

# Analisis Faktor Dominan Penyebab Keretakan pada Pondasi Masjid: Studi Kasus Proyek Waduk Lebak Bulus Jakarta Selatan

Dhimas Adji Briantama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Received: 4 September 2023

Revised: 15 June 2024

Accepted: 23 November 2024

Published: 31 December 2024

Corresponding Author:

Author Name: Dhimas Adji  
Briantama

Email: [adjibriantama11@gmail.com](mailto:adjibriantama11@gmail.com)

© 2024 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY SA License)



DOI: 10.56855/jeep.v2i2.693

**Abstrak:** Keretakan pada pondasi merupakan salah satu indikasi awal dari potensi kegagalan struktur bangunan yang dapat mengganggu kestabilan dan keamanan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab keretakan pada pondasi Masjid yang dibangun di kawasan Proyek Waduk Lebak Bulus, Jakarta Selatan. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan kualitatif, yang mencakup observasi lapangan, wawancara dengan pihak pelaksana proyek, telaah dokumen teknis, serta evaluasi data hasil penyelidikan tanah melalui metode sondir, *hand boring*, dan pengujian laboratorium. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab keretakan berasal dari kesalahan dalam proses pengecoran beton, khususnya penambahan air berlebih dalam campuran beton yang menyebabkan nilai faktor air semen (FAS) melebihi standar. Hal ini berdampak pada penurunan kekuatan dan kecacakan beton yang berujung pada keretakan struktural awal. Temuan ini menekankan pentingnya pengawasan mutu pelaksanaan konstruksi, khususnya pada tahap pekerjaan beton, agar sesuai dengan prosedur teknis yang berlaku. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam perencanaan dan pengawasan pondasi bangunan di wilayah bertanah lunak.

**Kata Kunci:** keretakan pondasi, mutu beton, proyek masjid, pengecoran beton, faktor air semen (FAS), tanah lunak

## Pendahuluan

Beton merupakan salah satu material utama dalam konstruksi bangunan yang tersusun dari campuran agregat kasar, agregat halus, air, dan semen sebagai bahan perekat. Beton memiliki kekuatan tekan yang bervariasi, tergantung pada kesempurnaan proses pelaksanaannya, seperti kualitas bahan, metode pengadukan, teknik pemadatan, serta stabilitas tenaga kerja. Oleh karena itu, mutu beton perlu dikendalikan agar hasil akhirnya memenuhi standar kekuatan yang telah ditentukan. Mutu beton sendiri umumnya diklasifikasikan dalam dua penyebutan, yaitu mutu K ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) dan  $f'c$  (MPa), dan sangat dipengaruhi oleh sifat agregat, kualitas semen dan air, teknik pengecoran, serta metode perawatan setelah pengecoran (SNI 2847-2013).

Desain campuran beton bertujuan untuk menentukan proporsi material secara tepat agar kuat tekan beton memenuhi persyaratan struktural. Dalam hal ini, SNI 2847:2013 menjadi acuan standar nasional untuk perhitungan desain campuran beton. Mutu beton yang tercapai tidak hanya mencerminkan kekuatan struktur, tetapi juga menjamin keandalan dan umur layan bangunan. Beton sendiri merupakan material komposit yang kualitasnya sangat tergantung pada karakteristik penyusunnya (Satyarno et al., 2007). Menurut Patanduk (2018), beton adalah campuran agregat yang terbungkus oleh matriks semen, di mana ikatan kimia antara air dan semen menghasilkan pengerasan.

Semen portland sebagai bahan utama beton adalah semen hidrolis yang diperoleh dari penggilingan

## How to Cite:

Briantama, D.A., (2024). Analisis faktor dominan penyebab keretakan pada pondasi masjid: studi kasus proyek waduk lebak bulus jakarta selatan. *Journal of Engineering Education and Pedagogy*, 2(2), 67-72. <https://10.56855/jeep.v2i2.693>

terak dengan penambahan bahan kristalin seperti kalsium sulfat (SNI-15-2049-2004). Kualitas semen sangat menentukan kekuatan pasta pengikat dalam beton. Agregat, yang terdiri atas pasir, kerikil, batu pecah, atau slag, menempati 70–75% volume beton, sehingga kualitas dan ukuran butiran agregat sangat berpengaruh terhadap workability, kekuatan, serta keawetan beton (Nugraha & Antoni, 2007; Mulyono, 2004). Agregat dibedakan menjadi agregat alam seperti pasir dan kerikil, serta agregat buatan seperti pecahan genteng atau hasil *stone crusher*.

Peran air dalam beton tidak hanya untuk hidrasi semen tetapi juga mempengaruhi kelecakan adonan beton. Air yang digunakan harus bebas dari kontaminan seperti minyak, garam, dan bahan organik yang dapat mengganggu proses pengerasan maupun kekuatan beton (Frick, 1980). Kualitas air yang buruk, seperti air bermineral tinggi dari muara sungai, dapat menurunkan mutu beton. Selain itu, variasi volume air yang tidak terkontrol selama pengecoran juga dapat menyebabkan perbedaan signifikan pada mutu beton.

Untuk mengevaluasi kelecakan beton segar, digunakan uji slump yang mengindikasikan kadar air campuran (Suwanda et al., 2017). Kelecakan yang terlalu tinggi umumnya merupakan indikator penambahan air berlebih yang akan menurunkan kekuatan tekan beton. Kuat tekan beton ditentukan terutama oleh rasio air terhadap semen (*water-cement ratio*) dan komposisi agregatnya. Kuat tekan beton yang umum digunakan di Indonesia berkisar antara 200 kg/cm<sup>2</sup> hingga 500 kg/cm<sup>2</sup>.

Dalam dunia konstruksi, retak pada beton sering terjadi dan dapat diklasifikasikan sebagai retak struktural dan non-struktural. Retak struktural disebabkan oleh kesalahan desain atau pembebanan berlebih yang berpotensi membahayakan kestabilan struktur. Faktor-faktor yang menyebabkan retak antara lain adalah kesalahan pada pengecoran, tinggi jatuh beton, pelepasan bekisting, kesalahan pemasangan tulangan, proses pemadatan (*vibrator*), curing yang tidak memadai, serta beban tambahan dan kegagalan desain.

Salah satu contoh kasus nyata yang menjadi fokus penelitian ini adalah keretakan pada pondasi masjid dua lantai yang dibangun pada proyek Waduk Lebak Bulus, Jakarta Selatan. Keretakan yang teridentifikasi berada pada kisaran lebar 0,5–1 mm, yang menurut klasifikasi tergolong sebagai kerusakan sedang. Untuk menilai mutu aktual dari pondasi beton tersebut, dilakukan pengujian *core drill* terhadap lima sampel, dan hasilnya menunjukkan kuat tekan aktual lebih rendah dari kuat tekan rencana.

Pondasi merupakan bagian vital dari sistem struktur karena berfungsi menyalurkan beban bangunan ke tanah (Pamungkas & Harianti, 2013).

Menurut Sardjono (1988), pondasi berperan sebagai elemen tumpu utama, sehingga kualitas pelaksanaan pondasi harus dijamin sesuai standar untuk mencegah kerusakan dini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor utama penyebab keretakan pondasi pada proyek pembangunan masjid, dengan pendekatan evaluatif terhadap mutu beton, kondisi tanah, serta metode pelaksanaan pengecoran. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan panduan yang terinformasi bagi profesional konstruksi dalam pengambilan keputusan perencanaan dan pengawasan lapangan, khususnya dalam pembangunan pondasi pada wilayah dengan kondisi tanah lunak.

## Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus, bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor dominan penyebab keretakan pada struktur pondasi masjid di proyek Waduk Lebak Bulus, Jakarta Selatan. Teknik pengumpulan data meliputi:

1. Observasi lapangan langsung untuk mengamati kondisi eksisting pondasi dan struktur bangunan.
2. Studi dokumen teknis mencakup gambar struktur, laporan hasil penyelidikan tanah, spesifikasi teknis, dan dokumen perencanaan.
3. Wawancara semi-terstruktur dengan pihak pelaksana proyek dan tenaga ahli teknis untuk memperoleh informasi mendalam terkait proses pelaksanaan konstruksi dan potensi deviasi dari prosedur standar.
4. Pengujian tanah melalui metode *hand boring* dan *sondir* (CPT) serta pengujian laboratorium untuk memperoleh parameter teknis tanah sebagai dasar evaluasi daya dukung pondasi.

Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab keretakan menggunakan pendekatan frekuensi dan bobot signifikansi yang diperoleh dari wawancara ahli dan data teknis lapangan.

## Hasil dan Pembahasan

Pada masjid di proyek waduk lebak bulus ini dibangun dengan 2 lantai. Pondasi masjid ini menggunakan pondasi *strauss pile*, terdapat 29 titik pondasi pada bangunan masjid ini, denah pondasinya sebagai berikut. Mutu Beton pada struktur atas dan bawah adalah  $f_c' = 22.5$  Mpa, Tulangan yang digunakan adalah tulangan ulir BJTS 420A ( $f_y = 420$  Mpa). Hasil desain struktur sebagai berikut :

1. Penulangan pelat lantai tebal 120 mm dengan tulangan pada ke-2 arah adalah 150.
2. Penulangan balok dan tiebeam.
3. Penulangan kolom.
4. Pondasi pada bangunan ini menggunakan strauss pile 1 tiang dan 2 tiang. Pondasi pada bangunan ini menggunakan *strauss pile* 1 tiang dan 2 tiang.

Petaturan yang digunakan dalam proses perencanaan ini adalah :

1. SNI 1727:2020, Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain
2. SNI 1726:2019, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
3. SNI 2847:2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
4. SNI 1729-2020, Tata cara spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.

Gedung merupakan bangunan bertingkat 2 lantai dan sistem struktur adalah sistem beton bertulang dengan Struktur Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK) beton. Permodelan struktur.

- a. Struktur dimodelkan dalam 3 dimensi dengan menggunakan elemen kolom dan balok.
- b. Kolom dianggap terjepit penuh pada bagian bawah, dengan memberikn balok sloof yang menghubungkan kolom-kolom bagian bawah.
- c. Beton gravitasi (beban mati dan beban hidup) disalurkan dari balok ke kolom.
- d. Struktur dan komponen struktur direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor sesuai dengan peraturan.

Data struktur dari masjid ini sebagai berikut.

- A. Fungsi bangunan : Masjid
- B. Jenis struktur : Beton bertulang + struktur baja
- C. Jumlah lantai : 2 lantai
- D. Jenis tanah : Tanah lunak
- E. Mutu beton ( $f_c'$ ) : 22,5 Mpa
- F. Mutu baja ( $f_y$ ) : 420 Mpa
- G. Dimensi struktur
  - Kolom
    - K1 : 400 x 400 mm
    - K2 :  $\emptyset$  500 mm
    - K3 : 500 x 500 mm
    - K4 : 300 x 400 mm
    - KP : 150 x 300 mm
    - K400 :  $\emptyset$ 500 mm
  - Balok
    - B1 : 300 x 500 mm
    - B2 : 200 x 300 mm

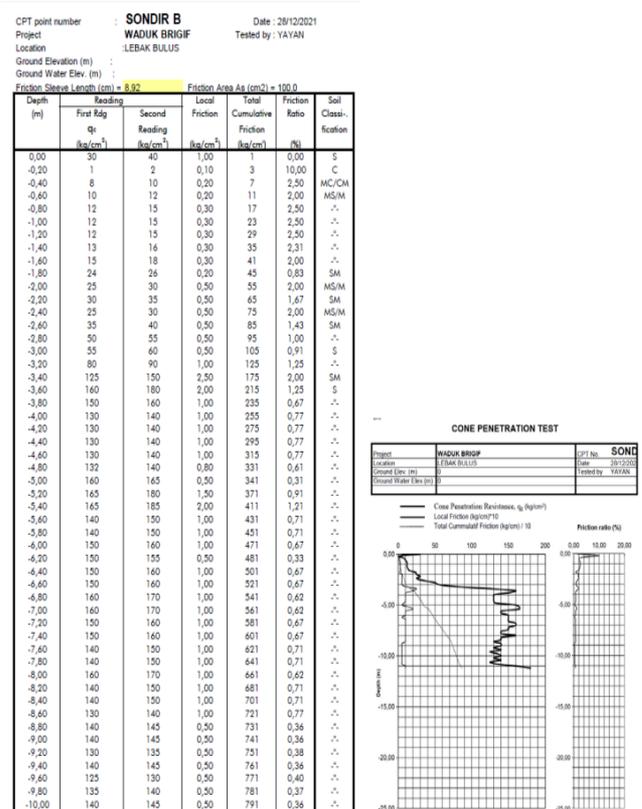
- B3 : 150 x 500 mm
- B4 : 150 x 300 mm
- B5 : 100 x 200 mm (IWF)
- Tiebeam : 300 x 400 mm
- Pelat
  - Dak 100 mm
  - Dak 120 mm

Data pembebanan dari masjid ini sebagai berikut.

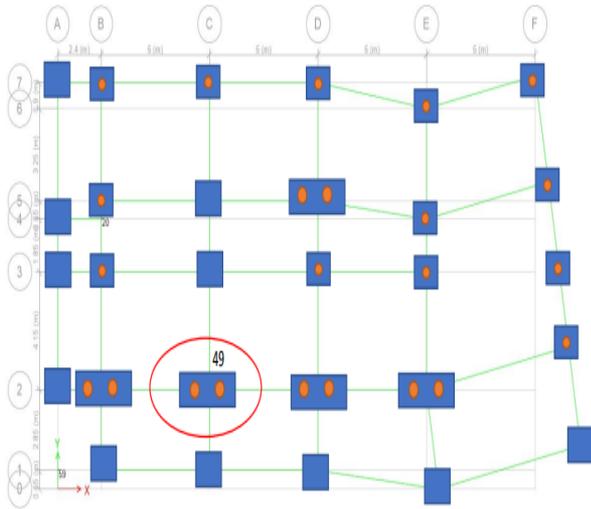
2. Beban Mati
  - A. Beban keramik dan spesi : 1 KN/m<sup>2</sup>
  - B. Beban plafon : 0.4 KN/m<sup>2</sup>
3. Beban Hidup
  - A. Beban bangunan masjid : 5 KN/m<sup>2</sup>
  - B. Beban hidup pada dak : 1 KN/m<sup>2</sup>

Setelah diadakannya penyelidikan tanah didapatkan hasil uji sondir sebagai berikut.

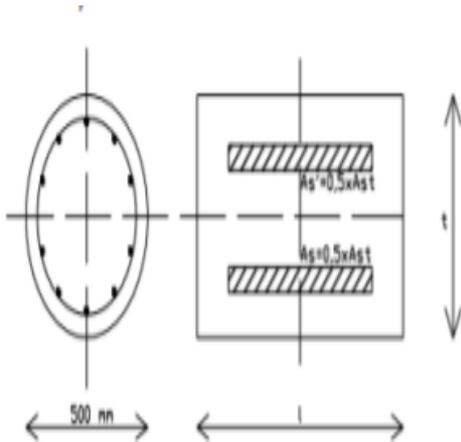
Tabel 2 Hasil Uji Sondir



Dari uji sondir diperoleh nilai yang menunjukkan bahwa tanah di area proyek mendukung berdirinya bangunan masjid.



Gambar 1 Denah Pondasi



Gambar 2 Detail Pondasi

#### Desain Pondasi dengan daya dukung Tiang Bor

1. Kapasitas Dukung Tiang Bor dari Uji CPT
2. Kapasitas Dukung Tiang Bor dari uji SPT (*Standart Penetration Test*)
3. Daya Dukung berdasarkan data parameter tanah
4. Perhitungan daya dukung tiang bor berdasarkan kekuatan material
5. Efisiensi Tiang Bor kelompok

Data tanah yang diperoleh pada proyek ini diantaranya hand boring, hasil tes laboratorium, permeability test, dan compaction test. Dari penyelidikan tanah tersebut menunjukkan bahwa daya dukung tanah di area masjid baik dan mendukung untuk berdirinya bangunan masjid yang direncanakan.

Pekerjaan penyelidikan tanah pada lokasi tersebut terdiri dari :

- a. Pengujian lapangan :
  - 5 (lima) buah lubang hand bor, yang masing-masing dilakukan hingga kedalaman 2.50 meter.
  - Pengambilan tanah test pit, 5 (lima) buah, yang masing-masing diambil pada kedalaman  $\pm 1.00$  meter.
  - Contoh tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil dari dalam lubang-lubang hand bor, untuk digunakan dalam pengujian laboratorium.
- b. Pengujian laboratorium
  - Pengujian identifikasi umum (*general identification tests*).
  - Pengujian sifat mekanik tanah (*engineering property tests*).

Tujuan dilakukan hand boring adalah untuk pengambilan contoh tanah asli untuk pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui nilai sifat-sifat teknis tanah. Metode pemboran ini adalah metode untuk mendapatkan keadaan bawah permukaan tanah dengan cara mengebor, dioperasikan dengan tenaga manusia yaitu dengan cara memutar mata bor tanah dengan menggunakan rod (pipa bor) yang terbatas hingga maksimum kedalaman sampai 2.50 meter.

Metode ini cocok digunakan untuk pengetesan pada pembangunan. Peralatan yang digunakan :

- Mata bor tanah
- Stang bor per 1 meter
- Pemutar dan T konektor

Hasil yang diperoleh :

- Stratifikasi tanah dengan hasil tanah yang terambil
- Sampel tanah *undisturbed/disturbed*

Pengambilan contoh tanah ini dimaksudkan untuk penentuan jenis dari tanah dan hasilnya akan disajikan didalam boring log.

Sejumlah pengujian laboratorium telah dilakukan pada contoh uji tanah yang diambil dari dalam lubang-lubang bor. Pengujian laboratorium ini dimaksudkan untuk mendapatkan karakteristik tanah untuk keperluan identifikasi umum (*general identification*) dan identifikasi sifat-sifat mekanik tanah (*engineering properties*) dari lapisan tanah bersangkutan. Pengujian laboratorium yang dilakukan pada contoh-contoh tanah tersebut adalah :

- a. Pengujian identifikasi umum sifat tanah (*general identification tests*) :
  - Kadar air alami (*natural water content*)

- Berat jenis tanah basah dan kering (*wet and dry density*)
  - *Specific gravity* butiran tanah
  - Void ratio dan porositas tanah
  - Derajat kejenuhan (*degree of saturation*)
  - Batas Atterberg (*Atterberg limits*)
  - Analisis butiran (*grain size analysis*)
- b. Pengujian sifat mekanik tanah (*engineering property tests*) : Pengujian *Triaxial UU*

Data-data lainnya didapatkan dari wawancara terhadap pihak yang bertanggung jawab di proyek masjid lebak bulus. Berikut ini lembar waancara penelitiannya.

#### ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KERETAKAN PONDASI MASJID DI PROYEK WADUK LEBAK BULUS JAKARTA SELATAN

##### Identitas Responden

Nama :

Pekerjaan :

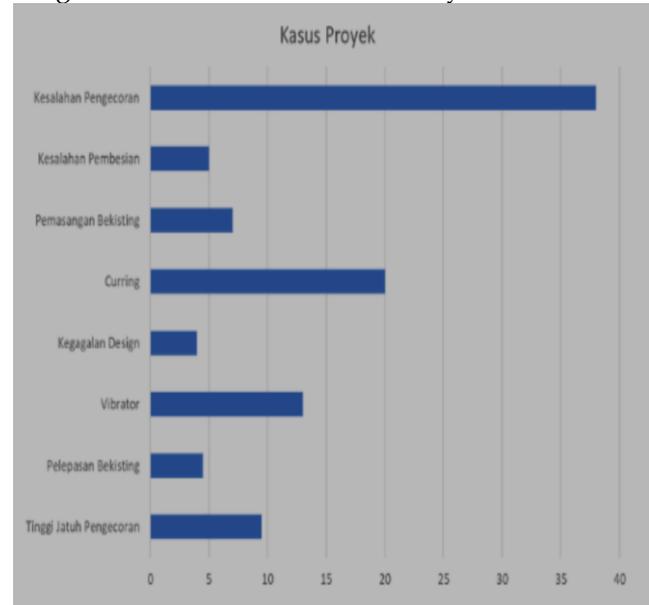
##### Pertanyaan :

1. Pada saat pekerjaan beton pondasi, bagaimana proses pelaksanaannya di lapangan?
2. Apakah pekerjaan beton pondasi di lapangan sudah sesuai standar yang ditetapkan?
3. Apa saja kesalahan-kesalahan yang terjadi waktu pekerjaan pondasi di lapangan?

#### Gambar 3 Lembar Wawancara Penelitian

Dari data-data perencanaan penulangan, pembetonan struktur pondasi yang diperoleh, tidak terdapat kesalahan dalam perhitungan perencanaannya. Setelah dilakukan observasi dari wawancara pihak terkait dan dari sumber-sumber data yang relevan, terdapat beberapa faktor penyebab keretakan pada beton seperti kondisi tanah, tinggi jatuh pengecoran, kesalahan pelepasan bekisting, kesalahan pembesian, vibrator, curing, dilatasi pengecoran, kegagalan design, dan beban tambahan.

Diagram 1 Hasil Analisis Faktor Penyebab Keretakan



Dari beberapa faktor tersebut dapat dianalisis penyebab keretakan pada beton yang paling dominan adalah proses pelaksanaan pekerjaan beton (kesalahan pengecoran) yang menyalahi aturan atau tidak sesuai standar yang harus dikerjakan. Dimana pada proyek pembangunan ini dalam proses pelaksanaan pengecoran campuran beton terlalu banyak penambahan air sehingga melebihi nilai F.A.S yang disyaratkan. Penambahan air melebihi fas ini mengakibatkan kelecakan pada beton semakin tinggi atau dalam arti lain beton semakin encer, yang mengakibatkan penurunan mutu beton.

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, yaitu dengan menganalisis faktor penyebab keretakan pondasi masjid di proyek lebak bulus, hasil analisis menunjukkan bahwa faktor penyebab keretakan beton diantaranya yaitu dari fase konstruksi, yaitu permasalahan tinggi jatuh pengecoran, kesalahan pembesian, kesalahan pelaksanaan vibrator, kegagalan design, dan kesalahan pemasangan bekisting. Pada pasca konstruksi yaitu permasalahan pelepasan bekisting, permasalahan curing, dan permasalahan mengenai beban tambahan.

Hasil penelitian menunjukkan penyebab keretakan paling banyak terjadi pada fase konstruksi karena masalah pelaksanaan pekerjaan beton dimana penambahan air terlalu banyak melebihi nilai fas standar sehingga menyebabkan mutu beton tidak sesuai standar. Hal ini disebabkan pemahaman pekerja konstruksi di proyek waduk lebak bulus akan pelaksanaan pekerjaan beton masih kurang baik.

## Pengakuan

Terimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam perjalanan kami di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta. Tanpa bantuan dan dukungan mereka, penelitian kami tidak akan menjadi mungkin dan nantinya berguna bagi para penggiat teknik sipil sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang.

## Referensi

- Joria, K., Xaviera, S., Manalu, L. B., Jali, A., & Steven Shui, dan. (2020). *Faktor Yang Mempengaruhi Keretakan Dinding Di Perumahan Marina Park*. 11-19
- Lestari, W. (2017). Pengujian Komposisi Campuran Beton Mutu K-250 Berdasarkan Sni 7394: 2008 dengan Menggunakan Material Alami Gorontalo (Quarry Sungai Bone). *Radial: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 5(1), 72-83.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Saputra, A. G., Taran, R., Sudjarwo, P., & Buntoro, J. (2014). *Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada Beton Dan Pencegahannya*.
- Sardjono, H. S. (1988). *Pondasi tiang pancang*. Sinar Wijaya, Surabaya.
- 15-2049-2004, S. N. I. (2004). *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Nasional, B. S. (2013). *SNI 2847: 2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Satyarno, I., Tjokrodimuljo, K., Kimpraswil Kab Ketapang Kalimantan Barat, D., & Teknik Sipil dan Lingkungan, J. (2007). *Pemanfaatan Kulit Ale-ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton*.
- Williams Tiranda Patanduk, J. (2018). *Penambahan Serat Yang Optimal Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal*. 8(2).