

## ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON BERSERAT *POLYMERIC* SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)

Uu Saepudin<sup>1</sup>; Gini Hartati<sup>2</sup>; Syahban Nur Bakri<sup>3</sup>

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Galuh,  
Jl. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email : [uusaepudin20@gmail.com](mailto:uusaepudin20@gmail.com)<sup>1</sup> ; [ginihartati70@gmail.com](mailto:ginihartati70@gmail.com)<sup>2</sup> ; [snurbakti@gmail.com](mailto:snurbakti@gmail.com)<sup>3</sup>

### Abstrak

Salah satu sifat penting beton adalah *daktilitas*. *Daktilitas* beton yang rendah memiliki penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pascapuncak, sehingga menyebabkan keruntuhan terjadi tiba-tiba. Penambahan serat yang mempunyai *modulus elastisitas* yang lebih rendah dari *modulus elastisitas* matrik beton diharapkan dapat membuat beton lebih *daktail*. Penggunaan serat untuk memperkuat material yang getas telah lama dikenal. Serat yang umum dipergunakan antara lain terbuat dari baja, *polymer* atau *fiber glass*. Salah satu jenis serat yang dapat dipakai adalah serat *polymeric*. Hasil pengamatan di lapangan, bahwa serat *polymeric* dapat memperbaiki kinerja beton.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan serat *polymeric* terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dan mengetahui kadar penggunaan serat *polymeric* yang optimum sehingga dihasilkan kuat tekan dan kuat lentur beton maksimum sebagai material perkerasan kaku (*rigid pavement*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dirancang dengan 5 perlakuan untuk uji kuat tekan dan 5 perlakuan untuk uji kuat lentur, masing – masing di ulang 3 kali. Perlakuan yang diuji cobakan yaitu beton dengan penambahan serat *polymeric* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat *Polymeric* berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton, di mana terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat lentur beton pada variasi penambahan serat *Polymeric* 2% dan 4% dengan menghasilkan kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 18,89 Mpa dan 19,48 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 29,06 MPa dan 29,97 Mpa serta menghasilkan kuat lentur beton pada umur 7 hari sebesar 2,31Mpa dan 2,53 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 3,55 Mpa dan 3,89 Mpa, ini memenuhi kuat lentur yang disyaratkan sebesar 3,78 Mpa ( memenuhi standar sebagai material perkerasan kaku). Penambahan serat *Polymeric* yang optimum adalah 2.8% menghasilkan kuat tekan beton maksimum sebesar 29,45 MPa dan kuat lentur beton maksimum sebesar 3,73 Mpa.

*Kata Kunci* : Serat *Polymeric*, Kuat Tekan, Kuat Lentur

## I. Pendahuluan

Perkembangan bahan bangunan dalam dunia konstruksi pada saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Hal ini ditandai dengan makin banyaknya penggunaan bahan, baik yang baru ditemukan maupun pengembangan bahan yang ada. Berbagai bahan yang ada, beton paling banyak digunakan karena memiliki kelebihan seperti mudah dibentuk sesuai kebutuhan, perawatannya mudah, kuat tekan yang tinggi, dan masih banyak lagi kelebihan lainnya. Semakin meningkatnya pembangunan pada saat ini maka makin meningkat pula kebutuhan akan penggunaan beton, sehingga dalam pelaksanaannya diperlukan keahlian dalam *mendesain* komposisi campuran beton.

Salah satu penggunaan beton pada bangunan teknik sipil yaitu perkerasan jalan beton atau yang biasa disebut perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdiri dari plat beton semen *portland* dan lapis pondasi di atas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari *slab* beton sendiri. Faktor yang paling diperhatikan dalam perancangan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah kekuatan beton itu sendiri, sedangkan kekuatan tanah dasar atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.

Jalan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mewujudkan sasaran pembangunan, supaya pembangunan dan hasilnya dapat didistribusikan sehingga pemerataan disegala bidang cepat tercapai. Jasa distribusi tersebut tidak terlepas dari sistem jaringan jalan yang memadai dan memiliki kinerja yang handal. Betapa besarnya manfaat jalan bagi suatu perkembangan daerah, maka dalam merencanakan jalan atau peningkatan jalan harus memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan. Kerusakan jalan yang terjadi selama ini menunjukkan kinerja jalan yang

ada tidak seperti yang diharapkan. Permasalahan tersebut di antaranya, ketidak-nyamanan berkendara karena struktur perkerasan jalan mengalami kerusakan. Jalan dengan struktur perkerasan kaku mengalami kerusakan akibat dari beban lalu lintas, beban kendaraan yang melebihi kapasitas yang disyaratkan.

Salah satu sifat penting dari beton adalah *daktilitas*. *Daktilitas* beton yang rendah memiliki penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pasca puncak, sehingga menyebabkan keruntuhan terjadi tiba-tiba. Penambahan serat yang mempunyai *modulus elastisitas* yang lebih rendah dari *modulus elastisitas* matrik beton diharapkan dapat membuat beton lebih *daktail*. Dengan sifat *daktail* tersebut, serat yang dicampurkan ke dalam beton diharapkan dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik beton. Penggunaan serat untuk memperkuat material yang getas telah lama dikenal. Serat yang umum dipergunakan antara lain terbuat dari baja, *polymer*, atau *fiber glass*. Salah satu jenis serat yang dapat dipakai adalah serat *polymeric*. Hasil pengamatan di lapangan, diketahui bahwa serat *polymeric* dapat memperbaiki kinerja beton.

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan serat *polymeric* terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton sebagai material perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan mengetahui kadar penggunaan serat *polymeric* yang optimum sehingga dihasilkan kuat tekan dan kuat lentur beton maksimum sebagai material perkerasan kaku (*rigid pavement*).

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Serat *Polymeric*

Serat *polypropylene* merupakan senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_3H_6$  yang berupa *filamen* tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang antara 6 mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 90 mikron. Kadar serat *polypropylene* yang sering digunakan adalah sebesar 900 gr/m<sup>3</sup> beton. Kadar serat *nylon* yang sering digunakan adalah sebesar 600 gram/m<sup>3</sup>. Pada penelitian ini

digunakan serat *polypropylene* dan serat *nylon* dengan merek dagang Fibermesh dan Nycon.

Keuntungan penggunaan serat *polymeric* dalam campuran beton sebagai berikut :

1. meningkatkan kekuatan beton (tekan, tarik, dan lentur), kedapatan beton, daya tahan terhadap beban kejut, daktilitas, kapasitas penyerapan energi, daya tahan beban berulang, dan daya tahan abrasi,
2. mengurangi retak-retak karena susut dan terjadinya korosi tulangan baja, dan
3. memungkinkan adanya kekuatan beton setelah terjadinya keretakan.

Adapun kekurangan dari serat jenis ini adalah:

1. mudah terbakar; kebakaran akan menyebabkan bertambahnya porositas pada beton sesuai dengan persentase volume dari serat yang ada pada beton.
2. lemah terhadap sinar matahari dan oksigen, sehingga untuk melindungi serat terhadap radiasi ultraviolet dan oksidasi, biasanya pabrik menambahkan bahan peningkat stabilisasi dan pigmen. Serat *polypropylene* mengalami proses pelapukan akibat radiasi ultraviolet dari sinar matahari dan oksidasi oleh oksigen dari udara

## 2.2 Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran membentuk masa padat (SK SNI T- 15 – 1990 – 03). Dalam adukan beton, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori di antara butiran-butiran agregat halus dan agregat kasar, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengikatan sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat.

Kelebihan dan kekurangan beton (Tjokrodimulyo, 1996) sebagai berikut :

- a. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan lokal, kecuali semen portland yang harus didatangkan dari pabrik atau toko, pada daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil mungkin beton akan mahal.

- b. Mempunyai kuat tekan yang tinggi serta sifat tahan korosi dan pembusukan oleh pengaruh lingkungan (panas dan kelembaban). Kadang-kadang diperoleh beton yang mempunyai kuat tekan yang sama dengan batu alami jika menggunakan bahan penambah kekuatan dan dikerjakan dengan baik.
- c. Beton segar mudah diangkat dan dicetak sesuai keinginan. Untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan cukup dengan membuat cetakan yang dapat dipakai berulang kali sehingga ekonomis.
- d. Jika dikombinasikan dengan baja tulangan maka akan menghasilkan beton yang dapat dipakai untuk struktur berat. Pada kondisi ini baja akan menahan tegangan tarik sedangkan beton akan menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan.
- e. Mudah dalam perawatan, beton segar dapat disemprotkan pada beton lama yang rusak atau dapat diisi ke dalam retakan beton tanpa harus menghancurkan bagian yang rusak.
- f. Beton segar dapat disalurkan dengan cara dipompakan sehingga memungkinkan untuk pengecoran pada bagian-bagian bangunan yang sulit dijangkau dengan alat lainnya.
- g. Mempunyai sulfat tahan aus dan tahan terhadap panas sehingga biaya perawatan relatif murah.

Selanjutnya dinyatakan bahwa kekurangan beton antara lain :

- a. Beton mempunyai kuat tarik rendah sehingga mudah rusak, oleh karena itu harus diberi tulangan baja atau kasa.
- b. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang saat basah sehingga *dilatasi (Construction joint)* perlu dilakukan dengan arah panjang dan lebar untuk memberikan tempat pada sudut pengerasan dan pengembangan beton.
- c. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu *dilatasi* untuk mencegah terjadinya retakan-retakan pada permukaan atau badan beton.

- d. Beton sulit untuk kedap air, bila diinginkan untuk kedap air secara sempurna harus dikerjakan dengan teliti.
- e. Beton bersifat *getas* (tidak daktil) sehingga perlu dihitung dan diteliti dengan seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

Secara umum perencanaan campuran beton yang akan digunakan dalam pelaksanaan konstruksi harus memenuhi syarat (KardiyonoTjokrodimulyo, 1996), antara lain :

1. Syarat kekuatan  
Kekuatan yang dicapai pada umur yang ditentukan (28 hari) harus memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh perencana.
2. Syarat keawetan  
Beton yang dihasilkan harus tahan terhadap pengaruh-pengaruh luar yang dapat merusak beton itu sendiri.
3. Syarat kemudahan pelaksanaan  
Suatu rencana campuran beton harus memberikan *workability* yang cukup guna pengadukan, pengangkutan, pencetakan dan pemadatan tanpa mengurangi homogenisitas beton.
4. Syarat ekonomis  
Perencanaan campuran beton harus memberikan proporsi bahan-bahan pembentuk beton yang tepat, supaya tidak menimbulkan berlebihan pemakaian bahan yang menyebabkan kurang ekonomisnya suatu campuran beton.

### 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dirancang dengan 5 perlakuan untuk uji kuat tekan beton dan 5 perlakuan untuk uji kuat lentur beton, masing – masing di ulang 3 kali. Perlakuan yang diujicobakan yaitu beton dengan penambahan serat *polymeric* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%.

### 4. Hasil Penelitian

#### 4.1 Hasil Pengujian Slump

Pengujian nilai *slump* menggunakan kerucut *Abrams* dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Berdasarkan pengujian nilai *slump* tampak bahwa penambahan serat *polymeric* mempengaruhi *workability* yang diperlukan untuk memudahkan proses pengadukan, pengangkutan, penuangan, dan pemadatan Hasil pengujian nilai *slump* disajikan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai *Slump* dari Berbagai Variasi Serat *Polymeric*

Variasi Serat <i>Polymeric</i>	0%	2%	4%	6%	8%
Nilai <i>Slump</i> (cm)	6,8	6,3	6,1	5,4	5,2

Untuk perencanaan perkerasan kaku nilai *slump* yang disyaratkan adalah 5 – 7 cm (Bina Marga,1985), maka berdasarkan nilai *slump* di atas seluruhnya memenuhi syarat untuk perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

#### 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dikonversi ke umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut ( $P_{max}$ ). Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton pada benda uji kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm dapat diperoleh kuat tekan maksimum beton. Perhitungan kuat tekan beton diambil data dari beton normal umur 7 hari sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

$$P_{max} = 415 \text{ kN} = 415000 \text{ N}$$

$$A = P \times L = 150 \times 150 \text{ mm}^2 = 22500 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = \frac{415000}{22500} = 18,44 \text{ Mpa}$$

Hasil pengujian kuat tekan beton benda uji kubus dengan dimensi 15x15x15 cm umur 7 hari dikonversi ke umur 28 hari hari

selengkapnya seperti disajikan pada tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Variasi Serat Polymeric	A	P	P	Kuat Tekan	f'c Rata-rata
		(mm <sup>2</sup> )	(kN)	(N)	(MPa)	(MPa)
1	0%	22500	415	415000	18,44	18,44
2		22500	420	420000	18,67	
3		22500	410	410000	18,22	
1	2%	22500	425	425000	18,89	18,89
2		22500	420	420000	18,67	
3		22500	430	430000	19,11	
1	4%	22500	445	445000	19,78	19,48
2		22500	430	430000	19,11	
3		22500	440	440000	19,56	
1	6%	22500	395	395000	17,56	17,78
2		22500	400	400000	17,78	
3		22500	405	405000	18,00	
1	8%	22500	380	380000	16,89	16,81
2		22500	385	385000	17,11	
3		22500	370	370000	16,44	

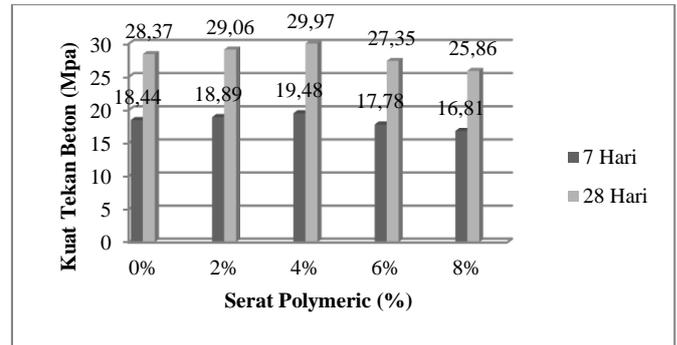
Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dikonversi ke umur 28 hari. Nilai konversi menggunakan Pedoman Pembetonan Indonesia (PBI, 1971) sebesar 0,65. Hasil perhitungan konversi kuat tekan beton umur 7 hari ke umur 28 hari seperti disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Konversi ke Umur 28 hari

No	Variasi Serat Polymeric	Kuat Tekan 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	f'c Rata-rata (MPa)
1	0%	18,44	28,37	28,37
2		18,67	28,72	
3		18,22	28,03	
1	2%	18,89	29,06	29,06
2		18,67	28,72	
3		19,11	29,40	
1	4%	19,78	30,43	29,97
2		19,11	29,40	
3		19,56	30,09	
1	6%	17,56	27,02	27,35
2		17,78	27,35	
3		18,00	27,69	
1	8%	16,89	25,98	25,86
2		17,11	26,32	
3		16,44	25,29	

Dari tabel 2 dan tabel 3 dibuat grafik yang menggambarkan hasil pengujian kuat tekan

beton seperti ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

### 4.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dengan menggunakan alat uji kuat lentur untuk mendapatkan kuat lentur maksimum. Berdasarkan data pengujian kuat lentur beton benda uji balok dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm dapat diperoleh kuat lentur maksimum beton. Perhitungan kuat lentur diambil data dari beton normal umur 7 hari sebagai berikut :

$$Fr \text{ (MoR)} = \frac{P \times l}{(b \times d^2)}$$

$$P_{\max} = 16 \text{ kN} = 16000 \text{ N}$$

$$b = 150 \text{ mm}, d = 150 \text{ mm}, l = 450 \text{ mm}$$

$$fr = \frac{16000 \times 450}{(150 \times 150^2)} = 2,13 \text{ Mpa}$$

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari

No	Variasi Serat Polymeric	b / d	L	P	Kuat Lentur	fr Rata-rata
		(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)	(MPa)
1	0%	150	450	16	2,13	2,18
2		150	450	17	2,27	
3		150	450	16	2,13	
1	2%	150	450	18	2,40	2,31
2		150	450	17	2,27	
3		150	450	17	2,27	
1	4%	150	450	20	2,67	2,53
2		150	450	18	2,40	
3		150	450	19	2,53	
1	6%	150	450	15	2,00	

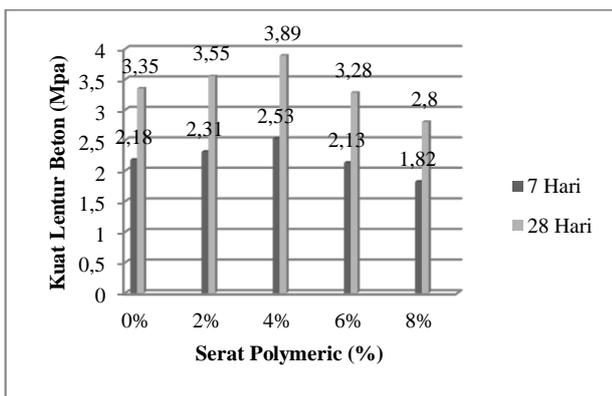
2		150	450	17	2,27	2,13
3		150	450	16	2,13	
1	8%	150	450	13	1,73	1,82
2		150	450	15	2,00	
3		150	450	13	1,73	

Hasil pengujian kuat lentur beton (*Modulus of Rufture*) umur 7 hari dikonversi ke umur 28 hari. Hasil perhitungan konversi kuat lentur beton umur 7 hari ke umur 28 hari seperti disajikan pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Konversi ke Umur 28 hari

No	Variasi Serat <i>Polymeric</i>	Kuat Lentur 7 Hari (MPa)	Kuat Lentur 28 Hari (MPa)	fr Rata-rata (MPa)
1	0%	2,13	3,28	3,35
2		2,27	3,49	
3		2,13	3,28	
1	2%	2,40	3,69	3,55
2		2,27	3,49	
3		2,27	3,49	
1	4%	2,67	4,11	3,89
2		2,40	3,69	
3		2,53	3,89	
1	6%	2,00	3,08	3,28
2		2,27	3,49	
3		2,13	3,28	
1	8%	1,73	2,66	2,80
2		2,00	3,08	
3		1,73	2,66	

Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5 dibuat grafik yang menggambarkan hasil pengujian kuat lentur beton seperti ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.

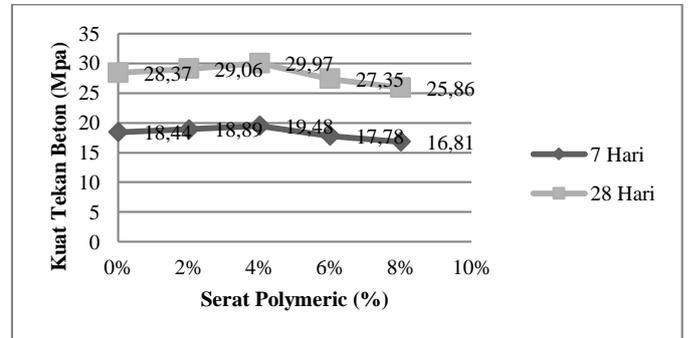


Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur

## 5. Hasil dan Pembahasan

### 5.1 Kuat Tekan Beton

Berdasarkan tabel 2 dan tabel 3 diperoleh grafik yang menggambarkan hubungan antara variasi serat *Polymeric* dengan kuat tekan beton seperti terlihat pada gambar 3 di bawah ini.



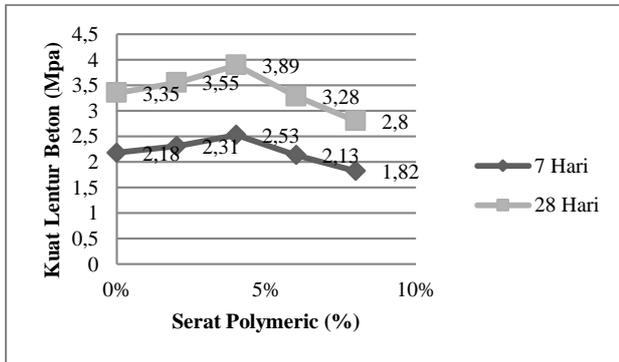
Gambar 3. Grafik Hubungan antara Variasi Serat *Polymeric* dengan Kuat Tekan

Kuat tekan beton semakin meningkat pada variasi serat *Polymeric* 2% dan 4% bila dibandingkan dengan kuat tekan beton normal (variasi serat *Polymeric* 0%) dengan menghasilkan kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 18,89 Mpa dan 19,48 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 29,06 MPa dan 29,97 MPa. Penambahan serat *Polymeric* 6% dan 8% terjadi penurunan kuat tekan beton dengan menghasilkan kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 17,78 Mpa dan 16,81 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 27,35 Mpa dan 25,86 Mpa jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton normal (variasi serat *Polymeric* 0%) pada umur 7 hari sebesar 18,44 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 28,37 Mpa. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa penambahan serat *Polymeric* dalam campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

### 5.2 Kuat Lentur Beton

Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5 diperoleh grafik yang menggambarkan hubungan antara

variasi serat *Polymeric* dengan kuat lentur beton seperti terlihat pada gambar 4 di bawah ini.



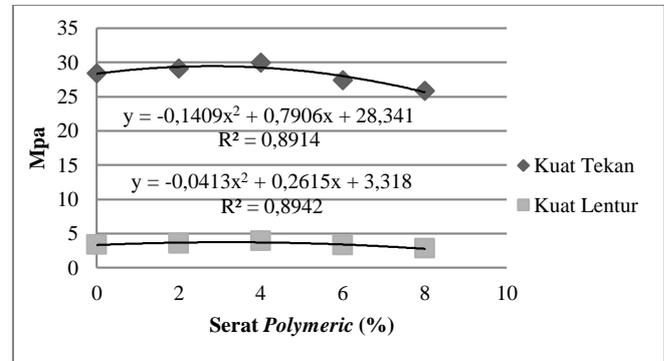
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Variasi Serat *Polymeric* dengan Kuat Lentur

Kuat lentur beton semakin meningkat pada variasi serat *Polymeric* 2% dan 4% jika dibandingkan dengan kuat lentur beton normal (variasi serat *Polymeric* 0%) dengan menghasilkan kuat lentur pada umur 7 hari sebesar 2,31 Mpa dan 2,53 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 3,55 Mpa dan 3,89 Mpa. Variasi serat *Polymeric* 6% dan 8% terjadi penurunan kuat lentur beton dengan menghasilkan kuat lentur pada umur 7 hari sebesar 2,13 Mpa dan 1,82 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 3,28 Mpa dan 2,80 Mpa jika dibandingkan dengan kuat lentur beton normal (variasi serat *Polymeric* 0%) pada umur 7 hari sebesar 2,18 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 3,35 Mpa. Menurut pendapat Suryawan (2005) kuat lentur (*flexural strength*) tidak boleh kurang dari 45 kg/cm<sup>2</sup> (menurut SNI 1991 sebesar 3,78 MPa) pada umur 28 hari dan kuat lentur beton minimum pada umur 7 hari disyaratkan 80% dari kuat lentur (*flexural strength*) minimum. Kuat lentur beton tertinggi diperoleh pada variasi serat *Polymeric* 4% dengan menghasilkan kuat lentur sebesar 3,89 Mpa, ini memenuhi kuat lentur yang disyaratkan sebesar 3,78 Mpa (memenuhi standar sebagai material perkerasan kaku).

### 5.3 Penambahan Serat *Polymeric* yang Optimum

Penentuan variasi penambahan serat *polymeric* yang optimum akan digunakan data

kuat tekan beton dan kuat lentur beton umur 28 hari, karena beton telah mencapai pengikatan maksimal. Grafik hubungan antara variasi penambahan serat *polymeric* dengan kuat tekan dan kuat lentur beton seperti ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Variasi Serat *Polymeric* dengan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Berdasarkan grafik di atas, maka dapat dihitung variasi penambahan serat *polymeric* yang optimum. Perhitungan variasi penambahan serat *polymeric* yang optimum menggunakan persamaan kuadrat dari grafik hubungan antara variasi penambahan serat *polymeric* dengan kuat tekan beton dengan perhitungan sebagai berikut:

$$y = -0,1409x^2 + 0,7906x + 28,341$$

$$y' = -0,2818x + 0,7906$$

nilai optimum didapat dari x saat  $y' = 0$

$$0 = -0,2818x + 0,7906$$

$$x = \frac{0,7906}{0,2818} = 2,8$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa variasi penambahan serat *polymeric* yang optimum adalah 2,8%, maka kuat tekan maksimum dan kuat lentur maksimum adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan maksimum} &= -0,1409(2,8)^2 + 0,7906(2,8) + 28,341 \\ &= -1,105 + 2,214 + 28,341 \\ &= 29,45 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kuat lentur maksimum} \\ & = -0,0413(2,8)^2 + 0,2615(2,8) + 3,318 \\ & = -0,324 + 0,732 + 3,318 \\ & = 3,73 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Jadi dengan variasi penambahan serat *polymeric* yang optimum 2,8% menghasilkan kuat tekan beton maksimum sebesar 29,45 MPa dan kuat lentur beton maksimum sebesar 3,73 Mpa.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serat *Polymeric* berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton, di mana terjadi kenaikan kuat tekan dan kuat lentur beton pada variasi penambahan serat *Polymeric* 2% dan 4% dengan menghasilkan kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 18,89 Mpa dan 19,48 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 29,06 MPa dan 29,97 Mpa serta menghasilkan kuat lentur beton pada umur 7 hari sebesar 2,31Mpa dan 2,53 Mpa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 3,55 Mpa dan 3,89 Mpa, ini memenuhi kuat lentur yang disyaratkan sebesar 3,78 Mpa (memenuhi standar sebagai material perkerasan kaku).
2. Penambahan serat *Polymeric* yang optimum adalah 2.8% menghasilkan kuat tekan beton maksimum sebesar 29,45 MPa dan kuat lentur beton maksimum sebesar 3,73 Mpa.

## Daftar Pustaka

- Anonim, 1997, "Struktur Beton", Badan Penerbit Universitas Semarang
- Anonim, 1991, "Tata Cara Rencana pembuatan Campuran Beton Normal" Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Ade Mansyur, 2014, "Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat Baja dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi", Universitas Galuh Ciamis

Dipohusodo Istimawan, 1996, "Struktur Beton Bertulang", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Hendarsin, (2000), "Perencanaan Teknik Jalan Raya" Politeknik Negeri Bandung

Nawi, E.G. 1990, "Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar", P.T. Eresco, Bandung.

Sustika Pratiwi, dkk, 2016, "Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca", Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta

Surayawan, A., 2005, "Perkerasan Jalan Beton Semen Portland", Yogyakarta, Beta Offset

Tjokrodimulyo Kardiyono, 1996, "Teknologi Beton", NAFIRI Yogyakarta.