

# KAJIAN KUAT TEKAN, MODULUS ELASTISITAS, KUAT LEKAT DAN KUAT TARIK BETON MEMADAT SENDIRI TERHADAP BETON NORMAL

Agus Setiya Budi<sup>1)</sup>, Endah Safitri<sup>2)</sup>, Tyas Annisaa<sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup> Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

<sup>3)</sup> Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan Surakarta 57126; Telp 0271-634524.

Email: [tysnnisaa@gmail.com](mailto:tysnnisaa@gmail.com)

## Abstract

*Self-Compacting Concrete is a technological development of normal concrete. Concrete known as SCC has a high performance. The ease in which the concrete solidifies itself is caused by the addition of an admixture in the form of a superplasticizer. The use of concrete as a structural member is often combined with reinforcing steel to support the deficiency of concrete which is susceptible to tensile forces. This study aims to determine the value of compressive strength, modulus of elasticity, bond strength and the comparison of direct tensile strength with split tensile strength of self-compacting concrete which is then compared with normal concrete. There are 3 specimens for each variation with different shapes and sizes in each test, namely the compressive and tensile strength tests in the form of a cylinder 15 cm and a height of 30 cm, testing the bond strength using a plain steel rod with a diameter of 12 mm which is plugged into the cylinder 15 cm and height 30 cm, and direct tensile strength test in the form of a beam measuring 10 x 10 x 25 cm with a cocoon in the middle of the test object. The test was carried out when the concrete age reached 28 days. From the test, it was obtained the value of compressive strength, modulus of elasticity, bond strength and the comparison of direct tensile strength to split tensile strength of Self Compacting Concrete and normal concrete. Based on the calculation results, it is found that the compressive strength of self-compacting concrete is 28.01 MPa, which is smaller than normal concrete, which is 30.09 MPa. In the calculation of the adhesive strength test, it was found that self-compacting concrete had a higher bond strength value than normal concrete, namely 0.8431 MPa for Self Compacting Concrete and 0.4753 MPa for normal concrete. The comparison between the direct tensile strength and split tensile strength ( $f'_{ct}/f'_t$ ) for Self Compacting Concrete is 0.97 and 0.82 for normal concrete.*

**Keywords:** Bond test, compressive test, modulus of elasticity, Self Compacting Concrete, tensile strength test.

## Abstrak

Beton memadat sendiri merupakan sebuah perkembangan teknologi dari beton normal. Beton yang dikenal sebagai SCC memiliki kinerja yang tinggi. Kemudahan dalam pekerjaan beton memadat sendiri disebabkan oleh adanya penambahan *ad-mixture* berupa *superplasticizer*. Penggunaan beton sebagai komponen struktur sering dipadukan dengan baja tulangan untuk menyokong kekurangan dari beton yang rentan akan gaya tarik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lekat serta perbandingan kuat tarik langsung dengan kuat tarik belah beton memadat sendiri yang kemudian dibandingkan dengan beton normal. Benda uji berjumlah 3 buah untuk masing-masing variasi dengan bentuk dan ukuran yang berbeda pada tiap pengujian, yaitu pengujian kuat tekan dan tarik belah berupa silinder Ø15 cm dan tinggi 30 cm, pengujian kuat lekat menggunakan batang baja polos diameter 12 mm yang ditancapkan pada silinder Ø15 cm dan tinggi 30 cm, dan uji kuat tarik langsung berupa balok berukuran 10 x 10 x 25 cm dengan coakan di tengah benda uji. Pengujian dilakukan saat umur beton mencapai 28 hari. Dari pengujian didapatkan nilai kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lekat serta perbandingan kuat tarik langsung dengan kuat tarik belah beton memadat sendiri dan beton normal. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton memadat sendiri sebesar 28,01 MPa lebih kecil dari beton normal yaitu 30,09 MPa. Pada perhitungan pengujian kuat lekat didapatkan beton memadat sendiri memiliki nilai kuat lekat yang lebih besar daripada beton normal yaitu 0,8431 MPa untuk beton memadat sendiri dan 0,4753 MPa untuk beton normal. Perbandingan antara nilai kuat tarik langsung dengan kuat tarik belah ( $f'_{ct}/f'_t$ ) untuk beton memadat sendiri adalah 0,97 dan 0,82 untuk beton normal.

**Kata kunci:** Beton memadat sendiri, kuat lekat, kuat tarik, kuat tekan, modulus elastisitas.

## PENDAHULUAN

Ketidakmampuan pelaksanaan proses pemadatan beton normal pada kondisi yang rumit cukup merugikan karena dapat memunculkan rongga udara di dalam campuran beton yang nantinya akan mempermudah beton tersebut menjadi keropos. Untuk itu para peneliti sejak tahun 90-an gencar melakukan inovasi beton salah satunya adalah beton memadat sendiri atau *Self Compacting Concrete* (SCC). SCC dihadirkan untuk menjawab tantangan atas perubahan yang terjadi dengan menimbulkan sifat *self-compactability* beton segar. Penambahan zat *admixturer* berupa *superplasticizer* untuk mengatur tingkat kekentalan/viskositas dengan mengurangi jumlah penggunaan air yang berguna saat penuangan, penyebaran dan pemadatan adukan beton tanpa menggunakan bantuan alat *vibrator*.

Selayaknya bahan bangunan lain, beton memiliki karakter unik tersendiri sehingga dipakai sebagai komponen struktur bangunan. Karakteristik unik yang dimiliki beton yaitu mampu menahan beban tekan yang tinggi namun lemah dalam menahan beban tarik. Hal ini membuat beton biasanya diperkuat dengan adanya penambahan baja tulangan yang akan meningkatkan daya dukung beton dalam menerima beban yang diberikan dan juga menambah daktilitasnya. Ketika beton yang telah diperkuat baja kemudian menerima beban tarik yang besar, beton tersebut sudah dapat menahannya sehingga kerusakan dapat diminimalisir. Hubungan antar beton-tulangan ini menimbulkan interaksi saling mengikat dan terjadi lekatan di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lekat dan kuat tarik beton memadat sendiri yang dibandingkan dengan beton normal.

### Beton Memadat Sendiri

Beton yang memiliki kinerja tinggi dimana dapat mengalir, mengisi dan memadatkan dirinya sendiri tanpa bantuan alat penggetar disebut sebagai beton memadat sendiri atau *Self Compacting Concrete (SCC)*. SCC sebagai alternatif beton yang memiliki kepadatan yang tinggi, memiliki komposisi material yang relatif berbeda dari beton normal konvensional. Dalam pelaksanaannya, SCC digunakan untuk pekerjaan beton yang memiliki tingkat kerumitan yang tinggi seperti lokasi yang sulit dijangkau, maupun bentuk yang tidak normal. Supaya memenuhi tujuan dari beton SCC diperlukan material komposisi yang sesuai, yaitu ukuran agregat yang lebih kecil serta adanya bahan tambah/*admixture* berupa *superplasticizer*. Kinerja *superplasticizer* adalah dengan mengatur kekentalan/viskositas campuran dengan tidak menambahkan faktor air semen yang akan membuat mutu beton tersebut turun.

### Kuat Tekan

Kuat tekan beton dapat diartikan dengan besarnya tekanan yang mampu ditopang benda uji sampai tidak dapat mempertahankan bentuknya. Besaran kuat tekan beton didapatkan dengan membagi beban tekan dengan luas permukaan benda uji. Hasil dari kuat tekan beton mencerminkan mutu beton tersebut dan dapat dijadikan sebagai standar pembuatan rancang campur berikutnya. Besarnya nilai kuat tekan dapat dilihat pada Persamaan [1] di bawah ini

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan :

- $f'c$  = kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = beban tekan (N)
- $A$  = luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

### Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan hasil bagi tegangan yang dihasilkan dengan perubahan pertambahan panjang serta menjadi acuan dari sifat elastis suatu bahan. Besarnya modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan Persamaan [2] di bawah ini,

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan :

- $E$  = modulus elastisitas (MPa)
- $\sigma$  = tegangan (MPa)
- $\varepsilon$  = regangan

### Kuat Lekat

Kuat lekat beton yaitu tahanan gesekan tulangan baja dengan beton yang saling mengunci terhadap gelincir saat tulangan mengalami tegangan tarik. Tegangan lekat bekerja sepanjang baja tulangan yang tertanam dan kontak langsung dengan beton, sehingga tegangan tersebut harus dilawan sebelum tulangan tercabut dari beton. Panjang

baja tulangan yang tertanam biasa disebut dengan panjang penyaluran ( $L_d$ ). Rumusan kuat lekat beton dapat dihitung dengan Persamaan [3]

$$f'b = \frac{P}{\pi \times D \times L_d} \dots\dots\dots [3]$$

keterangan:

- $f'b$  = kuat lekat (MPa)
- $P$  = beban (N)
- $D$  = diameter baja tulangan (mm)
- $L_d$  = panjang penyaluran (mm)

**Kuat Tarik Langsung**

Kuat tarik didefinisikan sebagai kekuatan beton dalam mempertahankan bentuknya dari gaya tarik yang diberikan. Pengujian untuk menentukan nilai kuat tarik langsung beton adalah dengan cara menarik benda uji berbentuk balok dengan coakan di tengahnya menggunakan bantuan baja drat di ujung-ujung dan mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Nilai kuat tarik langsung didefinisikan dengan Persamaan [4] di bawah ini,

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [4]$$

keterangan :

- $f'c$  = kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = beban tekan (N)
- $A$  = luas permukaan efektif (mm<sup>2</sup>)

**Kuat Tarik Belah**

Nilai kuat tarik beton besarnya antara 10-15% dari kuat tekannya, tentunya menyulitkan dalam pengamatan di pengujian menarik beton secara langsung. Untuk itu, dihadirkan inovasi dengan model benda uji *split cylinder* atau dikenal dengan pengujian tarik belah. Pada pengujian ini silinder yang direbahkan akan menerima tegangan dua arah yang menimbulkan tegangan tarik yang tersebar merata lalu menyebabkan terjadinya keruntuhan beton sehingga membelah benda uji menjadi dua. Rumus yang digunakan untuk memperoleh nilai kuat tarik belah tertera pada Persamaan [5] berikut,

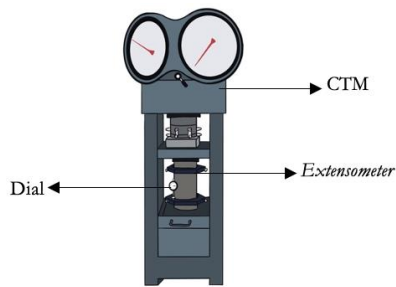
$$f't = \frac{P}{0,5 \times \pi \times D \times l} \dots\dots\dots [5]$$

keterangan:

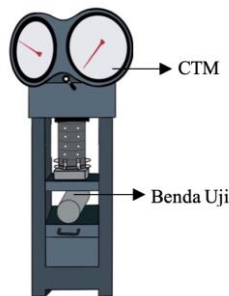
- $f't$  = kuat tarik belah (MPa)
- $P$  = beban (N)
- $D$  = diameter silinder (mm)
- $l$  = panjang silinder (mm)

**METODE**

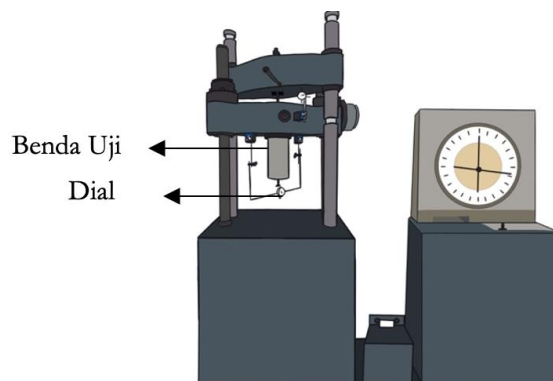
Peneliti menggunakan metode penelitian secara eksperimental dimana data yang didapat berdasarkan percobaan pada saat tersebut. Pengujian penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) untuk uji kuat lekat dan kuat tarik langsung dan alat *Compressive Testing Machine* (CTM) untuk pengujian kuat tekan, nilai modulus elastisitas dan kuat tarik belah. Sketsa pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 sampai 4 di bawah ini,



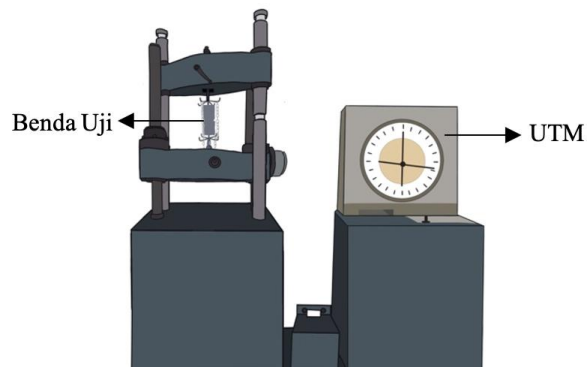
Gambar 1. *Set up* uji kuat tekan dan modulus elastisitas



Gambar 2. *Set up* uji kuat tarik belah



Gambar 3. *Set up* uji kuat lekat



Gambar 4. *Set up* uji kuat tarik langsung

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pelaksanaan pengujian beton segar didapatkan hasil nilai *slump* untuk beton normal adalah 9 cm, *slump flow test* untuk beton SCC sebesar 73,5 cm, *V-funnel test* selama 9,53 detik dan *L-Box test* sebesar 0,838 yang mana telah memenuhi persyaratan dalam PBI 1971 dan EFNARC 2005.

### Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas

Pengujian untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas dilaksanakan bersamaan, dengan penambahan alat *extensometer* pada benda uji dan mencatat bacaan *dial* hingga beton runtuh. Hasil nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang didapatkan dari penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut,

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton memadat sendiri dan beton normal

Keterangan	Benda Uji	
	Beton Normal	Beton Memadat Sendiri
Kuat Tekan (MPa)	30,09	28,01
	Modulus Elastisitas (MPa)	
SNI 2847 : 2013	26975,87	26738,50
ASTM C-469	23040,33	22980,33
ACI 363-10	25100,38	24462,08

Menurut hasil perhitungan yang tertera pada Tabel 1, hasil kuat tekan dan modulus elastisitas beton normal lebih besar daripada beton memadat sendiri. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, dimana menurut Korua, A. M., dkk. (2019) hasil kuat tekan beton normal cenderung lebih tinggi dibandingkan beton memadat sendiri.

### Kuat Lekat

Pengambilan data pengujian kuat lekat dilakukan dengan cara membaca *dial* utama pada UTM untuk mengetahui beban yang diberikan, lalu membaca *dial* tambahan yang berada pada benda uji untuk mengetahui *displacement* yang terjadi. Hasil pengujian dan perhitungan nilai kuat lekat beton memadat sendiri dan beton normal disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai kuat lekat beton memadat sendiri dan beton normal

Keterangan	Benda Uji	
	Beton Normal	Beton memadat sendiri
$P_{0,25}$ (KN)	4,4800	7,9460
$P_{maksimum}$ (KN)	32,896	30,084
<i>Displacement</i> maks. (mm)	0,8350	0,7400
$\tau_{0,25}$ (MPa)	0,4753	0,8431
$\tau_{maks}$ (MPa)	3,4753	3,1920

Berdasarkan hasil pengujian kuat lekat didapatkan perbedaan hasil yaitu pada  $P_{0,25}$  (*slip*) beton memadat sendiri memiliki nilai yang lebih besar daripada beton normal, sedangkan ketika mencapai P maksimum nilai kuat lekat beton normal yang menjadi lebih besar dari beton memadat sendiri. Perbedaan hasil ini diprediksi lepasnya cengkraman antara beton dan tulangan yang terlalu dini pada beton normal sehingga hasil kuat lekat yang kecil, sedangkan pada saat maksimum, beton memadat sendiri terlepas dari tulangan karena tidak ada penahan antar agregat.

### Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Belah

Data pengujian kuat tarik langsung dan kuat tarik belah didapatkan dengan cara yang mirip yaitu menyetel benda uji pada alat kemudian memberikan beban hingga benda uji tersebut runtuh, perbedaannya untuk kuat tarik langsung menggunakan alat UTM sedangkan kuat tarik belah menggunakan alat CTM. Hasil perhitungan data untuk nilai kuat tarik langsung dan kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

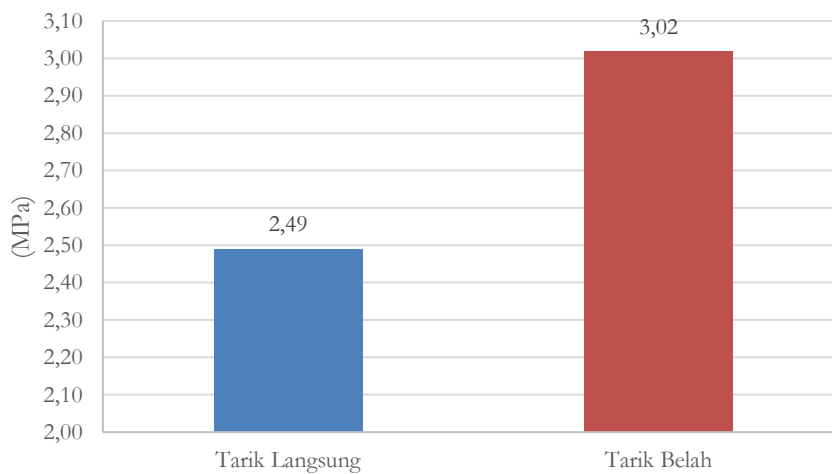
Tabel 3. Hasil perhitungan nilai kuat tarik langsung beton memadat sendiri dan beton normal

Keterangan	Benda Uji	
	Normal	Beton memadat sendiri
$P_{maks}$ (N)	17429,10	26421,60
Nilai Kuat Tarik Langsung (MPa)	2,4899	3,7745

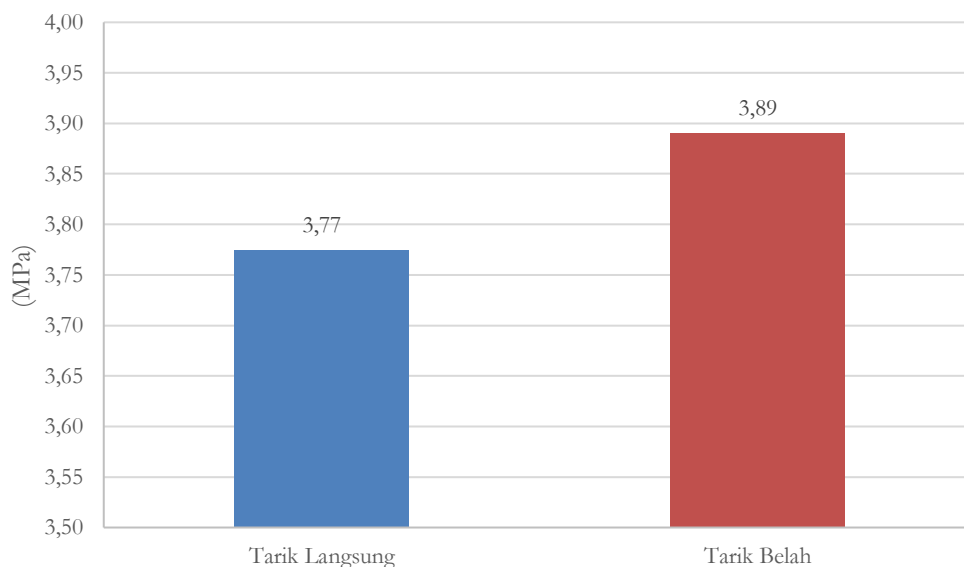
Tabel 4. Hasil perhitungan nilai kuat tarik belah beton memadat sendiri dan beton normal

Keterangan	Benda Uji	
	Normal	Beton memadat sendiri
$P_{maks}$ (N)	213333,33	275000
Nilai Kuat Tarik Belah (MPa)	3,018	3,890

Berdasarkan hasil diatas, didapatkan perbandingan antara kuat tarik langsung dengan kuat tarik belah ( $f_{ct}/f_t$ ) pada beton normal adalah 0,82 sedangkan untuk Beton memadat sendiri adalah 0,97. Nilai kuat tarik belah yang dihasilkan lebih besar daripada nilai kuat tarik langsung dikarenakan menurut Aylie, H., dkk., (2004). Uji tarik langsung sangat rawan terhadap gaya eksentris, kondisi demikian akan mengakibatkan nilai kuat tarik  $f_{ct}$  yang didapat dari uji tarik langsung, menurun akibat tambahan momen yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik belah beton normal



Gambar 6. Grafik perbandingan kuat tarik langsung dan kuat tarik belah SCC

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dipaparkan di atas, dapat ditarik kesimpulan, bahwa:

1. Nilai kuat tekan beton normal yaitu 30,09 MPa lebih besar dari nilai kuat tekan beton memadat sendiri yaitu 28,01 MPa dan modulus elastisitas beton normal pun lebih besar dari beton memadat sendiri baik menurut SNI 2847:2013, ASTM C-469, ACI 363-10.
2. Nilai kuat lekat saat *slip* 0,25 mm, beton memadat sendiri adalah 0,8431 MPa bernilai lebih besar daripada beton normal yang bernilai 0,4753 MPa. Namun, nilai kuat lekat maksimum, beton memadat sendiri adalah 3,1920 MPa bernilai lebih kecil daripada beton normal yang bernilai 3,4753 MPa.
3. Nilai kuat tarik langsung beton lebih kecil daripada nilai kuat tarik belahnya, dengan perbandingan  $f_{ct}/f_t$  untuk beton memadat sendiri adalah 0,97 dan untuk beton normal adalah 0,82.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa syukur dan terimakasih yang teramat dalam penulis sampaikan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Endah Safitri, S.T., M.T. atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan penelitian hingga akhir penyusunan karya tulis ini. Terimakasih tidak lupa kepada teman-teman rekan peneliti yang turut memberikan dukungan atas terselesaikannya penelitian ini.

## REFERENSI

- Aylie, H., et. al., 2004, "Percobaan Tarik-Langsung Pada Beton Konvensional", *Media Komunikasi Teknik Sipil* Vol. 12 No. 3, pp. 75 – 83.
- Korua A. M., Dapas S. O., dan Handono B. D., 2019, "Kinerja High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture Beton Mix Terhadap Kuat Tarik Belah", *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 7 No. 10.
- Pandaleke R. E. dan Windah R. S., 2017, "Perbandingan Uji Tarik Langsung Dan Uji Tarik Belah Beton", *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 5 No. 10.
- Pratama, K. F., 2020, "Kajian Kuat Tarik Langsung Beton Memadat Sendiri dengan Kadar Fly Ash 50 % dan 60 %". *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wibowo, W. dkk., 2019, "Kajian Kuat Tarik Langsung Dan Kuat Lekat Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri Dengan Variasi Kadar Metakaolin", *Matriks Teknik Sipil*. Vol. 7 No. 4.