

## BAB IV

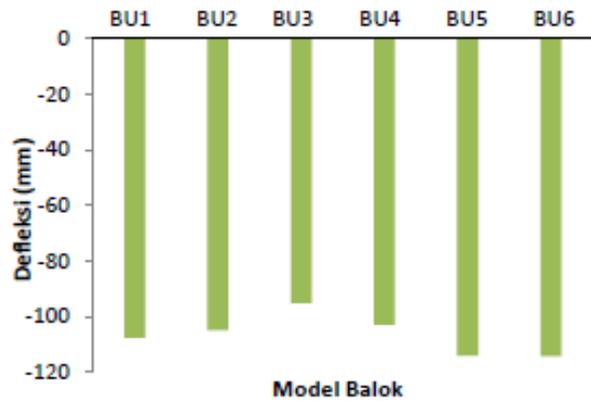
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Defleksi

Defleksi (lendutan) merupakan perubahan bentuk pada balok pada arah sumbu x akibat dari adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau akibat dari berat dari masing-masing balok tersebut. Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dari hasil analisis aplikasi *Response-2000* dapat membandingkan nilai defleksi dari pemodelan balok dengan variasi dimensi dan posisi tulangan lentur dengan panjang bentang 10 meter. Dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada balok beton pracetak dengan bentang 10 meter memiliki nilai defleksi yang berbeda-beda, hal ini disebabkan karena perbedaan dimensi dan posisi tulangan lentur dari balok tersebut yang berbeda-beda. Pada balok BU3 mempunyai nilai defleksi yang paling kecil dengan nilai defleksi sebesar -95,248 mm dan balok BU6 memiliki nilai defleksi yang paling besar dengan nilai defleksi sebesar -114,471 mm. Balok BU3 yang memiliki defleksi yang paling kecil ini disebabkan nilai tinggi dan lebar yang kecil, dengan tinggi balok 1000 mm, lebar balok 150 mm, lebar sayap atas 300 mm, lebar sayap bawah 450 mm, tinggi sayap atas 230 mm, dan tinggi sayap bawah 150 mm, dibandingkan dengan balok BU6 yang memiliki nilai tinggi dan lebar yang besar, dengan tinggi balok 1080 mm, lebar balok 152 mm, lebar sayap atas 381 mm, lebar sayap bawah 508 mm, tinggi sayap atas 100 mm dan tinggi sayap bawah 130 mm.

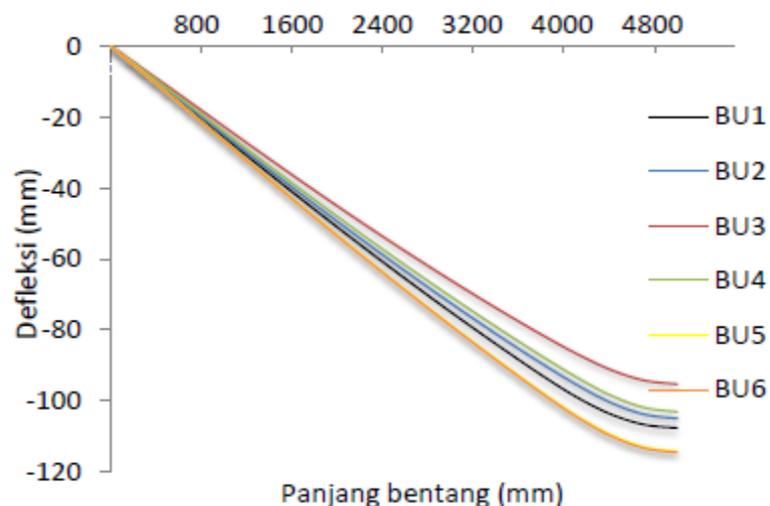
Tabel 4.1 Pengaruh defleksi terhadap variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak bentang 10 meter

| Model Balok | Defleksi (mm) |
|-------------|---------------|
| BU1         | -107,619      |
| BU2         | -104,938      |
| BU3         | -95,248       |
| BU4         | -103,072      |
| BU5         | -114,157      |
| BU6         | -114,471      |



Gambar 4.1 Defleksi akibat variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak bentang 10 meter.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai dari semua defleksi pada masing-masing pemodelan balok tersebut memiliki nilai defleksi yang berbeda-beda, balok BU3 memiliki nilai defleksi yang paling kecil dengan nilai -95,248 mm dan balok BU6 memiliki nilai defleksi yang paling besar dengan nilai 114,471 mm. Balok yang memiliki nilai defleksi kecil dan besar ini disebabkan kedua balok memiliki nilai tinggi dan lebar yang berbeda-beda, juga disebabkan pengaruh dari tulangan lentur sehingga menghasilkan nilai defleksi yang berbeda-beda pada balok tersebut.



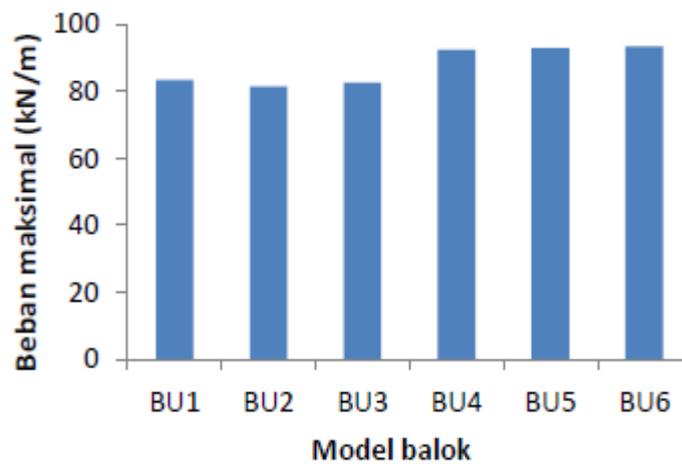
Gambar 4.2 Hubungan panjang bentang dan defleksi balok beton pracetak.

#### 4.2. Beban Maksimal

Adanya pembebanan vertikal dari arah y pada balok beton pracetak maka akan menyebabkan terjadinya defleksi (lendutan) pada balok tersebut. Tabel 4.2 serta Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 bahwa pada balok dengan panjang 10 m menunjukkan bahwa akibat dari variasi dimensi dan posisi tulangan lentur ini dapat mengakibatkan nilai beban maksimal yang berbeda-beda. Pada balok BU2 memiliki nilai beban maksimal yang paling kecil dengan nilai sebesar 81,265 kN/m dan balok BU6 memiliki beban maksimal yang paling besar dengan nilai sebesar 93,224 kN/m. balok yang memiliki nilai beban maksimal yang paling kecil ini disebabkan karena nilai tinggi dan lebar dari balok tersebut yang kecil dengan tinggi balok 1000 mm, lebar balok 150 mm, tinggi sayap atas 210 mm, tinggi sayap bawah 150 mm serta lebar sayap atas 300 mm dan lebar sayap bawah 450 mm, dibandingkan dengan balok BU6 yang memiliki nilai tinggi dan lebar yang besar, dengan tinggi balok 1080 mm, lebar balok 152 mm, tinggi sayap atas 100 mm, tinggi sayap bawah 130 mm serta lebar sayap atas 381 mm dan lebar sayap bawah 508 mm.

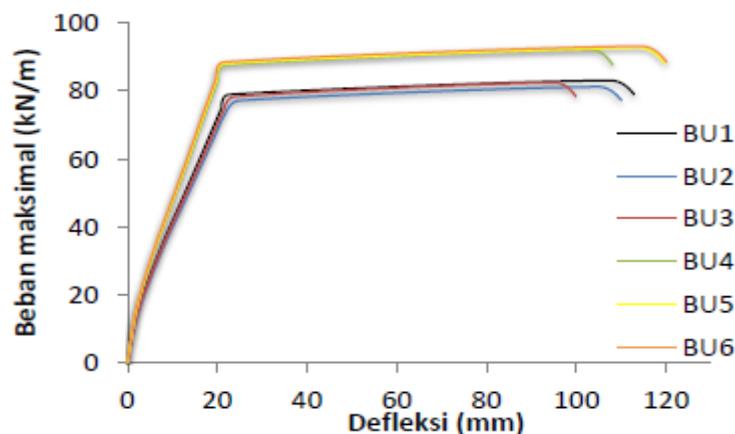
Tabel 4.2 Pengaruh beban maksimal terhadap variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak betang 10 meter

| Model<br>Balok | Beban maksimal<br>(kN/m) |
|----------------|--------------------------|
| BU1            | 83,143                   |
| BU2            | 81,265                   |
| BU3            | 82,473                   |
| BU4            | 92,265                   |
| BU5            | 92,746                   |
| BU6            | 93,224                   |



Gambar 4.3 Nilai beban maksimal akibat dari variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak bentang 10 meter.

Gambar 4.4 hubungan antar beban dan defleksi menunjukkan bahwa dari masing-masing pemodelan balok memiliki nilai beban maksimal yang berbeda-beda. Pada balok BU2 memiliki nilai beban maksimal yang paling kecil dengan nilai 82,265 kN/m dan balok BU6 memiliki nilai beban maksimal yang paling besar dengan nilai 93.224 kN/m. balok yang memiliki nilai beban maksimal yang paling kecil ini disebabkan karena balok tersebut memiliki nilai tinggi dan lebar yang kecil dibandingkn dengan balok yang memiliki nilai beban maksimal yang paling besar karena disebabkan balok tersebut memiliki nilai tinggi dan lebar yang besar, juga disebabkan pengaruh dari variasi dimensi dan posisi tulangan lentur sehingga menghasilkan nilai beban maksimal yang berbeda-beda pada balok tersebut.



Gambar 4.4 Hubungan beban dan defleksi balok beton pracetak.

Tabel 4.3 Pengaruh nilai kekakuan terhadap variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak betang 10 meter

| Model Balok | Beban Maksimal (kN) | Defleksi (m) | Kekakuan (kN/m) |
|-------------|---------------------|--------------|-----------------|
| BU1         | 790                 | 22,600       | 34,956          |
| BU2         | 770                 | 25,000       | 30,8            |
| BU3         | 780                 | 23,900       | 32,636          |
| BU4         | 880                 | 21,700       | 40,553          |
| BU5         | 880                 | 21,600       | 40,741          |
| BU6         | 890                 | 21,500       | 41,395          |

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada pemodelan balok beton pracetak dengan variasi dimensi dan posisi tulangan lentur dengan panjang bentang 10 meter ini berpengaruh terhadap kekakuan pada masing-masing balok, dan kekakuan yang paling kecil yaitu pada balok BU2 dengan nilai kekakuan sebesar 30,8 kN/m dan pada balok BU6 memiliki nilai kekakuan yang paling besar dengan nilai sebesar 41,395 kN/m dan dapat kita ketahui bahwa selisih nilai kekakuan dari kedua balok beton pracetak tersebut cukup jauh berbeda ini disebabkan balok BU2 dan balok BU6 memiliki nilai tinggi dan lebar yang berbeda-beda.

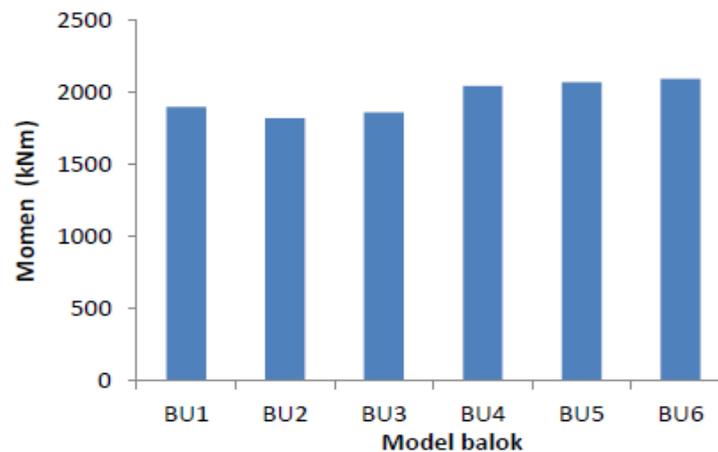
### 4.3. Momen Kurvatur

Nilai kelengkungan dapat digunakan untuk mengetahui besarnya regangan pada saat terjadi lendutan akibat momen nominal pada balok beton pracetak. Hasil analisis aplikasi *Response-2000*, momen nominal ditampilkan dalam bentuk data dan grafik. Dari hasil analisis dapat membandingkan perbedaan nilai momen nominal dari pemodelan balok dengan variasi dimensi dan posisi tulangan lentur dengan panjang bentang 10 meter, kemudian dari hasil analisis berupa nilai akan dijadikan grafik hubungan momen dan kurvatur. Dapat dilihat pada Tabel 4.3 serta Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 bahwa balok beton pracetak memiliki nilai momen nominal yang berbeda-beda ini disebabkan pengaruh dari variasi dimensi dan posisi tulangan lentur pada balok beton pracetak yang berbeda-beda. Pada balok BU2 memiliki momen nominal yang paling kecil dengan nilai 1821,036 kNm dan balok BU6 memiliki nilai momen nominal yang paling besar dengan nilai 2093,920 kNm. Balok yang memiliki nilai momen nominal paling kecil ini disebabkan karena nilai tinggi dan lebar yang kecil dengan tinggi balok 1000 mm,

lebar balok 150 mm, tinggi sayap atas 210 mm, tinggi sayap bawah 150 mm serta lebar sayap atas 300 mm dan lebar sayap bawah 450 mm, dibandingkan dengan balok BU6 yang memiliki nilai momen nominal yang paling besar ini disebabkan karena pengaruh dari nilai tinggi dan lebar yang besar dengan tinggi balok 1080 mm, lebar balok 152 mm, tinggi sayap atas 100 mm, tinggi sayap bawah 130 mm, lebar sayap atas 381 mm.

Tabel 4.4 Pengaruh momen terhadap variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak bentang 10 meter

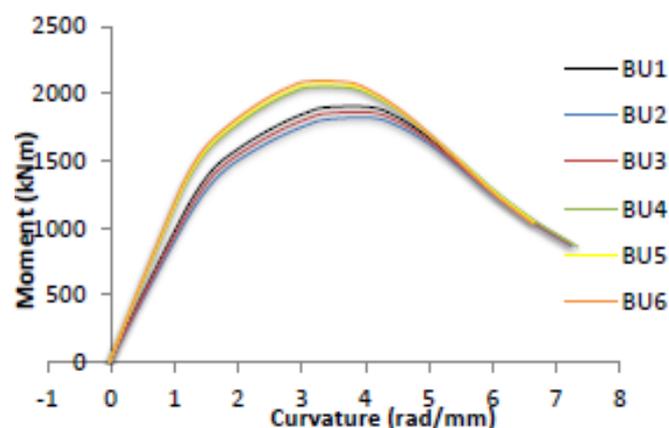
| Model Balok | Momen (kNm) |
|-------------|-------------|
| BU1         | 1900,887    |
| 4BU2        | 1821,036    |
| BU3         | 1861,145    |
| BU4         | 2046,199    |
| BU5         | 2070,127    |
| BU6         | 2093,920    |



Gambar 4.5 Momen nominal akibat variasi dimensi dan posisi tulangan lentur balok beton pracetak bentang 10 meter.

Gambar 4.6 menunjukkan satu hasil dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai momen nominal dan curvatur. Dari semua momen dan curvatur pada masing-masing benda uji balok tersebut memiliki nilai momen nominal dan curvatur yang berbeda-beda. Pada balok BU2 menunjukkan bahwa nilai momen nominal yang paling kecil dengan nilai 1821,036 kNm dan curvatur yang cukup besar dengan nilai 7,253 rad/mm, dan balok BU6 menunjukkan bahwa nilai momen nominal yang paling besar dengan nilai 2093,920 kNm dan memiliki

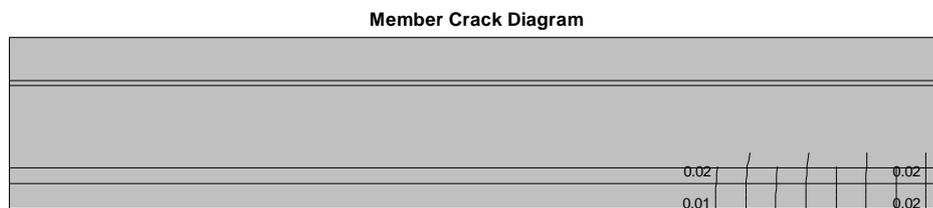
nilai kurvatur yang paling kecil dengan nilai 6,637 rad/mm. Balok yang memiliki nilai momen nominal yang paling kecil dan memiliki kurvatur yang cukup besar ini disebabkan karena balok tersebut memiliki nilai tinggi dan lebar yang kecil dibandingkan dengan balok yang memiliki nilai momen nominal yang terbesar dan memiliki nilai curvature yang paling kecil karena disebabkan balok tersebut memiliki nilai tinggi dan lebar yang besar dan juga disebabkan dari pengaruh tulangan lentur sehingga menghasilkan nilai momen nominal dan nilai kurvatur yang berbeda-beda pada balok tersebut.



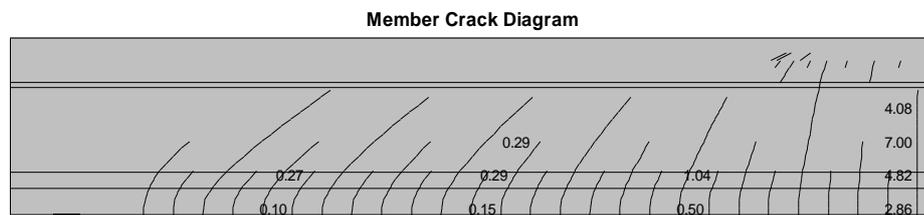
Gambar 4.6 Hubungan momen dan kurvatur balok beton pracetak.

Dalam analisis aplikasi *Response-2000* menghasilkan bentuk gambar yang menunjukkan pola retak pada balok beton pracetak. Bentuk pola retak pada masing-masing pemodelan balok beton pracetak memiliki pola retak yang berbeda-beda, hal ini disebabkan dari variasi dimensi dan posisi tulangan lentur pada balok beton pracetak yang berbeda-beda dengan panjang bentang 10 meter. Balok BU1 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,01 sampai 0,02 mm dan pola retak akhir sebesar 7,00 mm dapat lihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Balok BU2, memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,02 mm dan pola retak akhir sebesar 8,25 mm dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan 4.10. Balok BU3 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,01 sampai 0,02 mm dan pola retak akhir sebesar 7,76 mm dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12. Balok BU4 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,01 sampai 0,02 mm dan pola retak akhir sebesar 10,69 mm lihat gambar 4.13 dan 4.14. Balok BU5 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,01 sampai 0,02 mm dan pola retak akhir

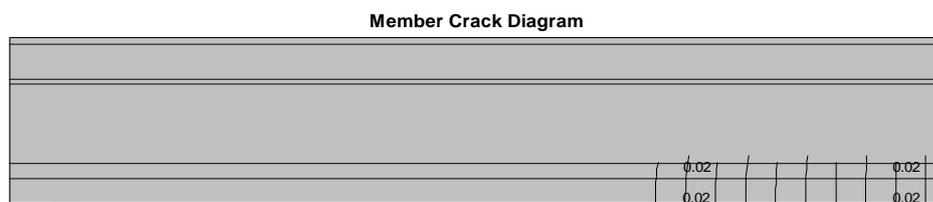
sebesar 10,82 mm dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan 4.16 dan Balok BU6 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,01 sampai 0,02 mm dan pola retak akhir sebesar 10,95 mm. Berdasarkan gambar-gambar pola retak awal pada balok beton pracetak dengan nilai yang sama yaitu dimulai dari 0,01 sampai 0,02 namun balok BU2 memiliki pola retak awal dengan nilai sebesar 0,02 mm dan balok BU1 yang memiliki pola retak akhir yang paling kecil dengan nilai sebesar 7,00 mm lihat gambar 4.7 ini disebabkan karena nilai tinggi dan lebar yang kecil dibandingkan dengan balok BU6 yang memiliki pola retak akhir yang paling besar dengan nilai sebesar 10,95 mm ini disebabkan nilai tinggi dan lebar yang besar dapat dilihat pada Gambar 4.18.



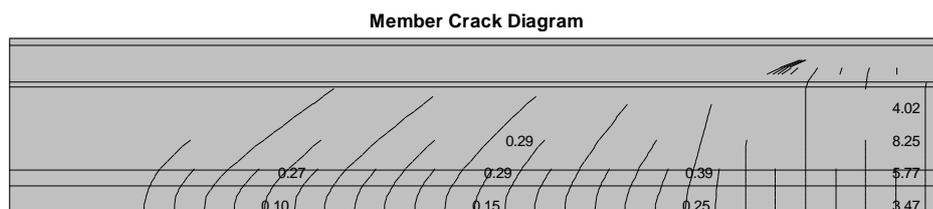
Gambar 4.7 Pola retak awal balok beton pracetak BU1.



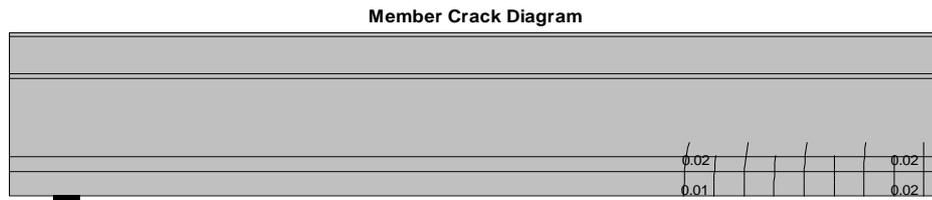
Gambar 4.8 Pola retak akhir balok beton pracetak BU1.



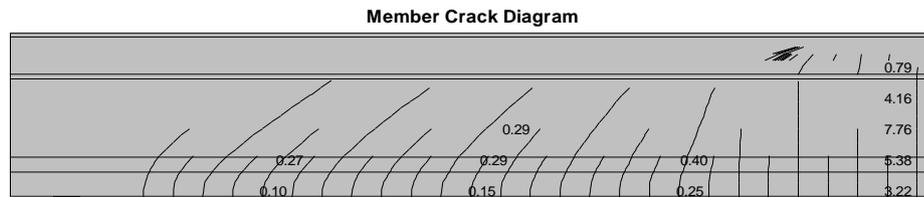
Gambar 4.9 Pola retak awal balok beton pracetak BU2.



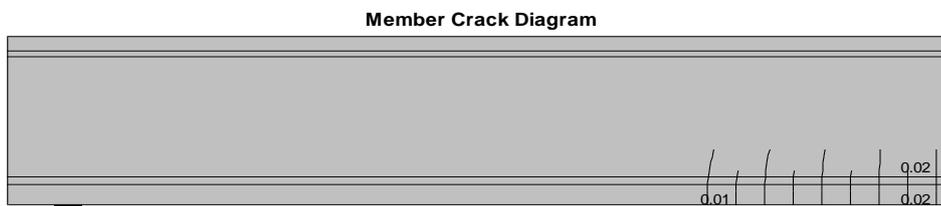
Gambar 4.10 Pola retak akhir balok beton pracetak BU2.



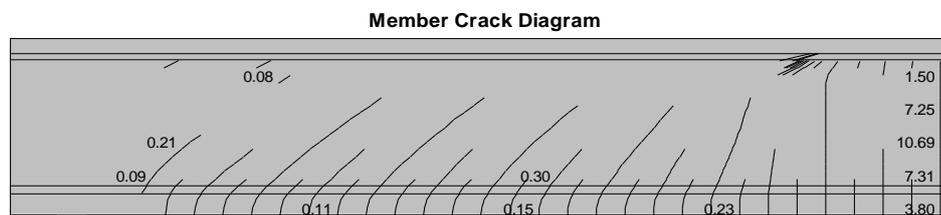
Gambar 4.11 Pola retak awal balok beton pracetak BU3.



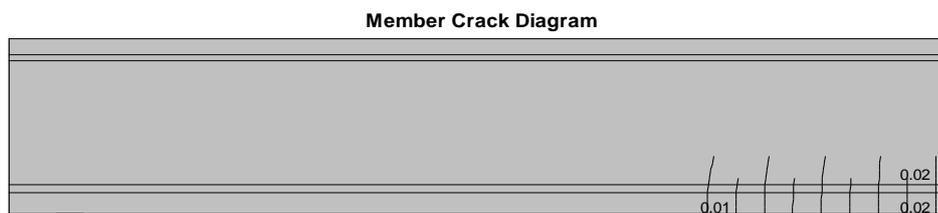
Gambar 4.12 Pola retak akhir balok beton pracetak BU3.



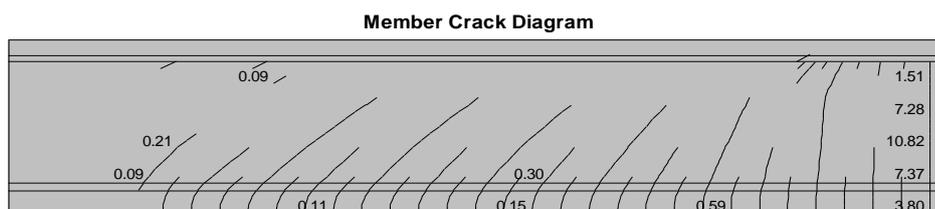
Gambar 4.13 Pola retak awal balok beton pracetak BU4.



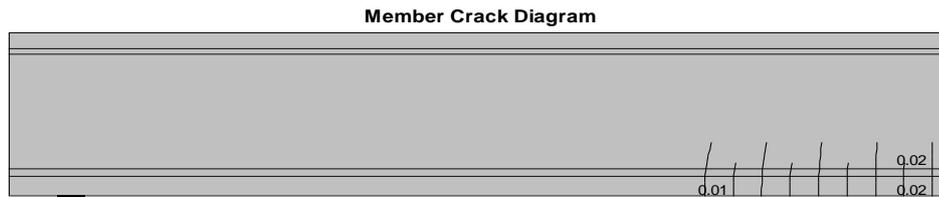
Gambar 4.14 Pola retak akhir balok beton pracetak BU4.



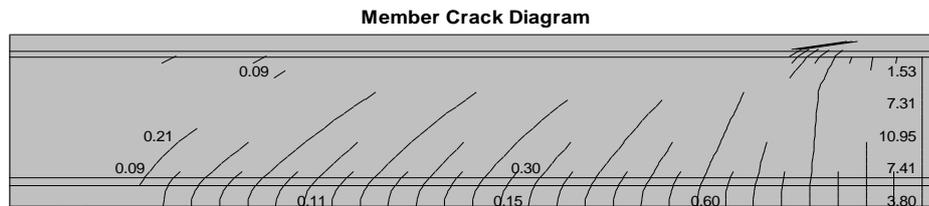
Gambar 4.15 Pola retak awal balok beton pracetak BU5.



Gambar 4.16 Pola retak akhir balok beton pracetak BU5.



Gambar 4.17 Pola retak awal balok beton pracetak BU6.



Gambar 4.18 Pola retak akhir balok beton pracetak BU6.

Tabel 4.5 menunjukkan selisih antara pola retak beban maksimal dan pola retak awal balok beton pracetak. Dari hasil analisis besarnya pengaruh variasi dimensi dan posisi tulangan lentur tidak terlalu berpengaruh terhadap pola retak awal dan pola retak akhir namun pola retak awal yang paling kecil yaitu pada balok BU2 dengan nilai selisih sebesar 67,231 kN/m dan pola retak akhir yang paling besar yaitu pada balok BU6 dengan nilai selisih sebesar 75,066 kN/m ini disebabkan balok BU2 dan balok BU6 yang memiliki nilai tinggi atau dimensi dari kedua balok tersebut yang berbeda-beda. Balok BU2 memiliki nilai tinggi yang lebih kecil dibandingkan dengan balok BU6 yang memiliki nilai tinggi yang lebih besar dari balok BU2.

Tabel 4.5 Perbandingan beban pola retak awal dengan beban maksimal terhadap variasi dimensi dan posisi tulangan lentur.

| Model Balok | Beban Maksimal (kN/m) | Beban Retak Awal (kN/m) | Selisih (kN/m) |
|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------|
| BU1         | 83,145                | 14,934                  | 68,211         |
| BU2         | 81,265                | 14,034                  | 67,231         |
| BU3         | 82,473                | 14,875                  | 67,598         |
| BU4         | 92,265                | 17,649                  | 74,616         |
| BU5         | 92,746                | 17,912                  | 74,834         |
| BU6         | 93,224                | 18,158                  | 75,066         |