

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH TAMBANG BAUKSIT DAERAH SANGGAU SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Maliq Abdul Aziz (maliqabdulaz@gmail.com)¹

Abdul Aziz Al Gani (abdulaziz.tkd76@gmail.com)²

Ignatius Sudarsono (ignazsd2@gmail.com)³

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana^{1,2,3}

ABSTRAK

Beton merupakan komponen penting pada bidang konstruksi. Agregat kasar dan halus, air, dan semen merupakan material yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Untuk memenuhi kebutuhan agregat halus pada daerah Sanggau Kalimantan Barat maka diperlukan bahan pengganti pasir yaitu limbah tambang bauksit (*tailing bauxite*). Sehingga penting untuk mempertimbangkan *tailing bauxite* dapat digunakan dan diolah menjadi bahan konstruksi.

Tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan optimum beton yang dihasilkan dalam penggunaan *tailing bauxite* sebagai agregat halus pada campuran beton dalam waktu 7, 14 dan 28 hari. Penelitian ini merupakan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Beton, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Dengan menggunakan teknik perhitungan kuantitatif, hasil penelitian dapat dihitung untuk menarik kesimpulan.

Dari hasil yang diperoleh, setelah umur 28 hari beton dengan penggunaan *tailing bauxite* sebagai agregat halus mempunyai kuat tekan lebih tinggi yaitu 32.20 Mpa dibanding beton normal yaitu 26.89 Mpa. Pengujian material, *tailing bauxite* memiliki sifat fisik yang memenuhi spesifikasi yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. Kesimpulan pada penelitian ini adalah hasil pengujian kuat tekan menunjukkan penggunaan *tailing bauxite* sebagai agregat halus menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibanding dengan beton normal. Selain itu pemanfaatan *tailing bauxite* dalam campuran beton dapat menghasilkan beton yang lebih ekonomis serta dapat mengurangi limbah dari tambang bauksit yang ada.

Kata Kunci: Beton; Agregat Halus; *Tailing bauxite*; Kuat Tekan

ABSTRACT

Concrete is an important component in the construction sector. Coarse and fine aggregates, water and cement are the materials needed to make concrete. To meet the need for fine aggregate in the Sanggau area, West Kalimantan, a substitute for sand is needed, namely bauxite mine waste (tailing bauxite). So it is important to consider whether tailing bauxite can be used and processed into construction materials.

The aim of this research is to determine the optimum compressive strength of concrete produced by using tailing bauxite as fine aggregate in the concrete mixture within 7, 14 and 28 days. This research is a test carried out at the Concrete Laboratory, Center for Materials and Engineering Goods to collect the necessary data. By using quantitative calculation techniques, research results can be calculated to draw conclusions.

From the results obtained, after 28 days of age, concrete using tailing bauxite as fine aggregate has a higher compressive strength, namely 32.20 Mpa, compared to normal concrete, namely 26.89 Mpa. Material testing, tailing bauxite have physical properties that meet specifications that can be used as a substitute for fine aggregate. The conclusion of this research is that the results of compressive strength testing show that the use of tailing bauxite as fine aggregate produces higher compressive strength values compared to normal concrete. Apart from that, the use of tailing bauxite in concrete mixtures can produce more economical concrete and can reduce waste from existing bauxite mines.

Key Words: Concrete; Fine Aggregate; Tailing Bauxite; Compressive Strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan komponen penting dari hampir semua proses konstruksi. Selain itu, minat masyarakat terhadap penggunaan beton untuk struktur bangunan semakin meningkat sehingga memerlukan peningkatan kebutuhan terhadap bahan baku yang digunakan untuk pembuatannya, khususnya agregat halus. Tidak terdapatnya Gunung api di Provinsi Kalimantan Barat, mengakibatkan pasir vulkanik tidak tersedia di daerah tersebut. Agregat halus didapatkan dari pasir alam dari endapan sungai dan pasir buatan dari industri pemecah batu. Untuk memenuhi kebutuhan agregat halus pada daerah tersebut maka diperlukan bahan pengganti pasir yaitu limbah tambang bauksit (*tailing bauxite*).

Tailing bauxite adalah sebagian kecil dari lumpur atau tanah liat yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari proses pencucian bauksit. Karena semakin banyak *tailing* yang dihasilkan dari kegiatan pencucian, pemanfaatan *tailing bauxite* dari proses tersebut akhir-akhir ini mulai diperhatikan (Septiansyah & Santi, 2019). Campuran beton dengan penggunaan limbah tambang bauksit sebagai agregat halus diharapkan menghasilkan beton mutu tinggi dengan nilai kuat tekan yang direncanakan sebesar 25 MPa. Mutu beton 25 MPa dipilih agar beton yang dihasilkan dapat digunakan untuk konstruksi struktural diantaranya pondasi, plat lantai jembatan, bangunan dengan lantai 3-5 dan lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kuat tekan beton terbaik dengan menggunakan *tailing* bauksit sebagai agregat halus pada umur 7, 14, dan 28 hari. Tiga periode waktu yang berbeda akan diperiksa untuk mengetahui pengerasan beton secara berkala. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton di Pusat Bahan dan Barang Teknik untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan. Kesimpulan dapat diperoleh dari data penelitian dengan metode perhitungan kuantitatif.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rabihati dkk., 2020) menggunakan *tailing* tanpa pencucian dengan persentase penggunaan limbah bauksit (*tailing bauxite*) 2.5%, 5%, dan 7,5% tanpa pencucian dan pemisahan material berdasarkan ukuran menggunakan saringan. Sedangkan pada penelitian ini *tailing bauxite* yang digunakan yaitu *tailing* dengan pencucian dan pemisahan material menggunakan saringan dengan persentase penggunaan *tailing bauxite* 100% (pengganti agregat halus).

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Menurut (SNI 03-2847, 2002) Pembuatan beton melibatkan semen Portland atau semen hidrolik alternatif, agregat halus dan kasar, air, dan bahan tambahan lainnya, yang menghasilkan massa padat. Pasir alam atau pasir yang dihasilkan dari industri pemecah batu sering digunakan sebagai agregat halus, sementara batu alam atau batu yang dibentuk oleh sektor pemecah batu umumnya digunakan sebagai agregat kasar. Kesederhanaan pemrosesan beton telah menghasilkan penggunaannya yang luas dalam sektor konstruksi.

Perancangan beton harus mematuhi standar yang berlaku. Perancangannya sendiri bertujuan untuk menghasilkan beton bagus yang memenuhi dua persyaratan kinerja utama yaitu pengerjaan mudah dan kuat tekan tinggi (setidaknya seperti yang ditentukan dalam rencana). Selain itu, harus memenuhi persyaratan terjangkau, tahan lama, dan tahan aus. Agregat yang digunakan dalam beton memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitasnya, sehingga memilih agregat yang tepat sangatlah penting saat membuat beton. Menggunakan campuran beton yang memiliki bahan pengisi sebanyak mungkin dan semen sedikit mungkin menghasilkan biaya pembuatan beton yang lebih ekonomis. Meskipun demikian, keuntungan ekonomi tetap harus mencakup kualitas beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras (Sujatmiko, 2019).

Agregat Halus

Menurut (Sujatmiko, 2019) Butiran batuan halus atau kasar alami yang disebut agregat digunakan sebagai material pengisi pada campuran beton. Agregat yang dipilih memainkan peran penting pada beton karena mempunyai dampak yang signifikan terhadap beton. Beberapa fungsi agregat dalam beton antara lain:

1. Mengurangi penggunaan semen Portland
2. Memberikan kekuatan yang besar
3. Mengurangi penyusutan beton.
4. Jika gradasinya bagus maka dihasilkan beton padat. Partikel batuan yang sangat kecil sehingga lolos ayakan 4,76 mm disebut agregat halus. Karena beton bersifat keropos, maka agregat halus berperan sebagai pengisi sela-sela agregat kasar agar beton menjadi kokoh.

Untuk menggunakan lebih sedikit air, agregat halus harus halus dan bulat.

Gradasi agregat halus disesuaikan dengan spesifikasi ASTM C-33, antara lain:

1. Berbutir halus
2. Kandungan lumpur kurang dari 5%
3. Kandungan zat organik kurang dari 0,5%. Pada beton mutu tinggi sebaiknya memiliki modulus kehalusan 3,0 atau lebih
4. Memiliki gradasi yang baik

Agregat Kasar

Menurut (Sujatmiko, 2019) Dengan ukuran butir berkisar antara 4,75 - 40 mm, agregat kasar diperoleh dari industri pemecah batu sebagai batu pecah atau split. Ukuran agregat kasar yang ideal untuk beton normal adalah tidak lebih dari 19 mm. Agregat yang ideal untuk pencampuran beton adalah agregat yang kuat, tidak mudah pecah, tidak mengandung organisme dan tidak mengandung lumpur.

Beton mutu tinggi dapat diproduksi dengan mutu agregat sebagai berikut:

1. Butiran keras dan tidak berpori
2. Bahan organik harus dihilangkan dari agregat kasar.
3. Kandungan lumpur agregat tidak lebih dari 10% dari berat kering.
4. Bentuk agregatnya tajam. Bentuk yang tajam memerlukan lebih banyak pasta semen untuk memastikan ikatan yang lebih kuat karena menciptakan lebih banyak gesekan, sehingga meningkatkan kualitas ikatan.

Tailing Bauxite (Limbah Tambang Bauksit)

Tailing bauxite adalah limbah dari hasil pencucian bauksit yang bertujuan memisahkan bauksit dari kotoran dan untuk menghasilkan kadar bauksit yang tinggi. Alat yang digunakan untuk membersihkan bauksit dari kotoran yaitu water jet. Kadar bauksit yang tinggi berfungsi sebagai bahan utama dalam proses pembuatan alumunium. Analisis kimiawi tailing bauksit menunjukkan

bahwa tailing bauksit mengandung sekitar 49,41% alumina (Al_2O_3), sekitar 12,58% silika (SiO_2), sekitar 10,06% hematit (Fe_2O_3), dan sejumlah kecil oksida anorganik lainnya (Septiansyah & Santi, 2019).

Limbah bauksit memiliki karakteristik berupa, memiliki ukuran $< 2 \text{ mm}$, mengandung silika, pasir kuarsa, dan sedikit lempung, serta berbutir keras dan tajam. Bauksit dan limbah bauksit yang akan didapatkan dari proses pencucian/pengolahan bauksit yaitu 50% : 50% (tergantung dengan faktor konkresi), melihat dari besarnya limbah bauksit yang dihasilkan maka diperlukannya alternatif untuk mengurangi jumlah limbah bauksit yang ada (Rabihati dkk., 2020).



Gambar 1. Tailing Bauksit
(Sumber: Dokumentasi penelitian, 2024)

Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan (SNI 1974:2011) Kuat tekan beton didefinisikan sebagai beban per satuan luas yang apabila dikenai gaya tekan tertentu dari mesin uji akan mengakibatkan kehancuran pada benda uji beton.

Beton merupakan bahan yang paling sering digunakan dalam industri konstruksi. Benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm digunakan untuk pengujian khusus ini, karena kubus dan silinder adalah benda uji yang sering digunakan. Persamaan di bawah ini dapat digunakan untuk mendapatkan data kuat tekan beton:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

P = gaya tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode uji eksperimental sebagai pendekatannya. Menurut Sugiyono (2012), metode eksperimen adalah teknik penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan bahan alternatif sebagai pengganti agregat halus (pasir) terhadap mutu dan karakteristik beton. Laboratorium Beton yang terletak di Pusat Bahan dan Material Teknik di Jalan Sangkuriang nomor 14, Dago, Kec. Coblong, Kota Bandung, menjadi tempat percobaan penelitian. Dengan menggunakan pendekatan

kuantitatif, kuat tekan beton (data primer) ditentukan dengan melakukan perhitungan dasar menggunakan data yang dihasilkan di laboratorium. Pengolahan data dilakukan dengan melampirkan berupa data dari hasil pengujian laboratorium kedalam bentuk data tabel dan grafik kemudian diolah dengan program microsoft excel untuk analisis perbandingan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Bahan penelitian yang digunakan antara lain, *Tailing Bauxite*, Agregat Halus (Pasir) sebagai pembanding, Agregat Kasar (Batu Alam), Semen dan Air. *Tailing Bauxite* yang digunakan didapat dari salahsatu *washing plant* perusahaan tambang di daerah Sanggau dan pasir yang digunakan untuk beton normal yaitu Pasir Cimalaka. Sedangkan alat penelitian yang digunakan yaitu peralatan laboratorium yang digunakan untuk pengujian sifat fisik material dan kuat tekan beton.

Langkah Kerja

Penyiapan bahan uji yaitu agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengganti agregat halus yaitu *tailing bauxite*. Penyiapan bahan *tailing bauxite* dilakukan dengan cara pemisahan dari lumpurnya menggunakan aliran air bersih dan saringan 0,075 mm dalam proses pemisahan. Tahap pertama dalam pengujian bahan material adalah penilaian karakterisasi. Penilaian ini mencakup pemeriksaan kandungan organik, kandungan lumpur, analisis ayakan, berat jenis, dan berat isi.

Setelah hasil pengujian karakteristik didapatkan, maka selanjutnya melakukan perhitungan *mix design* sesuai dengan mutu beton yang direncanakan yaitu $F'c$ 25 Mpa. Beton yang dibuat yaitu beton dengan persentase penggunaan bahan pengganti *tailing bauxite* yaitu 100% dari kebutuhan agregat halus serta beton normal dengan menggunakan pasir dengan kualitas terbaik sebagai pembanding. Setelah adukan dibuat kemudian dilakukan uji beton segar yaitu slump test. Apabila pengujian beton segar dianggap sudah memenuhi persyaratan selanjutnya memasukan adukan beton kedalam cetakan silinder dan ditunggu pengeringan beton selama 1 hari.

Setelah beton mencapai kekerasan yang disyaratkan, beton dikeluarkan dari cetakan dan direndam dalam bak perendaman selama 7,14 dan 28 hari. Untuk memastikan kuat tekan beton, pengujian dilakukan pada beton kering berdasarkan umurnya. Setelah mendapatkan hasil pengujian pada hari ke-28, langkah selanjutnya adalah menghitung atau mengevaluasi data tersebut.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam penelitian ini yaitu pengujian sifat fisik agregat. Adapun hasil dari pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian sifat fisik agregat

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian		
	<i>Tailing bauxite</i>	Pasir Pembanding	Agregat Kasar
Saringan	2.84	2.51	7.82
Kandungan organik	Lebih muda dari warna standar	Lebih muda dari warna standar	-
Kadar lumpur	2%	1%	1.28%
Berat jenis kering	2.31	2.13	2.32
Berat jenis SSD	2.38	2.37	2.46
Berat jenis semu	2.49	2.80	2.69
Penyerapan air	3.09%	11.09%	5.96%
Berat isi gembur	1.26 Kg/liter	1.43 Kg/liter	1.33 kg/liter
Berat isi padat	1.38 Kg/liter	1.55 Kg/liter	1.47 kg/liter
Rongga	40.14%	27.24%	36.51%

(Sumber: Hasil pengujian, 2024)

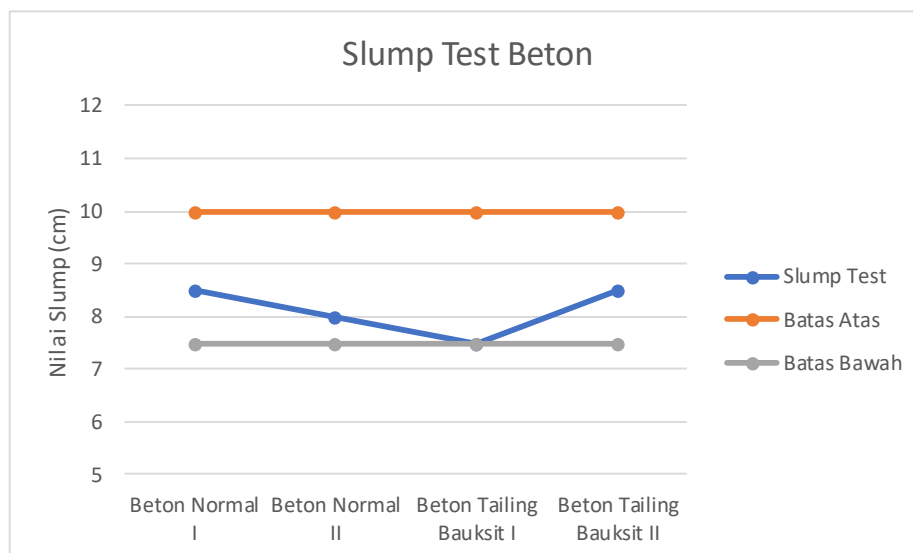
Dari hasil pengujian agregat diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan *mix design* dengan acuan SNI 03-2834-2000 yang menghasilkan kebutuhan material sebgai berikut :

Tabel 2. Kadar Bahan yang Dibutuhkan per m³ Volume Beton

Sampel	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Semen (kg)	Air (ltr)
Beton normal	1005.95	572.16	372.73	205.00
Beton <i>tailing bauxite</i>	850.08	725.38	372.73	205.00

(Sumber: Hasil perhitungan, 2024)

Setelah adukan beton dibuat sesuai perhitungan *mix design*, pengujian *slump* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang mengacu pada SNI 7656:2012 dengan target slump yang diisyaratkan adalah 7.5 cm sampai 10 cm.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Slump
(Sumber: Hasil pengolahan data, 2024)

Beton segar kemudian dicetak ke dalam cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, diikuti dengan proses perendaman. Prosedur ini diulangi sampai uji slump berhasil diselesaikan. Mesin uji tekan digunakan untuk menilai kekuatan tekan beton pada periode waktu 7, 14, dan 28 hari sesuai prosedur.

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton Normal

No	Kode	Umur	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata - Rata
		(hari)	(Mpa)	(Mpa)
1	A1	7	21.08	20.38
2	A2	7	18.74	
3	A3	7	21.31	
4	A4	14	23.02	22.93
5	A5	14	23.58	

6	A6	14	22.18	26.89
7	A7	28	26.87	
8	A8	28	26.87	
9	A9	28	26.92	

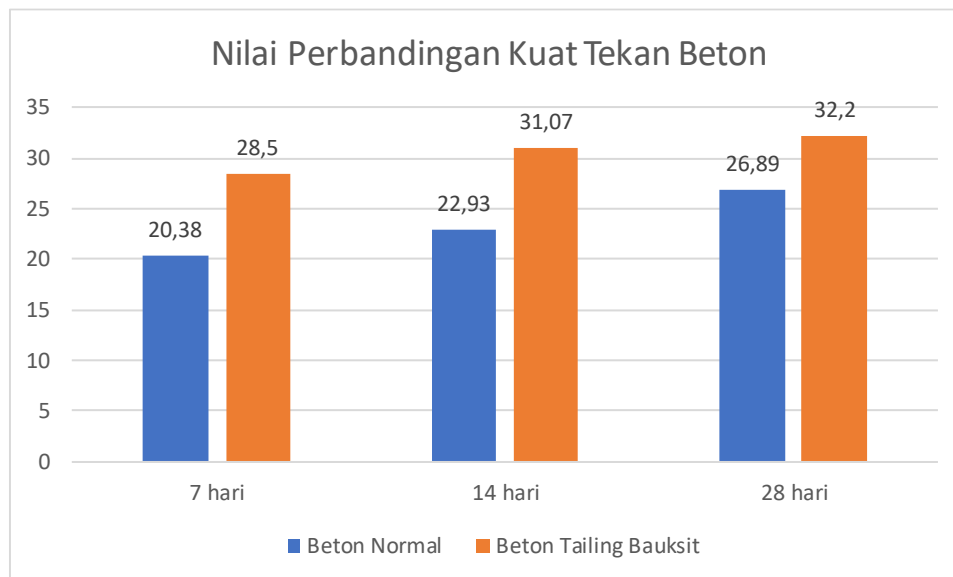
(Sumber: Hasil pengujian, 2024)

Tabel 4. Hasil perhitungan kuat tekan rata – rata beton *tailing bauxite*

No	Kode	Umur	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata - Rata
		(Hari)	(Mpa)	(Mpa)
1	B1	7	28.78	28.50
2	B2	7	29.10	
3	B3	7	27.63	
4	B4	14	29.14	31.07
5	B5	14	33.35	
6	B6	14	30.73	
7	B7	28	32.42	32.20
8	B8	28	31.98	

(Sumber: Hasil pengujian, 2024)

Dari hasil yang diperoleh, nilai perbandingan kuat tekan rata – rata beton normal dan beton *tailing bauxite* dapat disajikan pada diagram dibawah ini:



Gambar 3. Hasil nilai perbandingan kuat tekan beton
(Sumber: Hasil pengujian, 2024)

Gambar di atas mengilustrasikan perbandingan kuat tekan antara beton biasa (biru) dan beton dengan tailing bauksit (merah) pada umur 7, 14, dan 28 hari. Kuat tekan beton yang berumur 28 hari, dengan menggunakan *tailing bauxite* sebagai agregat halus, adalah 32,20 MPa, secara signifikan melampaui kuat tekan beton konvensional yang hanya 26,89 MPa. Dengan demikian, kekuatan beton dapat ditingkatkan dengan mengganti keseluruhan pasir dengan *tailing bauxite*.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *tailing bauxite* menunjukkan karakteristik fisik yang sesuai untuk digunakan sebagai pengganti agregat halus. Kuat tekan beton yang menggunakan tailing

bauksit sebagai agregat halus pada usia 7, 14, dan 28 hari masing-masing memiliki kuat tekan beton rata-rata 28.5 MPa, 31.07 MPa, dan 32.20 MPa lebih tinggi dari beton normal dengan kuat tekan beton rata-rata 20.38 MPa, 22.93 MPa, dan 26.89 MPa. Penggunaan *tailing bauxite* sebagai agregat halus dalam formulasi beton memiliki potensi untuk menghasilkan beton dengan mutu yang lebih baik dan hemat biaya, sekaligus mengurangi limbah yang dihasilkan dari kegiatan penambangan bauksit yang ada.

Daftar Pustaka

- Rabihati, E., Arief Purnama, I., Syafri Adjie, M., Dwi Rachmawan, V., Teknik Sipil, J., Negeri Pontianak, P., & Barat, K. (2020). Pemanfaatan Limbah Bauksit (Tailing Bauxite) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Modulus Elastisitas Pada Beton (Utilization Of Bauxite (Bauxite Tailing) As A Substitute For Fine Aggregate To The Strength Of Split Tensile Strength And Modulus Of Elasticity In Concrete). *Retensi _Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 1, Nomor 1.
- Septiansyah, S. I., & Santi, M. (2019). Pemanfaatan Alumina Waste dari Tailing bauksit Menjadi Zeolit Adsorben. *Eksplorium*, 39(2), 123.
- Sugiyono (2012). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta.
- Sujatmiko, B. (2019). Teknologi Beton Dan Bahan Bangunan. Media Sahabat Cendekia. (Available at <https://books.google.co.id/books?id=S5m-DwAAQBAJ>)
- SNI 03-2834. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. (Available at www.bsn.go.id).
- SNI 03-2847. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (Available at www.bsn.go.id).
- SNI 1974. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder Badan Standardisasi Nasional. (Available at www.bsn.go.id)
- SNI 7656. (2012). Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa. (Available at www.bsn.go.id).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak terkait yang telah terlibat dalam penelitian ini, khususnya kepada PT. Antam Tbk – UBP Bauksit Tayan yang membantu dalam penyediaan bahan penelitian, serta seluruh staff Laboratorium Beton Balai Besar Bahan dan Barang Teknik sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.