

KORELASI POROSITAS BETON TERHADAP KUAT TEKAN RATA-RATA

Mufti Amir Sultan¹⁾, Imran²⁾, Faisal Litolily³⁾

¹⁾ Prodi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Jl. Jusuf Abdulrahman, Ternate, 97717, muftiasltn@unhair.ac.id

²⁾ Prodi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Jl. Jusuf Abdulrahman, Ternate, 97717, namakuimo@outlook.com

³⁾ Alumni Teknik Sipil, Universitas Khairun, Jl. Jusuf Abdulrahman, Ternate, 97717

ABSTRAK

Agregat yang tersedia di alam umumnya mempunyai pori yang berbeda setiap satu lokasi, hal ini dapat dilihat dengan perbedaan nilai resapan air oleh agregat. Salah satu masalah yang dihadapi adalah bagaimana pengaruh porositas terhadap nilai kuat tekan beton, dengan perbedaan nilai faktor air semen (FAS).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan dan pengaruh porositas beton dengan kuat tekan beton rata-rata. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan dan porositas beton. Penelitian ini menggunakan agregat kasar dari 3 lokasi yaitu Tubo, Bula, dan Togafo. Pembuatan benda uji dengan nilai FAS berbeda.

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa semakin besar porositas maka kuat tekan beton semakin kecil. Dari hasil analisa regresi diperoleh nilai koefisien korelasi yaitu negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan tidak searah. Hubungan antara porositas agregat terhadap kuat tekan beton sangat kuat, hal ini dilihat dari hasil analisis data yang menunjukkan nilai korelasi atau hubungan antara dua variabel sangat erat.

ABSTRACT

Aggregates available in nature generally have pores that are different from one location, this can be seen by the difference in the value of water infiltration by aggregates. One of the problems faced is how the effect of porosity on the compressive strength of concrete, with the difference in the value of the cement water factor (FAS).

The purpose of this study was to determine the relationship and influence of concrete porosity with average concrete compressive strength. In this study, the compressive strength and porosity of the concrete were tested. This study uses coarse aggregates from 3 locations, namely Tubo, Bula, and Togafo. Making test specimens with different FAS values.

From the results of the study concluded that the greater the porosity, the smaller the compressive strength of the concrete. From the results of the regression analysis, the correlation coefficient value is negative, so the two variables have unidirectional relationships. The relationship between aggregate porosity with concrete compressive strength is very strong, this is seen from the results of data analysis that shows the correlation value or the relationship between two variables is very close.

Keywords: kuat tekan, porositas, FAS .

1. PENDAHULUAN

Teknologi beton tidak lepas dari upaya mengoptimalkan potensi lokal untuk kepentingan kemajuan teknologi beton, potensi lokal yang sangat penting adalah material lokal yang berasal dari dalam negeri yang layak untuk ditingkatkan nilai ekonominya.

Provinsi Maluku Utara merupakan salah satu wilayah yang memiliki sumber daya alam yang cukup besar, wilayah yang sebagian besar terkena jalur pegunungan berapi dan aliran sungai serta jenis-jenis material alam. Perbedaan jenis batuan dan lokasi mempunyai sifat-sifat agregat yang berbeda-beda, agregat yang tersedia di alam umumnya mempunyai pori atau rongga

udara yang berbeda dari satu lokasi dengan lokasi lainnya, hal ini dapat dilihat dengan perbedaan nilai resapan air oleh agregat. Agregat kasar yang berongga atau banyak memiliki pori akan mengakibatkan nilai porositas beton menjadi besar, karena rongga atau pori dari agregat kasar tersebut akan menyerap air yang berada disekelilingnya. Salah satu masalah yang dihadapi adalah bagaimana pengaruh porositas beton terhadap nilai kuat tekan beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan dan pengaruh porositas beton dengan kuat tekan beton rata-rata.

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total beton (volume benda uji). Jarak pori pada beton umumnya terjadi akibat kesalahan dalam pelaksanaan dan pengecoran seperti faktor air semen yang berpengaruh pada lekatan antara pasta semen dengan agregat, besar kecilnya nilai slump, pemilihan tipe susunan gradasi agregat gabungan, maupun terhadap lamanya pemadatan. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada beton maka semakin besar kuat tekan atau mutu beton, sebaliknya semakin besar porositas beton, maka kekuatan beton akan semakin kecil. Hubungan atau korelasi antara porositas terhadap kuat tekan beton yaitu semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Peningkatan persentase porositas memiliki keterkaitan terhadap penurunan kuat tekan maupun kuat tarik beton.

Semakin besar pori-pori beton (*void ratio*), maka nilai permeabilitas akan semakin tinggi dan kuat tekan beton porous akan semakin rendah (Mahdiana, Arifi and Nurlina, 2018). Porositas tertutup tergantung pada konsentrasi agregat kasar dalam beton, porositas beton meningkat dengan konsentrasi agregat kasar yang lebih rendah. (Nagrockiene, Skripkiunas and Girskas, 2011). Penggunaan variasi FAS pada campuran beton normal mempengaruhi nilai porositas beton normal (Sultan dan Gaus, 2011). Porositas beton porous mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen, Namun berat volume beton porous mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya rasio agregat/semen (Ginting, 2015). Semakin besar nilai porositas agregat maka berat jenis dari agregat itu semakin kecil sehingga berat jenis maksimum campuran menjadi semakin kecil (Toruan dkk, 2013)

Dengan menggunakan persamaan model matematika memperlihatkan bahwa ada hubungan antara kuat tekan dengan porositas beton (Ślusarek,

2010). Karakteristik struktur pori pada beton selain porositas juga berpengaruh terhadap kekuatan tekan beton (Bu dan Tian, 2016)

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Agregat kasar yang digunakan berasal dari 3 quarry yaitu : quarry Tubo, quarry Bula dan quarry Togafo. Agregat halus dari quarry Togafo dan bahan pengikat menggunakan semen Portland tipe I, quarry agregat kasar seperti ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Quarry material agregat kasar

2.2. Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm sebanyak 90 buah dan sampel berbentuk silinder 150 x 300 mm sebanyak 45 buah. Untuk tiap variasi yaitu 3 buah sampel untuk silinder dan 6 buah sampel untuk kubus. Uji porositas pada umur 28 hari dengan variasi FAS 0,40, 0,45, 0,50, 0,55, dan 0,60. Komposisi benda uji untuk variasi FAS dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi benda uji

| FAS | Quarry | | |
|------|---------|---------|---------|
| | Tubo | Bula | Togafo |
| 0,40 | Tu-0,40 | Bl-0,40 | Tg-0,40 |
| 0,45 | Tu-0,45 | Bl-0,45 | Tg-0,45 |
| 0,50 | Tu-0,50 | Bl-0,50 | Tg-0,50 |
| 0,55 | Tu-0,55 | Bl-0,55 | Tg-0,55 |
| 0,60 | Tu-0,50 | Bl-0,50 | Tg-0,50 |

2.3. Tahapan Pengujian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dengan tahap pelaksanaan yaitu :

- a. Pemeriksaan bahan campuran beton
- b. Pembuatan rencana campuran (mix design)
- c. Pembuatan benda uji
- d. Pemeliharaan terhadap benda uji (curing)
- e. Pelaksanaan pengujian
- f. Analisis hasil penelitian.

2.4. Pengujian Agregat

Pemeriksaan agregat kasar dan halus mengacu ke SNI, adapun pengujian agregat adalah :

2.4.1. Pengujian agregat kasar

Pengujian agregat kasar meliputi :

- 1. Pengujian analisa saringan (gradasi)
- 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan
- 3. Pengujian kadar air
- 4. Pengujian kadar lumpur
- 5. Pengujian Keausan

2.4.2. Pengujian agregat halus

Pengujian agregat kasar meliputi :

- 1. Pengujian analisa saringan (gradasi)
- 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan
- 3. Pengujian kadar air
- 4. Pengujian kadar lumpur

2.5. Rancangan Campuran

Rancangan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode SNI (Standar Nasional Indonesia) dengan mutu beton rencana 25 MPa.

2.6. Pengujian Kuat Tekan

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban tekan maksimum (kN)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)

2.7. Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan pada sampel berbentuk kubus dengan ukuran 50 x 50 x 50 mm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya presentase pori-pori beton terhadap volume beton padat. Pengujian dan perhitungan nilai porositas dilakukan berdasarkan ASTM C 642 - 06.

$$Porositas = \frac{B-C}{B-A} \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana:

- A = Berat sampel dalam air (gram)
- B = Berat sampel kondisi SSD (gram)
- C = Berat sampel kering oven (gram)

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Properties Agregat

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

| Jenis Pengujian | Hasil Pemeriksaan | Spesifikasi |
|------------------------------|-------------------|-------------|
| Kadar lumpur | 3,00% | 0,5% - 2% |
| Kadar air | 3,25% | 3% - 5% |
| Penyerapan | 2,57% | 0,2% - 2% |
| Berat jenis kering oven | 2,67 | 1,6 - 3,2 |
| Berat jenis kering permukaan | 2,74 | 1,6 - 3,2 |
| Berat jenis kering semu | 2,87 | 1,6 - 3,2 |
| Modulus Kehalusan | 2,36% | 1,5% - 3,8% |

Berdasarkan tabel 2, agregat halus yang digunakan memenuhi spesifikasi sesuai SNI.

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar

| Jenis Pengujian | Hasil Pemeriksaan | | | Spesifikasi |
|------------------------------|-------------------|-------|--------|-------------|
| | Tubo | Bula | Togafo | |
| Kadar lumpur | 0,25% | 0,75% | 0,75% | 0,2% - 1% |
| Kadar air | 1,00% | 1,25% | 0,50% | 0,5% - 2% |
| Penyerapan | 2,67% | 3,00% | 1,17% | 0,2% - 4% |
| Berat jenis kering oven | 2,21 | 2,27 | 2,58 | 1,6 – 3,2 |
| Berat jenis kering permukaan | 2,27 | 2,34 | 2,61 | 1,6 – 3,2 |
| Berat jenis kering semu | 2,35 | 2,44 | 2,66 | 1,6 – 3,2 |
| Modulus Kehalusan | 7,16% | 7,05% | 7,09% | 5% - 8% |
| Keausan | 62,5% | 53,1% | 38% | > 40% |

Berdasarkan tabel 3, agregat kasar yang digunakan umumnya memenuhi spesifikasi sesuai SNI, kecuali untuk keausan pada agregat quarry Tubo dan Bula lebih besar dari 40%.

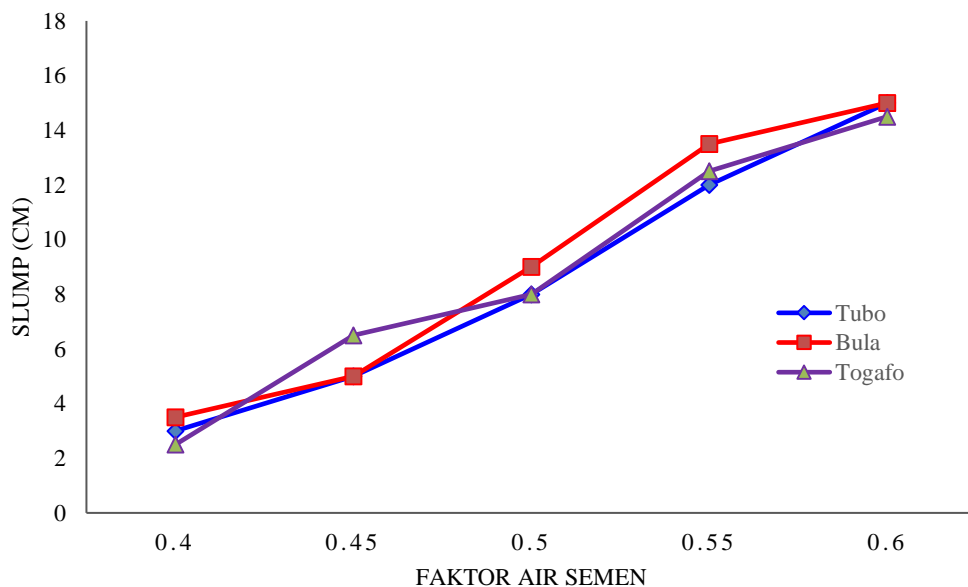
3.2. Rancangan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dengan kuat tekan 18,68 MPa dengan dengan metode SNI. Kebutuhan material bahan per 1 m³ sebagai berikut

Tabel 4. Kebutuhan campuran beton per 1 m³

| Material | Berat Beton Kg/m ³ | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|
| | Tubo | Bula | Togafo |
| Semen | 410,00 | 410,00 | 410,00 |
| Pasir | 616,00 | 575,75 | 568,75 |
| Batu Pecah | 1144,00 | 1069,25 | 1056,25 |
| Air | 205,00 | 205,00 | 205,00 |

3.3. Slump

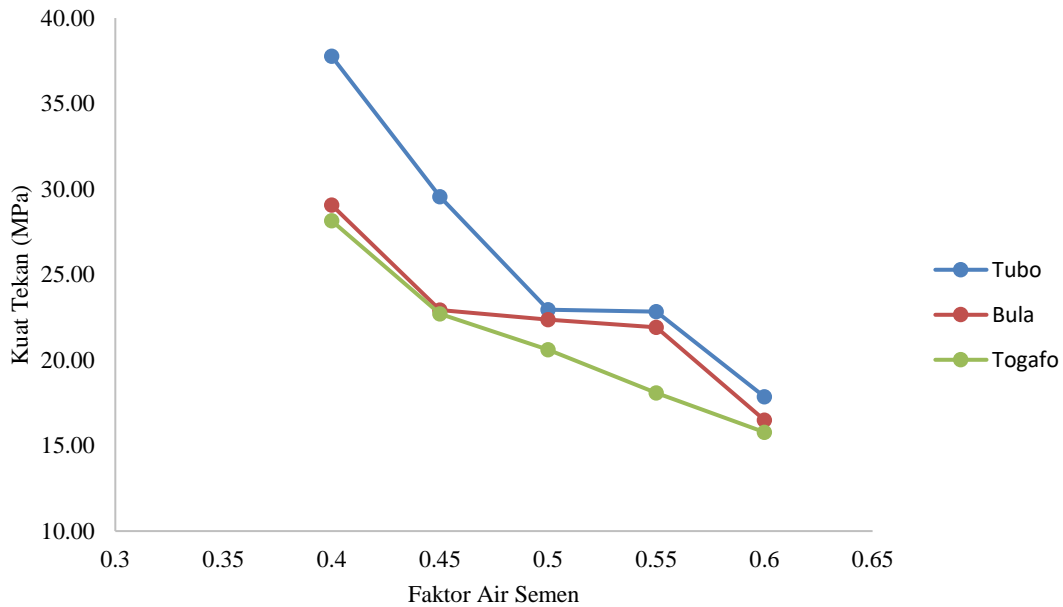


Gambar 1. Grafik Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Nilai Slump

Dari gambar 1 terlihat karakteristik dari 3 material yang berbeda dengan variasi nilai Faktor Air Semen (FAS) terhadap slump yang dihasilkan. Data dari 3 sumber agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton

mempunyai kecenderungan yang sama yaitu makin tinggi FAS maka makin tinggi pula nilai slump yang diperoleh sebaliknya semakin kecil nilai FAS maka semakin kecil pula nilai slump.

3.4. Kuat Tekan



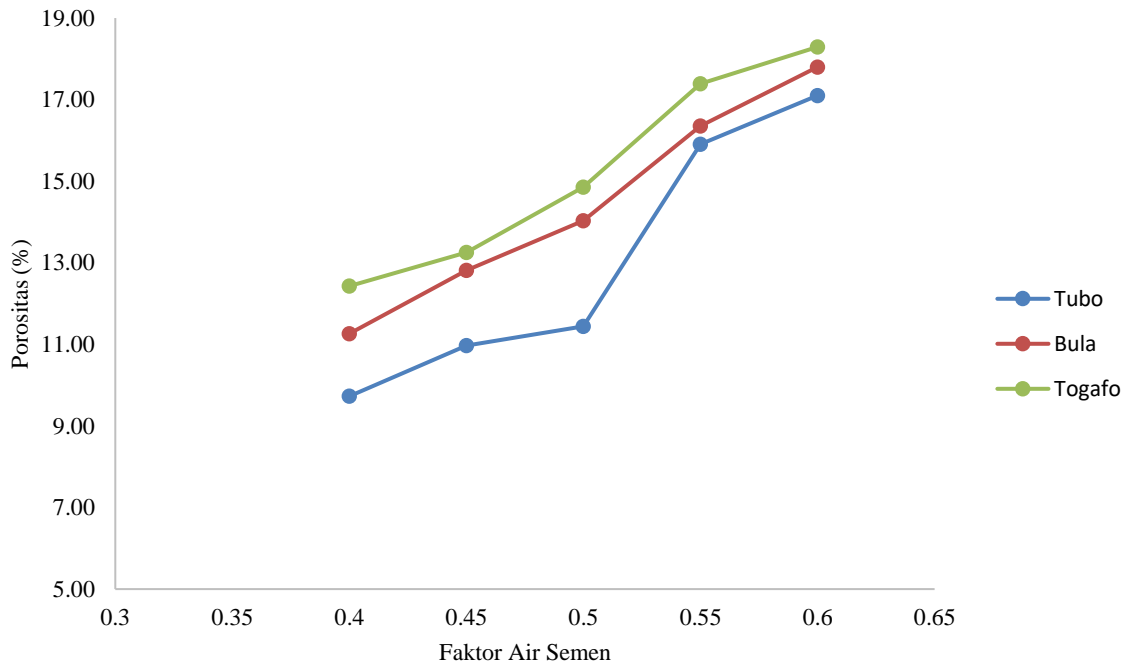
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Faktor Air Semen (FAS) Terhadap Kuat Beton Rata-rata

Kuat tekan dari sumber agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton mempunyai kecenderungan yang sama yaitu makin kecil FAS maka makin tinggi pula nilai kuat tekan yang diperoleh, sebaliknya semakin besar nilai FAS maka semakin rendah pula nilai kuat tekan beton, faktor air semen (FAS) juga sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan yang paling baik yaitu agregat kasar Tubo, kedua agregat kasar

Bula, dan ketiga agregat kasar Togafo. Ketangguhan dan ketahanan abrasi agregat Tubo sangat baik. Agregat Bula dan Togafo mempunyai bentuk permukaan yang kasar, hasil pengujian ketangguhan dan ketahanan abrasi tidak memenuhi syarat atau bagian rongga (*void*) sangat banyak sehingga kekuatan agregat tersebut kecil dan dapat mempengaruhi kuat tekan.

3.5. Porositas

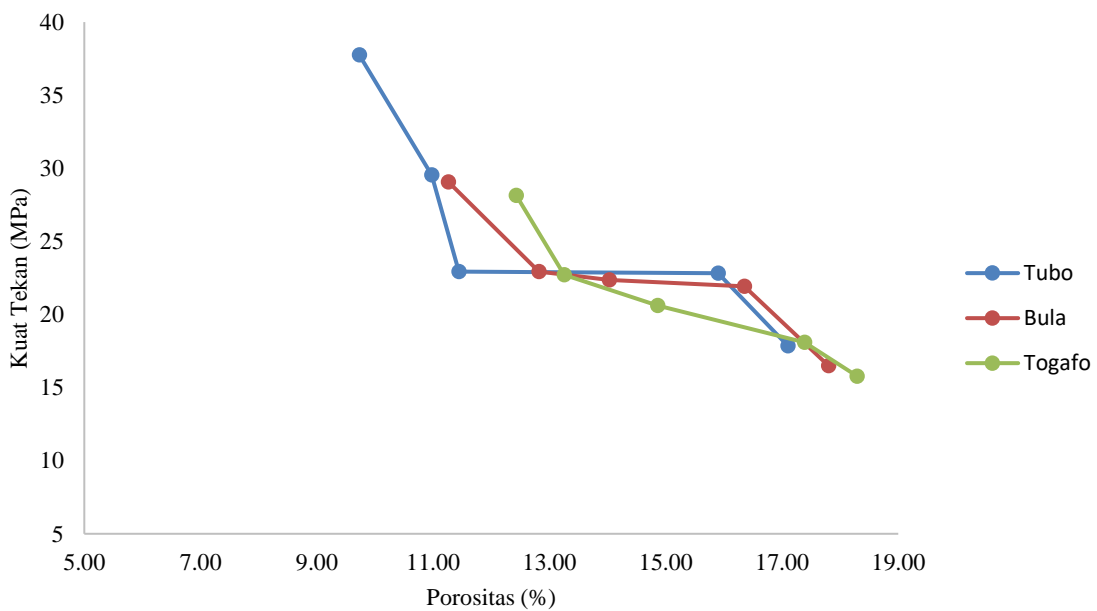
Hubungan antara FAS dan porositas dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara FAS dan Porositas

Dari gambar 3 hasil porositas dari 3 sumber agregat kasar mempunyai kecenderungan yang sama yaitu makin kecil FAS maka makin kecil pula nilai porositas yang diperoleh, sebaliknya semakin besar nilai FAS maka semakin besar pula nilai porositas yang

dihasilkan. Hasil yang didapat faktor air semen (FAS) dengan porositas mempunyai hubungan yang searah. Presentase porositas beton akan semakin besar seiring dengan naiknya rasio air/semen (w/c ratio).



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Porositas dan Kuat Beton Rata-rata

Dari gambar 4 hubungan porositas dan kuat tekan beton rata-rata dari 3 sumber agregat kasar mempunyai kecenderungan yang sama yaitu makin besar prosentase porositas nilai kuat tekan beton rata-rata cenderung menurun.

Dengan menggunakan analisa regresi diperoleh hubungan porositas dan kuat tekan beton rata-rata untuk quarry Tubo, Bula dan Togafo masing-masing $y = -1,9667x + 51,813$, $y = -1,5337x + 44,781$ dan $y = -1,7563 + 47,838$. R^2 dari ketiga persamaan tersebut lebih besar dari 0,69, ini memperlihatkan bahwa porositas cenderung mempengaruhi kuat tekan beton rata-rata.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan semakin besar nilai porositas maka kuat tekan beton rata-rata mengalami penurunan. Korelasi antara porositas dengan kuat tekan beton rata-rata sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C642-97 (1997). *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*. Annual Book of ASTM Standards.
- Bu, J. & Tian, Z. (2016). Relationship Between Pore Structure and Compressive Strength of Concrete: Experiments and Statistical Modeling. *Sadhana*, 41(3) p. 337-344.
- Ginting, A. (2015). Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(55). p. 76-168
- Mahdiana, N. Arifi, E. & Nurlina, S. (2018). Pengaruh Void Ratio dan Permeabilitas Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Porous dengan Variasi RCA. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(1), p.353-363.
- Nagrockiene, D., Skripiunas, G. & Girskas, G. (2011). Predicting Frost Resistance of Concrete With Different Coarse Aggregate Concentration by Porosity Parameters. *Medziagotyra*, 17(2), p.203-207.
- SNI 03-2834 (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional.
- Ślusarek, J. (2010). The Correlation of Structure Porosity and Compressive Strength of Hardening Cement Materials Structure of Hardening Cement Materials. *Architecture Civil Engineering Environment*. 3(1). p.85-92.

Sultan, M.A. & Gaus, A. (2011). Studi Karakteristik dan Kuat Tekan Beton Mutu Normal (Studi Kasus Agregat Sungai Tewil Halmahera Timur). *SIPILsains*. 1(2). p.49-56.

Toruan, A. L., Kaseke, O.H., Kereh, L.F. & Sendow, T.K. (2013). Pengaruh Pporositas Agregat Terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran. *Jurnal Sipil Statik*. 1(3). p.190-195.