

**TINJAUAN HUBUNGAN FAKTOR AIR SEMEN (FAS), KUAT TEKAN, DAN PERMEABILITAS BETON PADA FAKTOR AIR SEMEN (FAS) SEBESAR 0,4; 0,425; 0,45; 0,475**

**Rahmat Rifai\*, Abdul Rochman, Muhammad Kholilur Rohman**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1, Surakarta, Jawa Tengah

\*Email: [d100180273@student.ums.ac.id](mailto:d100180273@student.ums.ac.id)

**Abstrak**

*Beton merupakan campuran bahan yang berasal dari semen, kerikil, pasir, dan air. Untuk mencapai hasil campuran beton agar sesuai dengan yang diinginkan harus memperhitungan dan meneliti secara tepat. Pada penelitian ini digunakan faktor air semen (fas) sebesar 0,4; 0,425; 0,45; 0,475 untuk mengetahui hubungan kuat tekan dengan fas, hubungan permeabilitas dengan fas, dan hubungan kuat tekan dan permeabilitas. Campuran beton pada penelitian ini dengan metode SNI 03-2834-2000 tanpa ada bahan tambahan, benda uji yang digunakan yaitu silinder beton 15 x 30cm sebanyak 8 sampel setiap fasnya. Dari pengujian yang telah dilakukan diketahui nilai Slump dan Berat jenis beton mengalami penurunan setiap kenaikan fas. Kuat tekan beton 28 hari didapat sebesar 25,352 MPa; 23,371 MPa; 21,617 MPa; dan 20,145 MPa sehingga semakin kecil nilai fas maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar dan pada pengujian Permeabilitas pada umur beton 28 hari didapat sebesar  $6,48 \times 10^{-9}$  m/det;  $9,43 \times 10^{-9}$  m/det;  $14,31 \times 10^{-9}$  m/det; dan  $17,19 \times 10^{-9}$  m/det sehingga semakin kecil nilai fas maka koefisien permeabilitasnya semakin kecil. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka diketahui hubungan fas dan kuat tekan yaitu berbanding terbalik, hubungan faktor air semen fas dan permeabilitas beton yaitu berbanding lurus, dan hubungan kuat tekan dan permeabilitas beton yaitu berbanding terbalik.*

**Kata Kunci :** faktor air semen, fas, kuat tekan, permeabilitas

**Abstract**

*Concrete is a mixture of materials derived from cement, gravel, sand and water. To achieve the desired concrete mixture results, you must calculate and research correctly. In this study, a cement water factor (fas) of 0.4 was used; 0.425; 0.45; 0.475 to determine the relationship between compressive strength and fas, the relationship between permeability and fas, and the relationship between compressive strength and permeability. The concrete mixture in this study used the SNI 03-2834-2000 method without any additional materials, the test objects used were 15 x 30cm concrete cylinders with 8 samples per phase. From the tests that have been carried out, it is known that the Slump value and concrete specific gravity decrease with each increase in phase. The compressive strength of concrete for 28 days was found to be 25,352 MPa; 23,371 MPa; 21,617 MPa; and 20.145 MPa so that the smaller the fas value, the greater the compressive strength produced and in the Permeability test at 28 days of concrete it was found to be  $6.48 \times 10^{-9}$  m/sec;  $9.43 \times 10^{-9}$  m/sec;  $14.31 \times 10^{-9}$  m/sec; and  $17.19 \times 10^{-9}$  m/sec so that the smaller the fas value, the smaller the permeability coefficient. From the results of the research that has been carried out, it is known that the relationship between fas and compressive strength is inversely proportional, the relationship between fas cement water factor and concrete permeability is directly proportional, and the relationship between compressive strength and concrete permeability is inversely proportional.*

**Keywords :** cement water factor, fas, compressive strength, permeability

**1. PENDAHULUAN**

Pembangunan di bidang struktur mengalami perkembangan yang semakin maju dan semakin inovatif seperti gedung, jalan, jembatan, dan sebagainya. Maka penggunaan beton sebagai bahan struktur konstruksi bangunan dapat dengan mudah kita temui dibanding dengan bahan lainnya seperti kayu atau baja. Beton lebih banyak diminati karena

memiliki kelebihan dari bahan lain yaitu beton mudah digunakan sesuai kebutuhan konstruksi, biaya perawatan yang relatif rendah, kuat terhadap temperatur yang ekstrim, untuk di Indonesia bahan bakunya mudah didapat dan harga yang relatif murah, dan kekuatan atau mutu beton dapat disesuaikan sesuai kebutuhan struktur. Secara umum, semakin tinggi kuat tekan beton maka semakin tinggi pula tingkat

permeabilitas atau semakin kedap. Kuat tekan dan permeabilitas dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah faktor air semen. Pada penelitian yang dilakukan menggunakan variasi FAS sebesar 0,4; 0,425; 0,45; 0,475 untuk mengetahui hubungan kuat tekan dengan FAS, hubungan permeabilitas dengan FAS, dan hubungan kuat tekan beton dengan permeabilitas beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

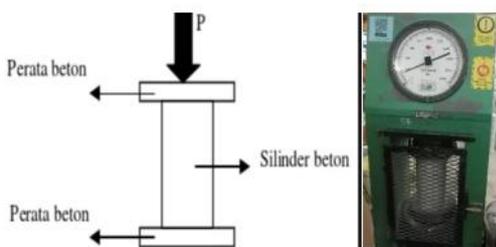
2.1. Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan besaran beban persatuan luas, jika diberi gaya tertentu dengan mesin tekan menyebabkan benda uji/beton menjadi hancur. Untuk mengetahui besar kuat tekan beton maka menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P_{max}}{1/4\pi D^2} \tag{1}$$

dengan :

- $P_{max}$  = beban maksimum (N)
- $D$  = diameter penampang (mm)
- $f_c$  = kuat tekan benda uji (N/mm<sup>2</sup>)



Gambar 1. Skema pengujian kuat tekan

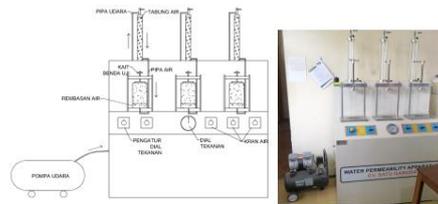
2.2. Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton adalah kemudahan air untuk melewati atau memasuki beton. Pengujian permeabilitas beton bertujuan untuk mengetahui dengan mengamati beton kedap air atau tidak kedap. Nilai permeabilitas pada penelitian yang dilakukan menggunakan persamaan Darcy sebagai berikut:

$$K = \frac{d^2 v}{2Th} \tag{2}$$

dengan :

- $K$  = koefisien permeabilitas (m/det)
- $d$  = rembassan air dalam beton (m)
- $T$  = durasi penetrasi (det)
- $h$  = tinggi air (m)
- $v$  = void ratio



Gambar 2. Skema pengujian permeabilitas beton

3. METODOLOGI

3.1. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini pembuatan benda uji menggunakan perencanaan campuran beton normal dengan metode SNI 03-2834-2000. Adapun bahan penelitian yang digunakan antara lain semen portland tipe I dengan merek Semen Gresik berat 50kg, kerikil dan pasir dari daerah merapi, dan air dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Peralatan penelitian yang digunakan antara lain yaitu: kerucut abram's, mesin pengaduk beton, cetakan silinder beton, Mesin Los Angeles, alat uji kuat tekan, dan alat uji permeabilitas beton.

3.2. Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahapan yaitu :

1. Persiapan material dan peralatan penelitian, menyiapkan material dan alat-alat yang akan dipakai pada penelitian.
2. Pengujian material, menguji material yang akan digunakan pada saat pembuatan benda uji, untuk mengetahui memenuhi spesifikasi atau tidaknya material yang digunakan. Pengujian yang dilakukan antara lain, pengujian agregat halus (uji kandungan bahan organik, berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, gradasi pasir, MHB), pengujian agregat kasar (berat jenis, penyerapan air, gradasi kerikil, MHB).
3. Pembuatan benda uji, setelah melakukan perhitungan campuran beton maka dilakukan pencampuran adukan beton menggunakan molen dan dilakukan juga pengujian slump, pembuatan benda uji, dan dilakukan perawatan dengan cara merendam benda uji di dalam air. Perencanaan campuran beton digunakan metode SNI 03-2834-2000. Pengujian slump dilakukan pada adukan beton hingga memenuhi syarat. Pembuat benda uji dengan cetakan berbentuk silinder. Terakhir perawatan benda uji dilakukan dengan cara direndam di dalam air selama 28 hari.

4. Pengujian benda uji, dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari. Pengujian meliputi uji kuat tekan silinder beton dan penetrasi air.
5. Analisa data, setelah memperoleh data pengujian dari pengujian benda uji, kemudian data dianalisis lalu dibahas sesuai tujuan dari penelitian yang dilakukan.
6. Kesimpulan, setelah pembahasan maka dapat diambil kesimpulan dari pembahasan yang sudah dianalisis sesuai dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pengujian Agregat Halus (Pasir)

Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1**  
**Pengujian agregat halus**

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Ket.	Standar
Kandungan Bahan Organik	No. 2	< No.3	Memenuhi	SNI 2816 - 2014
Berat jenis				
a. BJ bulk	2,44	-	-	-
b. BJ SSD	2,54	-	-	-
c. BJ Semu	2,71	-	-	-
Penyerapan air	4,17%	< 5%	Memenuhi	SNI 1970 - 2008
Kandungan Lumpur	9,92%	< 5%	Tidak Memenuhi	SNI ASTM C117 - 2012
Gradasi Pasir	Daerah II	-	-	-
- MHB	2,774	2,5 - 3,8	Memenuhi	SNI ASTM C136 - 2012

Pada pengujian, kandungan lumpur agregat halus didapatkan hasil tidak memenuhi syarat, sehingga dilakukan perawatan agregat halus dengan cara melakukan pencucian agregat halus. Pencucian dilakukan dengan memasukan agregat halus kedalam keranjang berlubang kemudian dialiri air untuk menghilangkan kandungan lumpur yang menempel.

##### 4.2. Pengujian Agregat Kasar

Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2**  
**Pengujian agregat kasar**

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Ket.	Standar
Keausan	33,20 %	< 50 %	Memenuhi	SNI 2417 - 2008
Berat jenis				
a. BJ bulk	2,46	-	-	-
b. BJ SSD	2,48	-	-	-
c. BJ Semu	2,51	-	-	-
Penyerapan air	0,77 %	< 3%	Memenuhi	SNI 1969- 2008
Gradasi Kerikil				
- MHB	7,188	5,5 - 8,5	Memenuhi	SNI ASTM C136 - 2012

Dari Tabel 2 pengujian agregat kasar dapat diketahui bahwa untuk pengujian keausan, penyerapan air, dan MHB memenuhi spesifikasi persyaratan.

##### 4.3. Pengujian Slump .

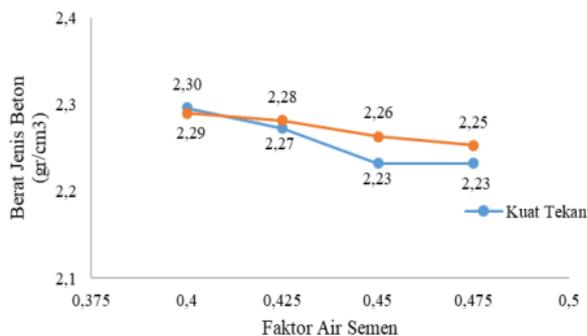
**Tabel 3**  
**Pengujian slump**

FAS	Slump (cm)			Slump rata-rata cm
	1	2	3	
0,4	10,2	10,4	10,1	10,23
0,425	11,3	10,9	10,8	11,00
0,45	12,4	11,8	12,1	12,10
0,475	14,2	12,7	13,1	13,33

Dari Tabel 3 didapat hasil pengujian slump pada faktor air semen (fas) semakin kecil, karena ketika nilai faktor air semen (fas) semakin tinggi maka kebutuhan air semakin banyak sehingga mempengaruhi kekentalan adukan beton dan mengakibatkan slump semakin tinggi. Maka dari pengujian dapat diketahui bahwa pengujian slump berbanding lurus dengan faktor air semen (fas), dan tidak melewati batas syarat.

##### 4.4. Pengujian Berat Jenis Beton

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 3.

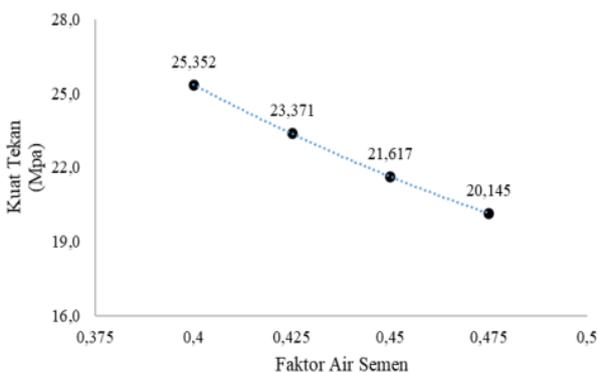


Gambar 3. Hasil pengujian berat jenis beton

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin besar nilai faktor air semen maka berat jenis akan semakin kecil. Karena nilai FAS semakin kecil maka beton menjadi lebih padat dan rongga yang terdapat pada beton juga semakin sedikit sehingga diketahui hubungan faktor air semen pada berat jenis beton yaitu berbanding terbalik.

4.5. Pengujian Kuat Tekan

Untuk hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan bisa dilihat pada Gambar 4.

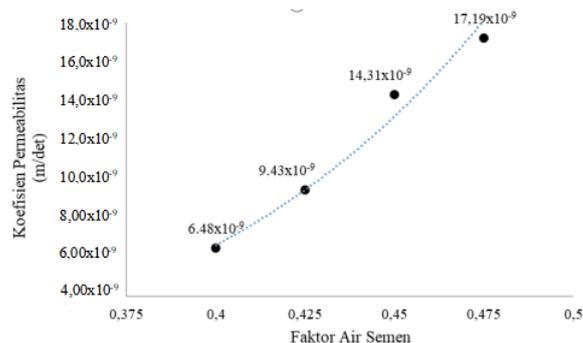


Gambar 4. Grafik hubungan faktor air semen dan kuat tekan

Berdasarkan Gambar 4. dapat diketahui semakin kecil nilai faktor air semen (FAS) maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena pada setiap kenaikan nilai FAS maka kebutuhan air yang dipakai pada adukan beton mengalami kelebihan air dan menyebabkan timbulnya pori-pori pada beton sehingga hal ini dapat menjadi faktor penurunan nilai kuat tekan beton. Dari garis *trendline* pada Gambar 4 maka diketahui hubungan faktor air semen dan kuat tekan yaitu berbanding terbalik.

4.6. Pengujian Permeabilitas

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 5.



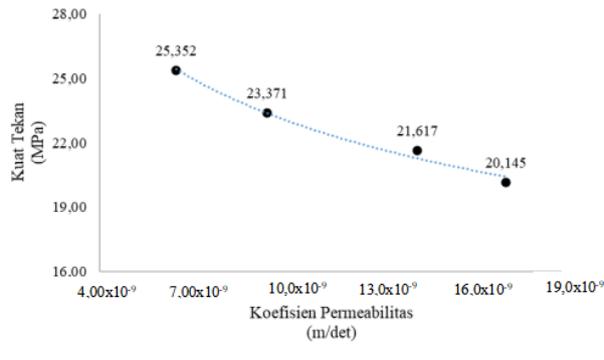
Gambar 5. Grafik hubungan faktor air semen dan permeabilitas beton.

Dari Gambar 5. dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai faktor air semen maka koefisien permeabilitasnya semakin kecil. Karena dengan bertambahnya nilai faktor air semen menyebabkan kelebihan air sehingga menimbulkan pori pada beton, sehingga dengan bertambahnya pori-pori pada beton saat pengujian penetrasi air menyebabkan air lebih mudah merembes masuk ke dalam beton dan beton semakin tidak kedap air. Pada Gambar 5 juga dapat diketahui dari garis *trendline* bahwa hubungan faktor air semen dan permeabilitas beton yaitu berbanding lurus.

Dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Yoga P (2016) didapatkan koefisien permeabilitas terkecil yaitu sebesar  $3,61 \times 10^{-7}$  dengan besar kuat tekan sebesar 24,22 MPa. Maka dari penelitian sebelumnya dapat dibandingkan koefisien permeabilitas yang didapat lebih kecil dengan besaran kuat tekan yang hampir sama.

4.7. Hubungan Kuat Tekan Beton Dan Permeabilitas

Dari pengujian kuat tekan dan penetrasi yang telah dilakukan maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Hubungan kuat tekan beton dan permeabilitas beton.**

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa semakin besar nilai kuat tekan beton maka koefisien permeabilitas beton semakin kecil (kedap air). Hal ini disebabkan karena pada kuat tekan lebih besar maka beton semakin padat dan pori-pori yang terdapat pada beton lebih sedikit sehingga pada pengujian, air akan sulit merembes masuk ke dalam beton (kedap air). Pada Gambar 6 dari garis *trandline* dapat diketahui hubungan kuat tekan dan permeabilitas beton yaitu berbanding terbalik.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- 1) Dari pengujian *slump*, didapat nilai *slump* pada faktor air semen (FAS) 0,4; 0,425; 0,45; dan 0,475 sebesar 10,23 cm; 11 cm; 12,10 cm; dan 13,33 cm setiap kenaikan faktor air semen maka nilai *slump* akan mengalami kenaikan sebesar 7,49 %; 10 %; dan 10,19 %. Dan dengan bertambahnya nilai faktor air semen maka nilai *slump* juga akan semakin tinggi.
- 2) Hasil pengujian berat jenis beton didapat pada faktor air semen (FAS) 0,4; 0,425; 0,45; dan 0,475 sebesar 2,29 gr/cm<sup>3</sup>; 2,28 gr/cm<sup>3</sup>; 2,244 gr/cm<sup>3</sup>; dan 2,24 gr/cm<sup>3</sup> setiap kenaikan faktor air semen maka berat jenis akan mengalami penurunan sebesar 0,77 %; 1,42 %; dan 0,17 %. diketahui bahwa semakin besar nilai fas maka berat jenis beton akan semakin kecil. Sehingga diketahui hubungan fas dengan berat jenis beton yaitu berbanding terbalik.
- 3) Dari pengujian kuat tekan, didapat hasil pada faktor air semen (FAS) 0,4; 0,425; 0,45; dan 0,475 sebesar 25,352 MPa; 23,371 MPa; 21,617 MPa; dan 20,145 MPa. Sehingga semakin kecil nilai faktor air semen(FAS) maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar, maka dapat disimpulkan hubungan

faktor air semen(FAS) dengan kuat tekan yaitu berbanding terbalik.

- 4) Dari pengujian permeabilitas beton, didapat koefisien permeabilitas beton pada variasi faktor air semen (FAS) 0,4; 0,425; 0,45; dan 0,475 sebesar 6,48x10<sup>-9</sup> m/det; 9,43x10<sup>-9</sup> m/det; 14,31x10<sup>-9</sup> m/det; dan 17,19x10<sup>-9</sup> m/det. Sehingga semakin kecil nilai faktor air semen maka koefisien permeabilitasnya semakin kecil, maka dapat disimpulkan hubungan faktor air semen (FAS) dengan permeabilitas beton yaitu berbanding lurus.
- 5) Dari hasil nilai kuat tekan dan koefisien permeabilitas pada variasi faktor air semen (FAS) dapat diketahui bahwa semakin besar nilai kuat tekan beton maka koefisien permeabilitas beton semakin kecil (kedap air), maka hubungan kuat tekan dengan permeabilitas beton yaitu berbanding terbalik.

### 5.2. Saran

- 1) Pengamatan harus secara teliti dalam setiap pengujian yang dilakukan, karena dapat mempengaruhi hasil yang didapatkan.
- 2) Memastikan permukaan benda uji tidak ada rongga dan harus rata dan dilakukan tusukan dengan tongkat besi secara merata agar tidak terdapat rongga pada beton, karena dapat mempengaruhi hasil kuat tekan dan permeabilitas.
- 3) Pada pembuatan campuran beton agregat halus dan agregat kasar harus dalam keadaan SSD, karena untuk mendapatkan hasil sesuai rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Donie, M. 2016. Studi Eksperimental Permeabilitas dan Kuat Tekan Beton K-450 Menggunakan Zat Adiktif Conplast WP421. Universitas Komputer Indonesia.
- Febry, A. 2017. Pengaruh Waktu Campur dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton 1 Hari Dengan Bahan Tambah Fly ash. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hazairin. 2018. Kajian Eksperimental Sifat Mekanik Beton *Porous* Dengan Variasi Faktor Air Semen. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Hindaryanto, E. 2010. Analisis Porositas dan Permeabilitas Beton Dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Untuk Perkerasan Kaku

- (*Rigid Pavement*). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Mahdiana, N. 2018. Pengaruh *Void Ratio* dan Permeabilitas Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Porous Dengan RCA. Malang: Universitas Brawijaya.
- Nawy, E.G. 1996. *Reinforcement Concrete a Fundamental Approach (Third Edition)*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Pandei, R. 2019. Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Berpori. Manado: Politeknik Negeri Manado.
- Rochman, A. 2021. Teknologi Beton. Surakarta: Muhammadiyah *University Press*.
- SNI 03-2834-2000. 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-6820-2002. 2002. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004. 2004. Semen *Portland*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1972/2008. 2008. Cara Uji Slump. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974/2011. 2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. Badan Standardisasi Nasional
- Sudarsana, K. 2009. Permeabilitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam. Denpasar: Universitas Udayana.
- Suhana, N. 2016. Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Normal Dengan *Fatigue*. Indramayu: Universitas Wiralodra.
- Yanuar, A. 2011. Porositas dan Permeabilitas Beton Menggunakan Pasir *Tailing* Tambang Timah dan Pasir Besi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Yoga, P. 2016. Analisis Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Dengan Agregat Halus Pasir Merah Purwodadi dan Pasir Kaliworo Klaten. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Zulkarnaine, F. 2020. Teknologi Beton. Medan: UMSU.