Hubungan Momen dan Kelengkungan 1 Lajur - 2 meter

Beban (KN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (1)	Kelengkungan (2)
				(KN-m)	(1/m)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
0.53	0.073	0.080	0.071	0.1756	0.0001
1.01	0.185	0.214	0.181	0.3356	0.0006
1.50	0.311	0.378	0.286	0.5001	0.0014
2.03	0.427	0.557	0.403	0.6779	0.0025
2.53	0.528	0.651	0.567	0.8424	0.0019
3.03	0.684	0.830	0.704	1.0091	0.0024
3.52	0.807	1.006	0.883	1.1736	0.0029
4.03	1.065	1.253	1.094	1.3425	0.0031
4.53	1.173	1.402	1.246	1.5092	0.0035
5.15	1.451	1.633	1.426	1.7181	0.0035
5.68	1.662	1.921	1.671	1.8937	0.0046
6.14	1.934	2.464	2.037	2.0471	0.0086
6.48	2.310	2.712	2.426	2.1604	0.0062
6.49	2.518	3.048	2.685	2.1627	0.0080
6.73	2.653	3.318	2.850	2.2449	0.0102
7.57	2.762	3.575	3.017	2.5227	0.0123
7.63	2.972	3.840	3.157	2.5427	0.0139
7.47	3.108	3.993	3.255	2.4894	0.0146
7.44	3.214	4.134	3.464	2.4816	0.0143

Tabel 5.12 Hubungan Momen dan Kelengkungan 1 Lajur - 3 meter

Beban (KN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (1)	Kelengkungan (2)
				(KN-m)	(1/m)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
0.27	0.121	0.124	0.108	0.1350	0.0001
0.49	0.278	0.262	0.215	0.2450	0.0001
0.77	0.468	0.511	0.439	0.3825	0.0005
1.03	0.681	0.786	0.690	0.5150	0.0008
1.27	0.886	1.023	0.812	0.6350	0.0014
1.51	1.054	1.169	0.971	0.7550	0.0013
1.76	1.250	1.464	1.164	0.8800	0.0021
2.00	1.446	1.652	1.395	1.0000	0.0019
2.25	1.670	1.916	1.572	1.1250	0.0024
2.51	1.899	2.126	1.783	1.2550	0.0023
2.75	2.095	2.364	1.970	1.3750	0.0027
2.98	2.297	2.606	2.161	1.4900	0.0030
3.25	2.497	2.884	2.379	1.6250	0.0036
3.50	2.810	3.150	2.626	1.7500	0.0035
3.73	3.097	3.365	2.887	1.8650	0.0030
3.81	3.685	3.951	3.266	1.9050	0.0038
3.56	3.866	4.190	3.423	1.7800	0.0044
3.56	4.085	4.390	3.567	1.7800	0.0045
3.56	4.333	4.503	3.665	1.7800	0.0040
3.57	4.375	4.598	3.768	1.7850	0.0042
3.58	4.514	4.786	3.864	1.7900	0.0048

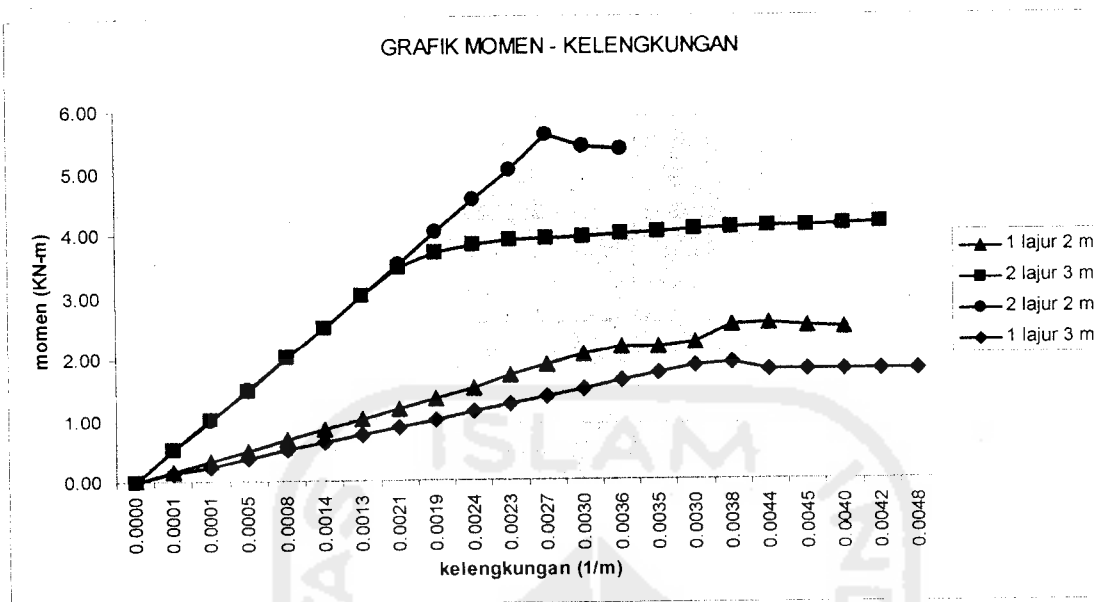


**Tabel 5.13** Hubungan Momen dan Kelengkungan 2 Lajur - 2 meter

<b>Beban (KN)</b>	<b>Dial 1 (mm)</b>	<b>Dial 2 (mm)</b>	<b>Dial 3 (mm)</b>	<b>Momen (1)</b>	<b>Kelengkungan (2)</b>
				<b>(KN-m)</b>	<b>(1/m)</b>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
1.54	0.170	0.204	0.160	0.5144	0.0007
3.00	0.549	0.629	0.534	1.0000	0.0016
4.53	0.840	1.019	0.805	1.5089	0.0035
6.07	1.102	1.257	1.107	2.0222	0.0028
7.51	1.539	1.796	1.488	2.5022	0.0051
9.07	2.077	2.443	2.028	3.0222	0.0070
10.51	2.485	2.905	2.316	3.5022	0.0091
12.10	2.759	3.282	2.700	4.0333	0.0099
13.60	3.070	3.597	2.903	4.5333	0.0110
15.05	3.311	3.916	3.207	5.0156	0.0118
16.70	3.580	4.210	3.495	5.5678	0.0121
16.15	3.796	4.402	3.664	5.3833	0.0121
16.00	3.918	4.659	3.802	5.3322	0.0144

**Tabel 5.14** Hubungan Momen dan Kelengkungan 2 Lajur - 3 meter

Beban (KN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (1)	Kelengkungan (2)
				(KN-m)	(1/m)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
1.02	0.298	0.367	0.262	0.5100	0.0007
2.00	0.716	0.825	0.700	1.0000	0.0009
2.98	1.002	1.135	0.968	1.4900	0.0012
4.04	1.418	1.618	1.485	2.0200	0.0013
4.99	1.809	2.162	1.919	2.4950	0.0024
6.02	2.246	2.658	2.211	3.0100	0.0034
6.91	3.058	3.483	3.088	3.4550	0.0033
7.37	3.408	3.890	3.329	3.6850	0.0042
7.61	3.621	4.307	3.492	3.8050	0.0060
7.74	3.955	4.618	3.755	3.8700	0.0061
7.81	4.136	4.848	4.025	3.9050	0.0061
7.87	4.490	5.231	4.333	3.9350	0.0066
7.93	4.693	5.398	4.540	3.9650	0.0063
8.01	5.350	5.790	4.948	4.0050	0.0051
8.07	5.662	6.163	5.213	4.0350	0.0058
8.13	5.866	6.333	5.367	4.0650	0.0057
8.17	6.085	6.585	5.483	4.0850	0.0064
8.20	6.399	7.055	5.805	4.1000	0.0076
8.25	6.682	7.514	6.042	4.1250	0.0092
8.28	6.990	7.763	6.328	4.1400	0.0088



**Gambar 5.4** Grafik hubungan momen dan kelengkungan

Hubungan momen dan kelengkungan pada rangkaian keramik beton *ceiling brick*, ditunjukkan pada Tabel 5.11 sampai 5.14. Sehingga dapat dilihat perilaku momen dan kelengkungan yang terjadi.

## 5.2 Pembahasan

### 5.2.1 Kuat Lentur Ditinjau Dari Beban dan Lendutan

Hubungan momen ( $M$ ) dan kelengkungan ( $\phi$ ). Hal ini dapat dilihat pada pola grafik momen dan kelengkungan yang diperoleh dari data percobaan di laboraorium, Perhitungannya disajikan pada lampiran 6, sehingga hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 berikut dibawah ini.

**Tabel 5.15** Hasil Analisa Data 1 lajur

<b>SAMPEL</b>	<b>M</b> <b>(KN.m)</b>	<b><math>\phi</math></b> <b>(1/m)</b>	<b>M</b> <b>(%)</b>
2 meter	2,5422	0,0139	100
3 meter	1,9050	0,0038	74,93

**Tabel 5.16** Hasil Analisa Data 2 lajur

<b>SAMPEL</b>	<b>M</b> <b>(KN.m)</b>	<b><math>\phi</math></b> <b>(1/m)</b>	<b>M</b> <b>(%)</b>
2 meter	5,5678	0,0121	100
3 meter	4,1408	0,0088	74,37

Dari Tabel 5.15 rangkaian keramik beton panjang bentang 3 meter lajur 1 mengalami penurunan momen sebesar 25,07 % terhadap rangkaian keramik beton panjang bentang 2 meter lajur 1.

Dari Tabel 5.16 rangkaian keramik beton panjang bentang 3 meter lajur 2 mengalami penurunan momen sebesar 25,63 % terhadap rangkaian keramik beton panjang bentang 2 meter lajur 2.

Penurunan kuat lentur disebabkan karena perbedaan panjang bentang, semakin panjang bentang maka semakin berkurang kuat tekannya.

## 5.2.2 Analisa Momen

### 5.2.2.1 Analisa Tulangan Sebelah

Analisa dengan menganggap tulangan tekan diabaikan, maka balok dengan tulangan tunggal hanya memiliki tulangan tarik saja. Dari analisa rencana dan berdasarkan hasil pengujian laboratorium tulangan sebelah dengan ditambah berat sendiri pada rangkaian 1 lajur 2 meter dan rangkaian 1 lajur 3 meter, perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 6. Sehingga hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan 5.18 dibawah ini

**Tabel 5.17** Hasil perhitungan 1 lajur ( Tulangan Sebelah )

	<b>Mu (KN.m)</b> <b>( Momen Ultmit)</b>	<b>a (mm)</b> <b>( tinggi blok tekan)</b>
Perhitungan Rencana 1 lajur	3,53	21,17
Sample 1 lajur 2 meter	2,79	45,8
Sample 1 lajur 3 meter	2,47	56,8

**Tabel 5.18** Hasil perhitungan 2 lajur ( Tulangan Sebelah )

	<b>Mu (KN.m)</b> <b>( Momen Ultmit)</b>	<b>a (mm)</b> <b>( tinggi blok tekan)</b>
Perhitungan Rencana 2 lajur	7,05	21,2
Sample 2 lajur 2 meter	6,42	31,8
Sample 2 lajur 3 meter	6,05	38

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa  $a$  rencana  $<$   $a$  hasil penelitian baik yang terjadi pada 1 lajur maupun 2 lajur. Dari hasil perbandingan tersebut maka sebelum keramik beton mengalami kehancuran, baja tulangan akan mengalami leleh terlebih dahulu. Dengan melelehnya tulangan, sumbu netral bergerak keatas, luas yang tersedia untuk memikul tekan menjadi berkurang.

### 5.2.2.1 Analisa Tulangan Rangkap

Dengan terbatasnya besar penampang balok keramik beton, terjadi kekuatan tekan tidak dapat memikul beban yang diakibatkan bekerjanya momen lentur. Dalam keadaan ini diperlukan tulangan dalam daerah tekan, yang akan menghasilkan apa yang disebut sebagai balok dengan tulangan rangkap, yaitu gelagar yang mempunyai tulangan tarik maupun tulangan tekan. Hasil analisa dan laboratorium dengan ditambah berat sendiri dapat dilihat pada lampiran 6, dan hasilnya dapat dilihat pada pada Tabel 5.19 dan 5.20 dibawah ini

**Tabel 5.19** Hasil perhitungan 1 lajur ( Tulangan Rangkap )

	<b>Mu (KN.m)</b> <b>( Momen Ultmit)</b>	<b>a (mm)</b> <b>( tinggi blok tekan)</b>
Perhitungan Rencana 1 lajur	3,52	18,95
Sample 1 lajur 2 meter	2,79	16,58
Sample 1 lajur 3 meter	2,47	15,65

**Tabel 5.20** Hasil perhitungan 2 lajur ( Tulangan Rangkap )

	<b>Mu (KN.m)</b> <b>( Momen Ultmit)</b>	<b>a (mm)</b> <b>( tinggi blok tekan)</b>
Perhitungan Rencana 2 lajur	7,05	18,97
Sample 2 lajur 2 meter	6,42	17,89
Sample 2 lajur 3 meter	6,05	17,31

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa  $a_{rencana} > a_{hasil}$  penelitian baik yang terjadi pada 1 lajur maupun 2 lajur. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya kerusakan pada keramik beton yang tertekan terlebih dahulu, dikarenakan tinggi blok tekan belum mencapai tinggi blok rencana. Tinggi blok tekan kurang dari  $d'$  (jarak tepi serat tertekan ke pusat tulangan tekan) sehingga tulangan tekan berubah menjadi tulangan tarik.