

## Kontribusi Serat Fiber dan Polimer Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton

Hanafi Ashad<sup>1</sup>, Arsyad Fadhil<sup>2</sup>, Mukti Maruddin<sup>3</sup>, Muhammad Iqbal Haris Irianto<sup>4</sup>, Asda Sugita<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo KM 05 Makassar, Sulawesi Selatan

Email: hanafi.ashad@umi.ac.id, arsyad.fadhil@umi.ac.id, mukti.mukti@umi.ac.id,  
ryanto\_iqbal@yahoo.com, asda.gita@yahoo.com

### ABSTRAK

Beton merupakan komponen bangunan terbanyak yang digunakan diseluruh dunia saat ini. Berbagai upaya dilakukan guna mencari material pengganti bahan penyusun beton seperti penggunaan bahan tambah, agar menghasilkan kekuatan maksimal dari beton serta kemudahan dalam pengerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kontribusi serat fiber dan polimer terhadap sifat-sifat mekanik beton dan mengetahui seberapa besar persentase optimum serat fiber dan polimer yang menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang maksimum. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah serat berupa serat *fiber* jenis *polypropylene* dengan variasi serat 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, dan 1% dari total volume beton yang digabungkan dengan resin polimer jenis resin *polyester* sebesar 20% dari total volume semen. Penambahan serat dan polimer untuk mengetahui kekuatan tekan beton dan kuat tarik lentur terhadap berbagai variasi serat. Kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari yaitu 0% sebesar 30.84 MPa, 0.25% sebesar 33.31 MPa, 0.50% sebesar 34.36 MPa, 0.75% sebesar 35.78 MPa dan 1% sebesar 28.19 MPa. Kuat tarik lentur yang dihasilkan pada umur 28 hari yaitu 0% sebesar 4.314 MPa, 0.25% sebesar 4.517 MPa, 0.50% sebesar 4.725 MPa, 0.75% sebesar 5.187 MPa, 1% sebesar 4.057 MPa. Penggunaan serat fiber optimum yang menghasilkan kuat tekan maksimum terdapat pada variasi serat 0.47% dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 35.33 MPa.

**Kata Kunci:** Beton polimer, Beton serat, Teknologi beton

### ABSTRACT

Concrete is the largest building component used throughout the world today. Various attempts were made to find substitutes for concrete constituent materials such as the use of added materials, so as to produce maximum strength from concrete and ease of workmanship. This study aims to determine the contribution of fibers and polymer fibers to the mechanical properties of concrete and to determine the optimum percentage of fiber and polymer fibers that produce the maximum compressive strength and flexural strength. In this study, the use of fiber-added materials in the form of polypropylene fibers with fiber variation of 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, and 1% of the total volume of concrete combined with polymer resin type polyester resin is 20% of the total cement volume. The addition of fibers and polymers to determine the compressive strength of concrete and flexural tensile strength against various fiber variations. The compressive strength produced at 28 days is 0% at 30.84 MPa, 0.25% at 33.31 MPa, 0.50% at 34.36 MPa, 0.75% at 35.78 MPa and 1% at 28.19 MPa. The flexural tensile strength produced at 28 days is 0% at 4,314 MPa, 0.25% at 4,517 MPa, 0.50% at 4,725 MPa, 0.75% at 5,187 MPa, 1% at 4,057 MPa. The use of optimum fiber which produces maximum compressive strength is found in the variation of fiber 0.47% with the resulting compressive strength of 35.33 MPa.

**Keywords:** Polymer concrete, Fiber concrete, Concrete technology

## 1. Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dari waktu ke waktu mengalami perkembangan yang sangat pesat, salah satunya perkembangan tentang industri konstruksi di dunia, tidak terkecuali Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan munculnya beberapa beton yang dimodifikasi dengan bahan tambah berupa bahan tambah kimia maupun bahan tambah mineral sehingga kualitas beton di sektor industri konstruksi mengalami peningkatan. Semakin berkembangnya sektor industri konstruksi, memunculkan inovasi yang bertujuan untuk mendapatkan campuran yang baik, seperti penambahan zat adiktif pada campuran beton dengan atau tanpa mengubah sifat dan karakteristik beton tersebut. Berbagai terobosan baru telah dilakukan untuk memperbaiki pemforma beton sehingga munculah istilah – istilah seperti beton bertulang, beton pratekan dan beton serat. Beton serat adalah bahan komposit yang cara pembuatannya ditambahkan serat didalamnya.

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah serat berupa serat *fiber* jenis *polypropylene* yang digabungkan dengan resin polimer jenis resin *polyester*. Penambahan serat diharapkan dapat meningkatkan ketahanan beton yang berfungsi sebagai penguat didalam beton tersebut. Namun demikian, penambahan serat harus dilakukan dengan mengikuti porsi tertentu, sehingga menghasilkan peningkatan pemforma beton yang optimum. Penggunaan variasi serat dimulai dari 0,25% sampai 1% dari volume adukan beton.

Dalam dunia industri konstruksi, polimer digunakan sebagai bahan pengikat yang pada proses pembuatannya monomer dicampurkan langsung dengan bahan penyusun lainnya. Beton polimer ditemukan oleh Prof. Ir. H. Djuanda Suraatmadja yang melakukan uji coba sejak tahun 1975. Sebagai material konstruksi, polimer dapat dimanfaatkan sebagai material tunggal contohnya sebagai perekat, pelapis dan cat dan juga

dapat dikombinasikan dengan material lain menjadi material komposit. Agar dapat dimanfaatkan sebagai material yang berkontribusi terhadap kekuatan struktural bangunan, polimer perlu dimodifikasi dalam rangka pemenuhan syarat salah satunya dari aspek sifat mekaniknya. Atas dasar itulah saat ini telah banyak dikembangkan komposit polimer dengan penambahan filler seperti serat sebagai penambah kekuatan material polimer.

Penggunaan polimer sebagai material dalam riset ini dimaksudkan untuk mentransfer tegangan ke serat, membentuk ikatan koheren, dan membantu pengikatan antara pasta semen, agregat dan serat dari beton tersebut. Adapun pada penelitian ini penambahan polimer adalah 20 % dari berat semen.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh persentase optimal dalam penggunaan serat *fiber* dan polimer beton pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur.

## 2. Metode Penelitian

Secara umum, metode yang digunakan adalah penelitian berbasis laboratorium. Tahapan awal penelitian yang dilakukan adalah persiapan dengan melakukan pemeriksaan bahan untuk memenuhi standar persyaratan, lalu dilanjutkan dengan tahapan perencanaan campuran dan pembuatan benda uji. Pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan tambah serat *Fiber Polypropylene* dan polimer Resin *Polyester*.

Pada sampel akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk silinder untuk kuat tekan, dan balok untuk kuat tarik lentur. Penggunaan serat *Fiber Polypropylene* sebesar 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1% dari total volume campuran. Adapun penggunaan polimer Resin *Polyester* ditetapkan 20% dari volume semen.

Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7, 14, dan 28 hari untuk uji kuat tekan dan 28 hari untuk uji kuat lentur. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara statistik menggunakan program *Microsoft Excel*. Output hasil pengujian menjadi dasar dalam penarikan

kesimpulan mengenai berapa kadar optimum dalam penggunaan serat *Fiber Polypropylene* dan polimer Resin *Polyester* yang menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik lentur yang maksimum.

**Tabel 1.** Jumlah dan kode benda uji kuat tekan

| No. | Variasi serat fiber | Kode benda uji | Umur beton (28 hari) | Jumlah (buah) |
|-----|---------------------|----------------|----------------------|---------------|
| 1   | 0%                  | KT-1           | 3                    | 15            |
| 2   | 0.25%               | KT-2           | 3                    |               |
| 3   | 0.50%               | KT-3           | 3                    |               |
| 4   | 0.75%               | KT-4           | 3                    |               |
| 5   | 1.00%               | KT-5           | 3                    |               |

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah benda uji yang di gunakan adalah 15 buah dengan pembagian pada masing-masing sampel 3 buah untuk setiap variasi serat pada pengujian kuat tekan beton. Pengujian

dilakukan pada saat umur beton telah mencapai 28 hari. Kode sampel untuk benda uji berbentuk silinder yaitu KT-1 sampai dengan KT-5.

**Tabel 2.** Jumlah dan kode benda uji kuat tarik lentur

| No. | Variasi serat fiber | Kode benda uji | Umur beton (28 hari) | Jumlah (huah) |
|-----|---------------------|----------------|----------------------|---------------|
| 1   | 0%                  | TL-1           | 3                    | 15            |
| 2   | 0.25%               | TL-2           | 3                    |               |
| 3   | 0.50%               | TL-3           | 3                    |               |
| 4   | 0.75%               | TL-4           | 3                    |               |
| 5   | 1.00%               | TL-5           | 3                    |               |

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah benda uji yang di gunakan adalah 15 buah dengan pembagian pada setiap sampel 3 buah diberikan variasi serat yang berbeda pada pengujian kuat tarik lentur beton. Pengujian

dilakukan pada saat umur beton telah mencapai 28 hari. Kode sampel untuk benda uji berbentuk balok yaitu TL-1 sampai dengan TL-5.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pemeriksaan

Material campuran beton terdiri atas material agregat kasar, semen, air, agregat halus, Serat fiber *polypropylene* dan polimer resin *polyester*. Sebelum dilakukan perhitungan perbandingan

campuran bahan-bahan penyusun beton sesuai dengan mutu beton yang diinginkan, maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan karakteristik material beton sehingga dapat memenuhi persyaratan. Lalu dilakukan pembuatan benda uji beton, perawatan dan pengujian kuat tekan dan kuat Tarik lentur pada benda uji.

**Tabel 3.** Hasil pemeriksaan agregat kasar

| No. | Karakteristik pemeriksaan agregat kasar | Hasil        | Spesifikasi    |
|-----|-----------------------------------------|--------------|----------------|
| 1.  | Modulus Kehalusan                       | 6.955        | 6.0 – 7.1      |
| 2.  | Kadar Air                               | 0.960 %      | -              |
| 3.  | Berat Volume                            | 1.429 Kg/ltr | 1.2-1.75Kg/ltr |
| 4.  | Spesific Gravity                        | 2.580        | 2.4 - 2.9      |
| 5.  | Absorbsi                                | 1.720 %      | ≤ 3 %          |
| 6.  | Kadar Lumpur                            | 0.402 %      | ≤ 1 %          |
| 7.  | Keausan                                 | 23.290 %     | ≤ 40 %         |

*Sumber: Hasil Pengujian*

Agregat kasar yang digunakan berasal dari PT. ARBA TRITAMA, Malino, Kab Gowa. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa

hasil dari sejumlah penelitian terhadap material agregat kasar yang telah lolos spesifikasi standar pengujian.

**Tabel 4.** Hasil pemeriksaan agregat halus

| No. | Karakteristik pemeriksaan agregat halus | Hasil                   | Spesifikasi    |
|-----|-----------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1.  | Modulus Kehalusan                       | 2.763                   | 2.3 – 3.1      |
| 2.  | Kadar Air                               | 1.580 %                 | -              |
| 3.  | Berat Volume                            | 1.580 Kg/ltr            | 1.2–1.75Kg/ltr |
| 4.  | Specific Gravity                        | 2.680                   | 2.4 - 2.9      |
| 5.  | Absorbsi                                | 0.810 %                 | ≤ 3 %          |
| 6.  | Kadar Lumpur                            | 3 %                     | ≤ 5 %          |
| 7.  | Kadar Organik                           | Warna Bening Kekuningan | Standar Warna  |

*Sumber: Hasil pengujian*

Agregat halus yang digunakan berasal dari PT. ARBA TRITAMA, Malino, Kab Gowa. Pada tabel 4 menunjukkan bahwa

hasil dari sejumlah penelitian terhadap material agregat halus yang telah lolos spesifikasi standar pengujian.

**Tabel 5.** Hasil pemeriksaan semen

| No. | Karakteristik semen | Hasil | Spesifikasi      |
|-----|---------------------|-------|------------------|
| 1.  | Berat Jenis         | 3.1   | 3.05 – 3.25      |
| 2.  | Kehalusan # No.100  | 7 %   | 10 %             |
| 3.  | Kehalusan # No.200  | 9 %   | 10 %             |
| 4.  | Berat Volume        | 1.236 | 1.1 - 1.4 Kg/ltr |
| 5.  | Konsistensi Normal  | 25.6  | 10 ± 1%          |
| 6.  | Waktu Ikat Awal     | 24 mm | 25 ± 1 mm        |
| 7.  | Waktu Ikat Akhir    | 0 mm  | 25 ± 1 mm        |

*Sumber: Hasil pengujian*

Semen yang digunakan adalah semen tonasa tipe PCC (*Portland Composite Cement*). Pada tabel 5 menunjukkan

bahwa hasil dari sejumlah penelitian terhadap semen yang telah lolos spesifikasi standar pengujian.

### 3.2 Hasil Mix Design ACI (American Concrete Institute)

Perencanaan campuran dalam pembuatan beton dengan bahan tambah serat fiber *polypropylene* dan polimer *polyester* dilakukan setelah semua data dari hasil

pemeriksaan karakteristik mengenai agregat halus, agregat kasar dan semen diperoleh.

**Tabel 6.** Komposisi campuran beton untuk setiap 1 m<sup>3</sup> beton berdasarkan variasi serat fiber *polypropylene*

| Variasi serat (%) | Agregat kasar (Kg) | Agregat halus (Kg) | Semen (Kg) | Serat (Kg) | Air (Kg) |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|----------|
| 0.00              | 943,583            | 761,128            | 429,443    | 0          | 182,455  |
| 0.25              | 941,224            | 759,225            | 342,481    | 5,792      | 181,999  |
| 0.50              | 938,865            | 757,322            | 341,407    | 11,583     | 181,543  |
| 0.75              | 936,542            | 755,420            | 340,334    | 17,375     | 181,087  |
| 1.00              | 934,218            | 753,517            | 339,260    | 23,166     | 180,630  |

Pada tabel 6 menunjukkan komposisi bahan material penyusun beton normal hingga beton polimer berserat untuk setiap 1 m<sup>3</sup>. Komposisi serat yaitu 0%,

0.25%, 0.50, 0.75%, dan 1% dari total volume beton serta penambahan polimer sebesar 20% dari total volume semen untuk setiap komposisi serat.

**Tabel 7.** Kebutuhan material beton untuk trial mix faktor kehilangan 10 % pada benda uji silinder

| No. | Variasi serat (%) | Jumlah benda uji | Agregat kasar (Kg) | Agregat halus (Kg) | Semen (Kg) | Air (Kg) |
|-----|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------|----------|
| 1.  | 0.00              | 3                | 16.499             | 13.309             | 7.509      | 3.190    |
| 2.  | 0.25              | 3                | 16.458             | 13.279             | 5.989      | 3.182    |
| 3.  | 0.50              | 3                | 16.417             | 13.242             | 5.970      | 3.174    |
| 4.  | 0.75              | 3                | 16.376             | 13.209             | 5.951      | 3.166    |
| 5.  | 1.00              | 3                | 16.334             | 13.176             | 5.932      | 3.158    |

Pada tabel 7 menunjukkan komposisi bahan material penyusun beton normal hingga beton polimer berserat untuk setiap volume benda uji (3 buah). Komposisi serat yaitu 0%, 0.25%, 0.50,

0.75%, dan 1% dari total volume beton serta penambahan polimer sebesar 20% dari total volume semen untuk setiap komposisi serat.

**Tabel 8.** Kebutuhan material beton untuk trial mix faktor kehilangan 10 % pada benda uji balok

| No. | Variasi serat (%) | Jumlah benda uji | Agregat kasar (Kg) | Agregat halus (Kg) | Semen (Kg) | Air (Kg) |
|-----|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------|----------|
| 1.  | 0.00              | 3                | 42.037             | 33.908             | 19.132     | 8.128    |
| 2.  | 0.25              | 3                | 41.932             | 33.823             | 15.258     | 8.108    |
| 3.  | 0.50              | 3                | 41.826             | 33.739             | 15.210     | 8.088    |
| 4.  | 0.75              | 3                | 41.721             | 33.654             | 15.162     | 8.067    |
| 5.  | 1.00              | 3                | 41.616             | 33.569             | 15.114     | 8.047    |

Pada tabel 7 menunjukkan komposisi bahan material penyusun beton normal hingga beton polimer berserat untuk setiap volume benda uji (3 buah). Komposisi serat yaitu 0%, 0.25%, 0.50,

0.75%, dan 1% dari total volume beton. Serta penambahan polimer sebesar 20% dari total volume semen untuk setiap komposisi serat.

### 3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton menggunakan serat fiber polypropylene dan polimer resin

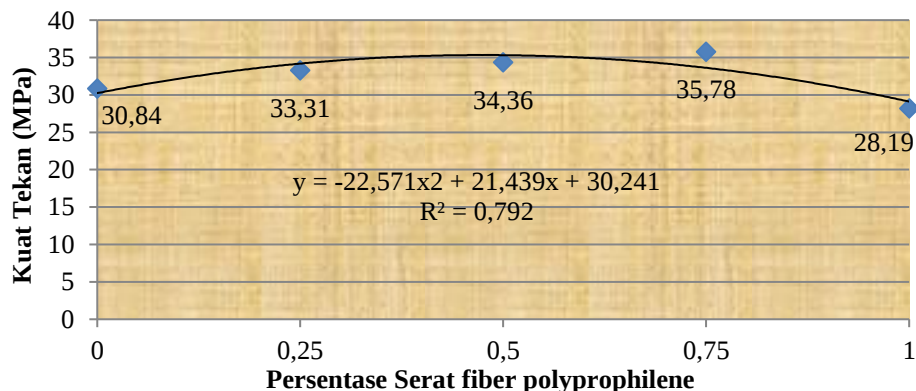
*polyester* dipengaruhi oleh kebutuhan serat berdasarkan tiap variasi serat yang digunakan dan 20% resin *polyester* terhadap volume beton yang telah ditentukan.

**Tabel. 9** Hasil kuat tekan beton umur 28 Hari

| Kode benda uji | Slump (mm) | Hasil pengujian<br>Beban hancur<br>(N) | Kuat tekan<br>(MPa) | Kuat tekan rata-<br>rata<br>(MPa) |
|----------------|------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1.SF-0.00%     | 25-50      | 546930                                 | 30.97               | 30.84                             |
| 2.SF-0.00%     | 25-50      | 538983                                 | 30.52               |                                   |
| 3.SF-0.00%     | 25-50      | 547990                                 | 31.03               |                                   |
| 4.SF-0.25%     | 25-50      | 582957                                 | 33.01               | 33.31                             |
| 5.SF-0.25%     | 25-50      | 594965                                 | 33.69               |                                   |
| 6.SF-0.25%     | 25-50      | 587901                                 | 33.29               |                                   |
| 7.SF-0.50%     | 25-50      | 602912                                 | 34.14               | 34.36                             |
| 8.SF-0.50%     | 25-50      | 599910                                 | 33.97               |                                   |
| 9.SF-0.50%     | 25-50      | 617923                                 | 34.99               |                                   |
| 10.SF-0.75%    | 25-50      | 631875                                 | 35.78               | 35.78                             |
| 11.SF-0.75%    | 25-50      | 647945                                 | 36.69               |                                   |
| 12.SF-0.75%    | 25-50      | 615981                                 | 34.88               |                                   |
| 13.SF-1.00%    | 25-50      | 496952                                 | 28.14               | 28.19                             |
| 14.SF-1.00%    | 25-50      | 484944                                 | 27.46               |                                   |
| 15.SF-1.00%    | 25-50      | 511963                                 | 28.99               |                                   |

Sumber: Hasil penelitian

Tabel diatas menunjukkan bahwasanya pada penambahan serat cenderung mengalami peningkatan kekuatan pada saat penambahan serat dari 0% sampai 0.75%, dan terjadi penurunan kekuatan pada penambahan serat diatas 0.75%.



**Gambar 1.** Grafik hubungan kuat tekan dengan variasi serat fiber *polypropylene*

Pada grafik, menunjukkan hubungan antara kuat tekan dan persentase serat fiber. Pengaruh serat fiber dalam penggunaan beton terhadap kuat tekan beton itu cenderung menunjukkan pengaruh yang bersifat polinomial berderajat 2 atau biasa juga disebut bahwa pengaruhnya bila

dinyatakan dalam pernyataan matematis itu pengaruhnya bersifat parabolik. Pada grafik menunjukkan nilai optimum yang diperoleh sebesar 0.47% yang menghasilkan kekuatan maksimum sebesar 35.33 MPa.

### 3.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur beton menggunakan serat fiber *polypropylene* dan polimer

resin *polyester* dipengaruhi oleh kebutuhan serat berdasarkan tiap variasi serat yang digunakan dan 20% resin *polyester* terhadap volume beton yang telah ditentukan.

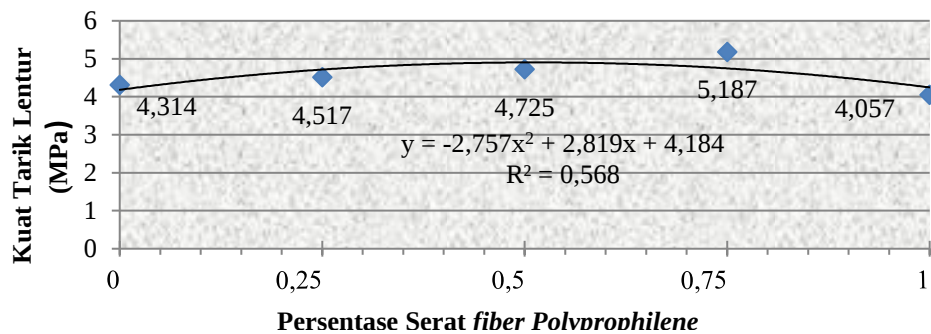
**Tabel. 10** Hasil kuat tarik lentur beton umur 28 hari.

| Kode benda uji | Slump (mm) | Hasil pengujian<br>Beban hancur (N) | Kuat tarik lentur (MPa) | Kuat tarik lentur rata-rata (MPa) |
|----------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1.LT-0.00%     | 25-50      | 27000                               | 3.84                    | 4.314                             |
| 2.LT-0.00%     | 25-50      | 26500                               | 3.77                    |                                   |
| 3.LT-0.00%     | 25-50      | 25500                               | 3.63                    |                                   |
| 4.LT-0.25%     | 25-50      | 39000                               | 5.55                    | 4.517                             |
| 5.LT-0.25%     | 25-50      | 32000                               | 4.55                    |                                   |
| 6.LT-0.25%     | 25-50      | 36500                               | 5.19                    |                                   |
| 7.LT-0.50%     | 25-50      | 45500                               | 6.47                    | 4.725                             |
| 8.LT-0.50%     | 25-50      | 42500                               | 6.04                    |                                   |
| 9.LT-0.50%     | 25-50      | 48000                               | 6.83                    |                                   |
| 10.LT-0.75%    | 25-50      | 65500                               | 9.32                    | 5.187                             |
| 11.LT-0.75%    | 25-50      | 68500                               | 8.32                    |                                   |
| 12.LT-0.75%    | 25-50      | 62500                               | 8.89                    |                                   |
| 13.LT-1.00%    | 25-50      | 32000                               | 4.55                    | 4.057                             |
| 14.LT-1.00%    | 25-50      | 29000                               | 4.12                    |                                   |
| 15.LT-1.00%    | 25-50      | 21000                               | 3.89                    |                                   |

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel diatas menunjukkan bahwasanya pada penambahan serat cenderung mengalami peningkatan kekuatan pada

penambahan serat dari 0% sampai 0.75%, dan terjadi penurunan kekuatan pada penambahan serat diatas 0.75%.



sa

Persentase Serat *fiber Polypropylene*

**Gambar 2.** Grafik hubungan kuat tarik lentur dengan variasi serat fiber *polypropylene*

Pada grafik menunjukkan hubungan antara kuat tarik lentur dan persentase serat fiber. Pengaruh serat fiber dalam penggunaan beton terhadap kuat tarik lentur beton itu cenderung menunjukkan pengaruh yang bersifat polinomial berderajat 2 atau biasa juga disebut bahwa pengaruhnya bila dinyatakan dalam pernyataan matematis itu pengaruhnya bersifat parabolik. Pada grafik menunjukkan nilai optimum yang diperoleh sebesar 0.51% yang menghasilkan kekuatan sebesar 4.90 MPa.

#### 4. Penutup

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan, bahwa:

1. Kontribusi serat *fiber* dan polimer sebesar 20% terhadap sifat – sifat mekanik beton terhadap kuat tekan beton memberikan kontribusi positif pada penambahan serat *fiber* sampai dengan 0.47% terjadi kenaikan nilai kuat tekan, sebaliknya dengan penambahan diatas 0.47% terjadi penurunan nilai kuat tekan. Sedangkan kontribusi serat *fiber* dan polimer terhadap kuat tarik lentur memberikan kontribusi sampai dengan 0.51%.
2. Dengan persentase optimum 0.47% dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimum sebesar 35.33 MPa dan persentase optimum 0.51% dapat menghasilkan kuat tarik lentur sebesar 4.90 Mpa.

##### 4.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai sifat mekanik beton seperti modulus elastisitas, hubungan tegangan dan regangan dan lain-lain. Demikian pula terhadap sifat fisik seperti porositas, permeabilitas, dan lain-lain.
2. Penggunaan jenis serat lain dengan tambahan zat *addictive* berupa polimer resin *epoxy*.
3. Perlunya ketelitian dalam pengerjaan campuran beton.

##### Daftar Pustaka

- Amri, Sjafai. 2005. *Teknologi Beton A – Z*, Jakarta : Yayasan Jhon Hi-Tech Idetama.
- Antono, A. 1995. *Teknologi Beton*, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Balaguru, Perumalsamy N., Shah, Surendra P., 1992. *Fiber Reinforced Cement Composies : Express Consent*.
- Gornale Avinash, S Ibrahim Quadri, Smehmood Quadri, Syed Md Akram Ali, 2012. *Strength Aspects of Glass Fibre Reinforced Concrete*.
- Hemalatha s., Dr.A.Leema Rose. 2016. *An Experimental Study On Glass Fibre Reinforced Conrete*.
- Momtazil, Ali Sadr, Reza Kohani Khoshkbijari, Sadaf Sabagh Mogharab. 2015. *Polymers i Concrete : Applications and Specifications*.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Jakarta: Penerbit Andi.
- N Benzannache, Bezazi A., Bouchelaghem H., Boumaaza M., Scarpa, Amziane. 2018. *Effects of adding sisal and glass fibers on the mechanical behaviour of concrete polymer*.
- Praveen Duriseti, M.Rajshekar Reddy, K. Mythili. 2015. *Experimental Study On The Compressive Strength Of Glass Fibre Concrete*.
- SNI 1974 : 2012. *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*.
- SNI 4431 : 2011. *Cara uji kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan*.
- SNI 7656 : 2012. *Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa*.
- Sulaiman Novan Achmad. 2017. *”Pengaruh Penambahan Persentase Benang Gelasan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton”*. Balikpapan : Politeknik Negeri Balikpapan.
- Tim Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.2017.*Pedoman Pelaksanaan Praktikum Laboratorium Struktur dan Bahan*.Makassar :Universitas Muslim Indonesia.