

## Pengaruh Bahan Tambah Serabut Kelapa dan Bahan Substitusi *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Serat

**Andrito Ekel<sup>1</sup>, Rilya Rumbayan<sup>2</sup>, Merci Freki Hosang<sup>3</sup>,**  
Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado,  
95252.

E-mail: [andritoekel10@gmail.com](mailto:andritoekel10@gmail.com)

### **Abstrak**

*Beton memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, tetapi memiliki nilai kuat tarik yang rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah serat yang elastis, salah satunya menggunakan serabut kelapa di dalam beton. Abu batubara merupakan bagian dari sisa pembakaran batubara. Sifat kimia yang dimiliki oleh fly ash berupa silica dan alumina dengan persentase mencapai 80% ini menjadikan fly ash sebagai material pengganti semen.*

*Pada penelitian ini terdapat 3 komposisi beton yaitu beton normal, beton penambahan 0,125 % serabut kelapa dan 12,5 % fly ash pengganti semen, dan yang terakhir adalah beton dengan penambahan 0,2 % serabut kelapa serta 12,5 % fly ash pengganti semen. Semua beton tersebut melewati pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton untuk mengetahui pengaruhnya.*

*Pengaruh penambahan serabut kelapa dan bahan substitusi fly ash tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada hasil nilai kuat tekan, tetapi pada nilai kuat tarik belah terjadi perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan serabut kelapa dan bahan substitusi fly ash dapat meningkatkan nilai kuat tarik beton yang rendah.*

**Kata Kunci:** Fly Ash, Kuat Tarik Belah, Kuat Tekan, Serabut kelapa.

### **Abstract**

*Concrete has the characteristics of being strong against compressive forces, but has a low tensile strength value. Therefore we need an innovation of mixing concrete with elastic fiber added materials, one of which uses coconut fibers in the concrete. Coal ash is part of the rest of the coal combustion. The chemical properties of fly ash in the form of silica and alumina with a percentage of up to 80% make fly ash a cement substitute material.*

*In this study, there are 3 concrete compositions, namely normal concrete, concrete with the addition of 0.125% coconut fiber and 12.5% fly ash as a substitute for cement, and the last one is concrete with the addition of 0.2% coconut fiber and 12.5% fly ash as a cement substitute. All of the concrete passed the compressive strength and split tensile strength tests of the concrete to determine its effect.*

*The effect of adding coconut fiber and fly ash substitution did not have a significant difference on the results of the compressive strength value, but on the split tensile strength value there was a significant difference. This proves that the addition of coconut fiber and fly ash substitution can increase the value of low tensile strength of concrete.*

**Kata Kunci:** Coconut Fiber, Compressive Strength Value, Fly Ash, Split Tensile Strength Value.

## 1. PENDAHULUAN

Beton adalah bahan utama yang selalu digunakan dalam pembangunan baik pembangunan sarana maupun prasarana. Bahan-bahan penyusun beton adalah semen sebagai bahan pengikat yang dicampur dengan agregat kasar dan agregat halus. Seiring berjalannya waktu penggunaan beton yang semakin banyak permintaannya akibat pembangunan yang terus menerus terjadi pasti akan menyebabkan bahan baku utama pembuatan beton terus berkurang atau bahkan habis.

Beton pada dasarnya memiliki karakteristik kuat terhadap gaya tekan, akan tetapi memiliki nilai kuat tarik yang rendah. Kemudian kapasitas regangan beton yang umumnya rendah juga menyebabkan penurunan kekuatan tekan yang cepat setelah beton mencapai beban maksimum, sehingga dapat terjadi keruntuhan secara tiba-tiba. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi pencampuran beton dengan bahan tambah serat yang elastis, salah satunya menggunakan serabut kelapa di dalam beton yang diharapkan dapat menunda terjadinya keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba tersebut.

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*poly-propylene*), atau potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, serabut kelapa, bambu, ijuk) (Trimulyono, 2004).

Menurut Trimulyono (2004) dalam pembagian beton serat, jenis beton serat dapat kita bedakan menjadi 2 jenis, yaitu beton serat alami dan beton serat buatan. Serat alami umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan. Karena sifat umumnya mudah menyerap dan melepaskan air, serat alami mudah lapuk sehingga tidak dianjurkan digunakan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus. Yang termasuk serat alam antara lain rami, ijuk, serabut kelapa dan lain-lain. Serat buatan umumnya dibuat dari senyawa-senyawa polimer. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap perubahan cuaca. Mempunyai titik leleh, kuat tarik, dan kuat lentur tinggi. Digunakan untuk beton bermutu tinggi dan yang akan digunakan secara khusus.

Menurut Suhardiyono (1988), serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun serabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari serabut kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis serabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain.

*Fly ash* adalah debu yang dihasilkan dari sisa pembakaran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara (Sudjarmiko Nugroho, 2003). Sedangkan dalam SNI 03-6414-2002 (2002) memberikan definisi yaitu, *fly ash* adalah limbah hasil pembakaran Batu Bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozzolanik. Sebagai bahan tambah *fly ash* dinilai dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kekedapan air, ketahanan terhadap sulfat dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) beton (Sofwan Hadi, 2000).

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton adalah

besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton sudah tinggi, maka sifat-sifat lainnya juga baik.

Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar SNI-1974-2011. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$f'c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$A$  = luas penampang benda uji (mm)

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kurang lebih 10%-15% dari kekuatan tekan beton, dapat mencapai 20%. Standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI-03-2491-2002. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

$F_{ct}$  = kuat tarik belah (Mpa)

$P$  = beban pada waktu belah (N)

$D$  = diameter benda uji silinder (mm)

$L$  = panjang benda uji silinder (mm)

$\Pi$  = Phi Kuat Tarik  $L$

Adapun penelitian sebelumnya yang menunjang penelitian ini :

1. Pengaruh Pemanfaatan Serabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Beton (Muhammad Dian Ardiansya ,2018).

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah serabut kelapa dengan persentase 0 %, 0,125 % dan 0,2 % dari berat beton normal dengan panjang serat 3 cm, 6 cm, dan 9 cm. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dan daya serap beton dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Metode perencanaan beton menggunakan standar SNI-03-2843-2000 dengan kuat tekan rencana 37 MPa. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa penambahan serat serabut kelapa pada campuran beton dengan persentase dan panjang serat yang berbeda dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dari kuat tekan awal 25 MPa. Namun, kuat tekan rencana minimum sebesar 37 MPa tidak dapat dicapai. Pada benda uji BV3-0,2 dengan komposisi serabut kelapa 0,2% dari berat beton normal dengan panjang serat 3 cm, memiliki nilai kuat tekan paling tinggi sebesar 29,859 MPa atau menurun 19,300% dari kuat tekan rencana minimum. Peningkatan panjang serat serabut kelapa dan daya serap pada beton ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton hingga panjang serat dan daya serap tersebut mencapai titik optimumnya. Untuk penambahan serabut kelapa 0,125%, titik optimum panjang serat dan daya serap adalah 3,246 cm dan 2,544%. Kemudian untuk penambahan serabut kelapa 0,2%, titik optimum panjang serat dan daya serap adalah 3,325 cm dan 2,695%.

2. Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton (Sahrudin dan Nadia, 2016)

Benda uji berupa beton silinder 15 x 30 cm dengan variasi penambahan serat serabut

kelapa sebesar 0.125% , 0.250 % dan 0.50% dari volume beton. Mutu beton yang direncanakan adalah K-225 dengan uji tekan pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan penambahan serat serabut kelapa sebesar 0.125% menghasilkan kuat tekan 244.84 kg/cm<sup>2</sup> dan 0.50 % sebesar 272.14 kg/cm<sup>2</sup>. Terdapat peningkatan kuat tekan sebesar 16.56% dan 29.55% dari beton normal.

3. Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur pada Beton, Oleh Yogie Risdianto dan Ghary Rivaldo Lumban Tobing. (2019)

Serat serabut kelapa sebagai bahan tambahan berupa serat dengan ukuran panjang 25-40 mm dan dengan persentase 2%, 4%, dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan penambahan serat serabut kelapa 2% mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tarik belah dan kuat lentur, namun mengalami penurunan kuat tekan. Sehingga, kadar optimum penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat lentur dan kuat tarik belah tertinggi terjadi pada penambahan sebesar 2% diperoleh rata-rata kuat tarik belah sebesar 2,38 Mpa dan kuat lentur sebesar 5,705 Mpa.

4. Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton (Mira Setiawati, 2018).

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus sebanyak 96 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 12 benda uji. Dari penelitian ini diperoleh bahwa nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 12,5% *fly ash*, yaitu 404,03 Kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari dengan persentase peningkatan 27,95%.

Pada awal umur beton nilai kuat tertinggi pada penggunaan *fly ash* 12,5%, sebesar 231,04 Kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase peningkatan sebesar 60% terhadap beton normal. Dapat disimpulkan bahwa pada awal umur beton, penggunaan *fly ash* mempengaruhi kekuatan beton. Persentase penggunaan *fly ash* 12,5% pada beton, akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maksimum.

5. Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbag Dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton (Alfian Hendri Umboh, Marthin D.J Sumajouw, dan Recky S. Windah, 2014)

Penelitian ini menguji beton dengan benda uji silinder (diameter 100 mm dan tinggi 200 mm) sebanyak 96 sampel dan terdiri dari 6 variasi konsentrasi *fly ash* pada pengujian 7, 14, 21, 28 hari dan masing-masing variasi sebanyak 16 sampel.

Berdasarkan hasil pengujian, penambahan persentase *fly ash* sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, 70% memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada presentase *fly ash* 30% yaitu sebesar 24,18 Mpa untuk umur beton 28 hari. Dan nilai kuat tekan terendah pada presentase *fly ash* 70% yaitu sebesar 3,645 Mpa untuk umur beton 7 hari.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu penelitian ini meneliti tentang kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serabut kelapa sebagai bahan tambah beton serat dan substitusi 12,5% semen dengan *fly ash*. Panjang serabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 cm. Persentase serabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 0.125% dan 0.2% dari berat beton normal. Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran beton (*mix design*) sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000 dengan umur rencana 7 hari, 14 hari dan 28 hari dan target kuat tekan beton adalah  $f'_c$  25. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian yang dilakukan dapat dipertanggung jawabkan keasliannya.

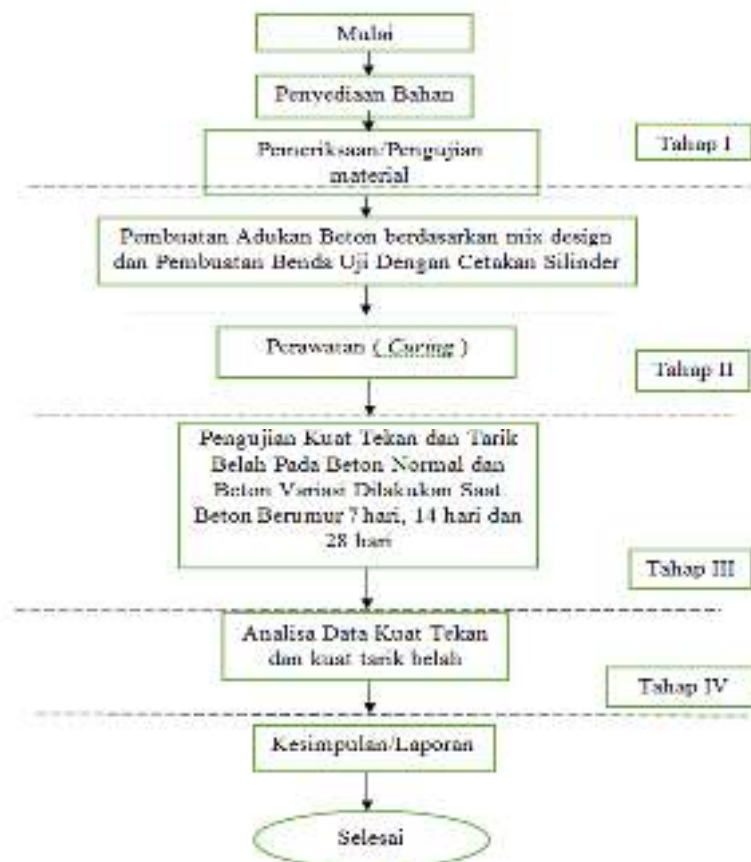
## 2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan pada Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado, dengan waktu penelitian kurang lebih selama 3 bulan. Objek utama penelitian ini adalah beton normal dan beton variasi yang menggunakan bahan tambah serabut kelapa sebagai material serat dengan panjang serat, 3 cm yang variasi persentasenya adalah 0,125 % dan 0,2 % dari berat beton normal dan bahan substitusi *fly ash* sebesar 12,5% dari semen yang di gunakan.

Semen yang digunakan adalah semen PCC, Agregat kasar diambil dari PT. King Crusher, Kema, Minahasa Utara, agregat halus dari sungai amurang Minahasa selatan, serabut kelapa diambil dari CV Puri Bitung Gemilang, Bitung, Sulawesi Utara, dan *fly ash* diambil dari PLTU II Amurang, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 54 buah dan melewati pengujian kuat tekan beton serta kuat tarik belah beton.

Data yang di ambil adalah hasil data dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah terhadap sampel benda uji. Metode pengujian beton adalah kuat tekan beton berdasarkan SNI-1974-2011, dan kuat tarik belah berdasarkan SNI-03-2491-2002.

Proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 yang menampilkan alur penlitian dari awal sampai selesai.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

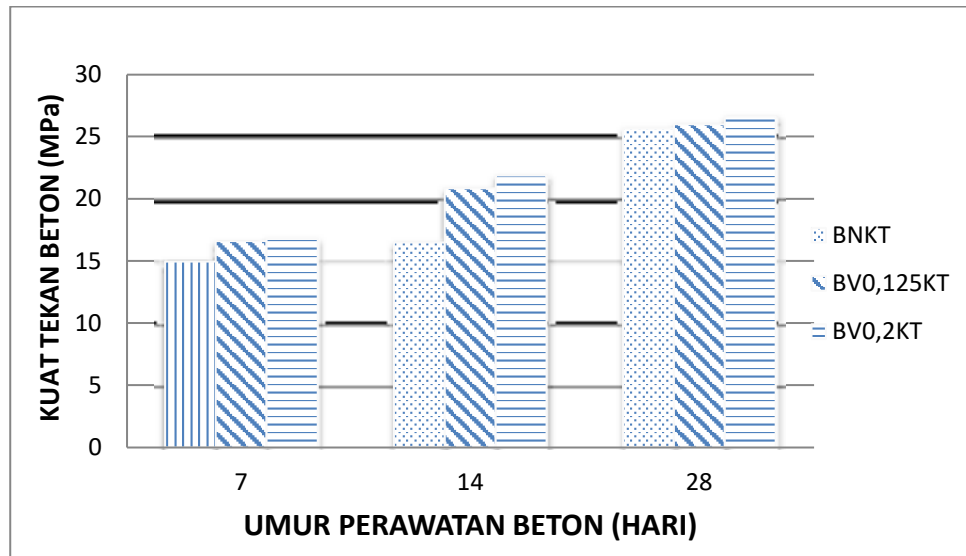
Adapun hasil yang didapat setelah melakukan pengujian sebagai berikut:

#### 1. Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 1 dan Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

| No | Benda Uji   | Rata-rata Kuat Tekan (Mpa) |         |         |
|----|-------------|----------------------------|---------|---------|
|    |             | 7 Hari                     | 14 hari | 28 hari |
| 1  | BN KT       | 14,95                      | 16,49   | 25,662  |
| 2  | BV 0,125 KT | 16,58                      | 20,83   | 26,00   |
| 3  | BV 0,2 KT   | 16,79                      | 21,87   | 26,62   |



**Gambar 2** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dalam hasil pengujian kuat tekan beton yang terlihat jelas pada Tabel 1 dan Gambar 2 bahwa hasil pengujian terbesar terjadi pada beton BV0,2KT28 beton ini menggunakan 0,2 % serabut kelapa sebagai bahan tambah dan 12,5 % *fly ash* sebagai bahan substitusi semen dengan kuat tekan sebesar 26,6 MPa dan yang terendah adalah beton normal dengan kuat tekan sebesar 25,66 MPa, pengujian ini berhasil mencapai target rencana mutu beton yaitu sebesar 25 MPa.

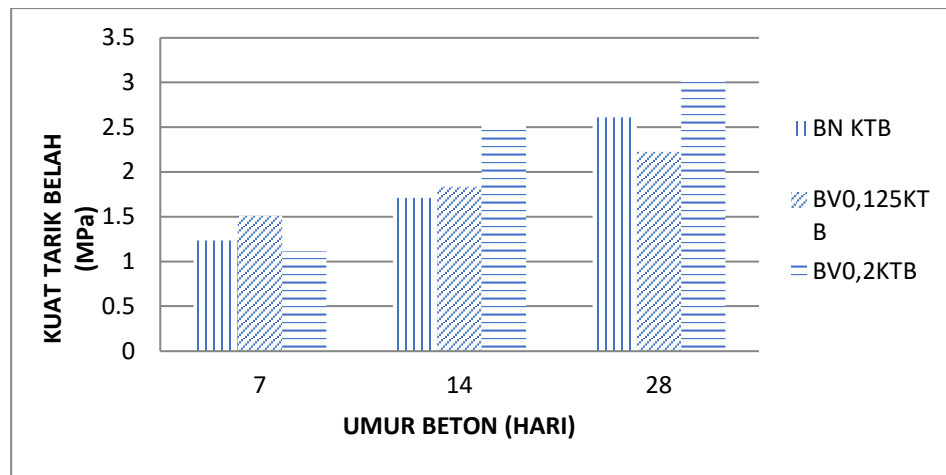
#### 2. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

**Tabel 2** Hasil Pegujian Kuat Tarik Belah Beton

| No | Benda Uji    | Rata-rata Kuat Tarik Belah (MPa) |         |         |
|----|--------------|----------------------------------|---------|---------|
|    |              | 7 Hari                           | 14 hari | 28 hari |
| 1  | BN KTB       | 1,23                             | 1,71    | 2,61    |
| 2  | BV 0,125 KTB | 1,50                             | 1,8     | 2,22    |
| 3  | BV 0,2 KTB   | 1,11                             | 2,51    | 3,01    |





**Gambar 3.** Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Dalam hasil pengujian kuat tarik belah yang terlihat pada Tabel 2 bahwa hasil tertinggi pengujian ini didapat pada BV0,2KTB28 beton ini menggunakan serabut kelapa sebagai bahan tambah sebanyak 0,2 % dan fly ash sebagai bahan substitusi sebesar 12,5 % dari berat semen dengan kuat tarik belah sebesar 3,018 MPa dan yang terendah adalah BV0,125KT B beton ini menggunakan serabut kelapa sebagai bahan tambah sebanyak 0,125 % dan fly ash sebagai bahan substitusi semen dengan kuat tarik belah sebesar 2,25 MPa.

Dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan berbeda dengan kuat tarik belah yang mengalami peningkatan yang cukup signifikan terjadi. Hasil ini membuktikan adanya kenaikan nilai kuat tarik belah beton setelah penambahan serabut kelapa dan fly ash sebagai bahan pengganti semen.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah penelitian dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan serabut kelapa dan bahan substitusi fly ash terhadap semen dapat mempengaruhi beton serat. Meskipun dalam pengujian kuat tekan beton tidak mengalami perubahan mutu yang signifikan, tetapi dalam pengujian kuat tarik belah beton mengalami peningkatan beton yang cukup signifikan pada sampel beton dengan penambahan serabut kelapa sebanyak 0.2 % dari berat beton normal dan fly ash sebesar 12,5 % substitusi terhadap semen.

Dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penambahan variasi beton untuk penambahan serabut kelapa agar mendapat nilai yang lebih optimal lagi, dalam proses pencampuran beton harus lebih teliti dan memperhatikan serabut kelapa agar tidak terjadi penggumpalan pada alat pencampur beton, dan yang terakhir diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh akademisi yang bergerak di dunia teknik sipil.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada Dr. Rilya Rumbayan, ST, M.Eng dan Merci Freki Hosang, SST, MT selaku kedua dosen pembimbing saya yang sudah membimbing selama proses penelitian. Terima kasih juga kepada kepala laboratorium Politeknik Negeri Manado yang sudah memberikan saya ijin untuk melakukan pengujian ditempat tersebut dan teknisi lab yang sudah membantu penulis untuk mengerjakan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alfian Hendri Umboh, Marthin D.J Sumajouw, dan Recky S. Windah. 2014. *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbag Dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton*.
- Ferguson, Phil M. 1986. *Dasar – Dasar Beton Bertulang*. Erlangga: Jakarta Pusat.
- Mira Setiawati. 2018. *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton*.
- Muhammad Dian Ardiansya. 2018. *Pengaruh Pemanfaatan Serabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Beton*.
- Sahrudin, Nadia. 2016. *Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton*.
- SNI 03-2834-2000. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional: Bandung.
- SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta
- SNI-1974-2011. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional: Bandung.
- Sofwan, H. 2000. *Pengaruh Ukuran Butiran dan Komposisi Abu Terbang PLTU Surabaya Sebagai Pengisi dan Pozolan*.
- Sudjatmiko, Nugroho. 2003. *Penggunaan Abu Terbang Sebagai Campuran Beton*.
- Suhardiyono, L. 1988. *Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya*. Kanisius: Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1992. *Teknologi Beton*. Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Yogie Risdianto, Mahendra dan Pandu. 2019. *Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang: Surabaya.