

ANALISIS DAN PERANCANGAN CAMPURAN BETON MENGUNAKAN AGREGAT DARI QUARRY NOEMUTI KABUPATEN TTU

Koilal ALOKABEL¹, Jusuf Wilson Meynerd RAFAEL^{1*}, Abdul Syukur Hadi SUWITO¹,
Alva Yuventus LUKAS⁴¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang, Kupang, Indonesia

*Email korespondensi: jusuf.rafael@pnk.ac.id

[diterima: 05 Juni 2023, disetujui: 20 Juni 2023]

ABSTRACT

The selection of local materials in the manufacture of concrete always sought to be used for the convenience of the manufacturing process and the availability of materials. The local material must refer to the terms and conditions that meet the achievement of the expected concrete quality. In this study, materials originating from the Noemuti Quarry, TTU Regency, namely fine aggregate and coarse aggregate, were used as concrete constituent materials with a planned compressive strength target of 25 MPa. Cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm were made and treated for testing to the compressive strength of concrete. The results of the material characteristics test showed that the fine and coarse aggregates fulfilled the terms and conditions of concrete constituents. The results of the unit weight test show that the concrete is included in the normal concrete category because the unit weight obtained ranges from 2200 – 2500 kg/m³. The result for the compressive strength test of the concrete, aged 7 days, obtained a compressive strength of 22.65 MPa. For ages 21 days, the compressive strength of concrete is 25.42 MPa, and for ages 28 days, it reaches 26.67 MPa. Thus, the aggregate from the Noemuti Quarry, TTU Regency, both fine and coarse aggregate, is suitable for making normal concrete with a compressive strength of 25 MPa.

Key words: Concrete, mix design, compressive strength, aggregate, noemuti quarry.

INTISARI

Pemilihan material lokal dalam pembuatan beton selalu diupayakan untuk dimanfaatkan demi kemudahan proses pembuatan dan ketersediaan material. Material lokal yang dipilih tentunya harus memenuhi syarat dan ketentuan yang memenuhi tercapainya mutu beton yang diharapkan. Dalam penelitian ini digunakan material dari Quarry Noemuti Kabupaten TTU yaitu agregat halus dan agregat kasar sebagai material penyusun beton serta menggunakan PPC tipe I. Benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dibuat dan diberikan perawatan untuk pengujian kuat tekan beton. Hasil pemeriksaan karakteristik material menunjukkan bahwa agregat halus maupun agregat kasar memenuhi syarat dan ketentuan sebagai material penyusun beton. Dari hasil pengujian berat isi menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan dikategorikan beton normal karena berat isi yang diperoleh berkisar antara 2200 – 2500 kg/m³. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari diperoleh kuat tekan sebesar 22.65 MPa, pada umur 21 hari diperoleh kuat tekan beton sebesar 25.42 MPa dan pada umur 28 hari mencapai 26.67 MPa. Dengan demikian agregat dari Quarry Noemuti Kabupaten TTU layak digunakan untuk membuat beton normal dengan kuat tekan beton sebesar 25 MPa.

Kata kunci: Beton, perancangan campuran, kuat tekan, agregat, quarry noemuti.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sarana dan prasarana pendukung perkembangan ekonomi akan sejalan dengan pertumbuhan penduduknya (Rafael et al., 2023; Rafael et al., 2022). Satu diantara kebutuhan tersebut adalah permintaan akan bangunan gedung baik sebagai sarana hunian ataupun aktivitas perekonomian maupun pemerintahan (Utary et al., 2018). Kondisi ini juga berlaku bagi Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) yang merupakan salah satu wilayah Kabupaten di pulau Timor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), peningkatan jumlah penduduk Kabupaten TTU cenderung bertambah setiap tahunnya yang tentunya juga berdampak pada aktivitas konstruksi.

Pemanfaatan material lokal sebagai material konstruksi menjadikan material beton menjadi pilihan yang selalu digunakan mengingat kemudahan dalam proses pembuatan dan ketersediaan material yang mudah dijangkau (Akhtar et al., 2021; Arulmoly et al., 2021; Dziejic dan Glinicki, 2023; Polii et al., 2015). Selain itu, material lokal dapat memiliki sifat unik yang mendukung meningkatkan kinerja dan ketahanan beton (Agwa et al. 2022). Contohnya material lokal batu kapur yang terkalsinasi semen tanah liat dapat menggantikan semen konvensional, dan juga serat alami atau agregat lokal yang dapat digunakan untuk membuat beton yang berkelanjutan serta hemat biaya (Zhou et al., 2022; Zunino dan Scrivener, 2022). Meskipun demikian, tidak semua material yang memiliki karakteristik serupa dapat menjadi material penyusun beton karena harus memenuhi syarat dan ketentuan tertentu agar memiliki mutu yang baik.

Quarry Noemuti merupakan tempat pengambilan material yaitu agregat halus dan agregat kasar yang terletak di wilayah Kabupaten TTU. Menurut Laka (2015), agregat pada quarry ini sering digunakan untuk konstruksi jalan yaitu campuran aspal beton.

Nilai parameter marshall yang dihasilkan sesuai spesifikasi bina marga tahun 2010 dapat dipenuhi pada persentasi kadar aspal tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan penggunaan agregat baik agregat halus maupun agregat kasar pada Quarry Noemuti untuk campuran beton sehingga dapat digunakan oleh masyarakat di Kabupaten TTU.

Hasil penelitian ini berkontribusi dalam memberikan alternatif material lokal untuk pembuatan beton sehingga pemanfaatan sumber daya yang ada pada Quarry Noemuti lebih maksimal untuk jenis konstruksi lainnya dan tidak hanya untuk konstruksi jalan.

Penelitian Terkait Pemanfaatan Material Lokal

Pemanfaatan material lokal dilakukan oleh Amir et al. (2022) yaitu menggunakan pasir Sandang Muliari dan kerikil Amonggedo dari Kabupaten Konawe untuk pembuatan beton dengan nilai kuat tekan sebesar 20 MPa. Karakteristik pasir dan kerikil dari wilayah tersebut berdasarkan hasil penelitian telah memenuhi spesifikasi agregat yang ditunjukkan dari nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari mencapai 31.22 Mpa yang mana lebih besar dari target awal 30.78 MPa. Kondisi serupa juga diperoleh Sagiari dan Sutikno (2015) dengan menggunakan material lokal yaitu pasir Desa Langkap, Bangkalan Madura sebagai campuran beton. Dengan penambahan pasir Langkap sebesar 20%, kuat tekan beton optimum yang dihasilkan mencapai 24.95 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh gradasi agregat.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan oleh Prasetya dan Krasna (2020) terhadap pemanfaatan agregat lokal Kalimantan Selatan memberikan kesimpulan bahwa nilai kuat tekan beton berbanding terbalik dengan nilai abrasi suatu agregat. Nilai kuat tekan beton akan semakin besar jika nilai abrasi suatu agregat semakin rendah. Selain itu, kelemahan agregat dengan tingkat abrasi yang

tinggi dapat ditutupi melalui pengurangan nilai faktor air semen (FAS).

Arian et al. (2021) melakukan pengujian dengan substitusi kerikil alami dari Tambang Pasir Sungai Cimanuk Jager Kabupaten Garut sebesar 5%, 10% dan 15% pada campuran beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada substitusi kerikil alami dapat memberikan peningkatan kuat tekan beton berturut-turut sebesar 0.96%, 0.99% dan 0.29%. Hal ini disebabkan karena substitusi optimum kerikil alami sebesar 10% dapat meningkatkan kepadatan beton karena memberikan kemudahan pengerjaan (*workability*). Penurunan kuat tekan beton terjadi jika persentase kerikil alami ditingkatkan yang menyebabkan kekuatan lekat (*bounding*) antara mortar dengan permukaan agregat kasar menjadi berkurang.

Menurut Rajiman (2015) dan didukung oleh penelitian Ambaa et al. (2021), nilai kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh nilai porositas. Nilai kuat tekan beton akan semakin tinggi jika nilai porositas semakin kecil, dan demikian sebaliknya. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang tinggi maka proses pemadatan beton harus diperhatikan untuk menjaga rongga udara yang dihasilkan serta ukuran agregat kasar diseragamkan sebesar 15-25 mm.

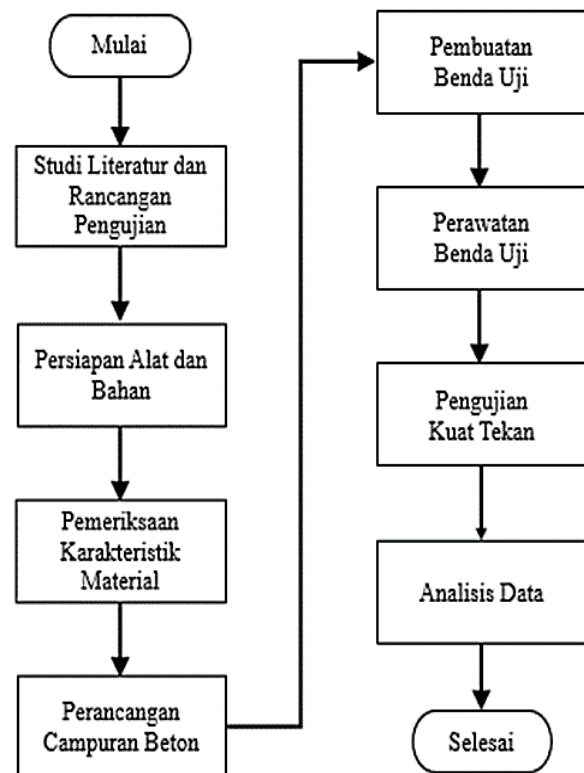
METODE PENELITIAN

Persamaan

Pengujian eksperimental dilakukan terhadap benda uji silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dibuat sebanyak 15 sampel. Beton dibuat dengan menggunakan agregat halus (pasir alami) dan agregat kasar (batu pecah buatan) dari Quarry Noemuti Kabupaten TTU. Semen yang digunakan adalah PCC tipe I dan menggunakan air bersih yang bebas dari kandungan mineral ataupun material lainnya. Perawatan benda uji diberikan sesuai dengan umur pengujian kuat tekan beton yaitu pada umur 7 hari, 21 hari dan

28 hari dengan masing-masing pengujian dilakukan untuk 5 buah benda uji seperti yang ditampilkan dalam Tabel 1. Direncanakan kuat tekan beton dapat tercapai pada umur 28 hari adalah sebesar $f'c = 25$ MPa.

Tahapan penelitian ditampilkan dalam bentuk diagram alir berikut ini.



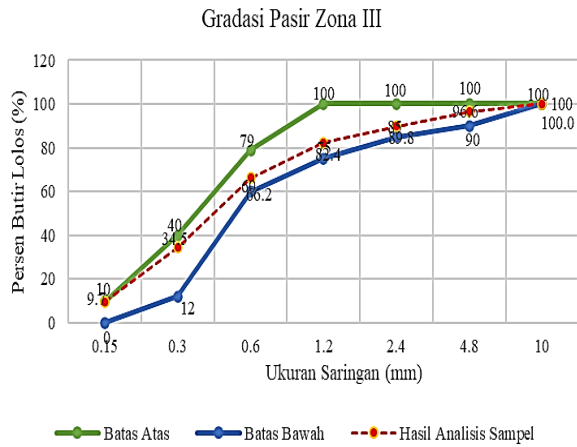
Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

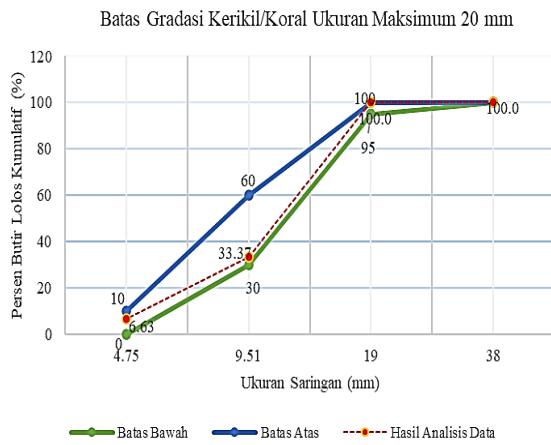
Pemeriksaan Karakteristik Material

Berdasarkan ketentuan pada SNI 03-2834-2000 dan pemeriksaan fisik material, gradasi agregat halus dari Quarry Noemuti masuk dalam daerah III yaitu kategori pasir halus yang ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan gradasi agregat kasarnya masuk dalam kategori bergradasi baik dengan ukuran butiran maksimum 20 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa gradasi agregat gabungan berada pada batas yang ditetapkan sehingga memenuhi standar dan spesifikasi yang ada. Hasil lainnya untuk pemeriksaan sifat fisik material yaitu agregat halus dan agregat kasar ditampilkan

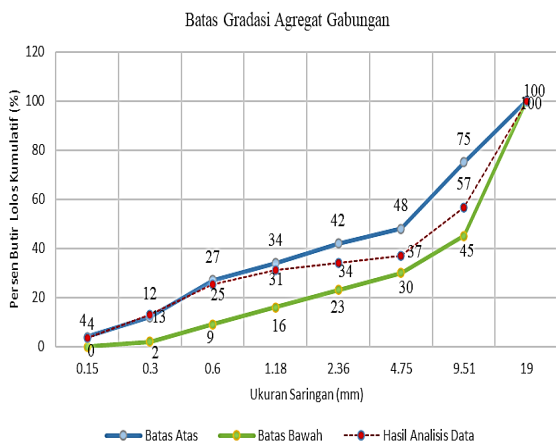
dalam Tabel 1 dan komposisi campuran beton diberikan dalam Tabel 2.



Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus



Gambar 3. Grafik gradasi agregat kasar



Gambar 4. Grafik gradasi agregat gabungan

Tabel 1. Hasil pemeriksaan sifat fisik material

Jenis Pemeriksaan	Agregat Halus	Agregat Kasar	Satuan
Berat Jenis (Bulk)	2.33	2.65	-
Berat Jenis (SSD)	2.48	2.68	-
Berat Jenis (Apparent)	2.74	2.74	-
Penyerapan Air	6.29	1.14	%
Kadar Air	6.62	0.72	%
Kadar Lumpur	0.18	0.01	%
Bobot Isi	1.46	1.47	gram/cm ³
Keausan	-	27.80	%

Tabel 2. Komposisi campuran beton per m³ dengan slump 60-180 mm

Bahan	Berat (kg)	Perbandingan terhadap semen
Semen	420	1
Agregat Halus	513.74	1.22
Agregat Kasar	1189.76	2.83
Air	213.50	0.51

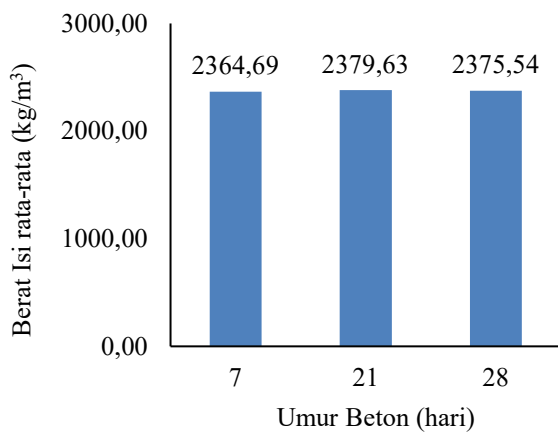
Pengujian Berat Isi Beton

Pengujian berat isi beton dilakukan pada setiap umur beton yaitu sebelum pengujian kuat tekan beton yang hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 3 dan Gambar 5. Pada umur 7 hari diperoleh berat isi beton rata-rata sebesar 2364.69 kg/m³, pada umur 21 hari sebesar 2379.63 kg/m³ dan pada umur 28 hari sebesar 2375.54 kg/m³. Berdasarkan ketentuan SNI 03-2834-2000, beton normal memiliki berat isi berkisar 2200 – 2500 kg/m³, sehingga penggunaan agregat kasar dan agregat halus

dari Quarry Noemuti memenuhi kriteria beton normal.

Tabel 3. Hasil pengujian berat isi

Umur (Hari)	Benda Uji	Berat Isi (kg/m ³)	Berat Isi rata-rata (kg/m ³)
7	I	2378.20	2364.69
	II	2332.94	
	III	2379.64	
	IV	2371.84	
	V	2409.42	
21	I	2406.23	2379.63
	II	2426.84	
	III	2438.75	
	IV	2416.21	
	V	2442.19	
28	I	2420.26	2375.54
	II	2421.61	
	III	2417.11	
	IV	2425.86	
	V	2424.53	



Gambar 5. Grafik berat isi rata-rata beton

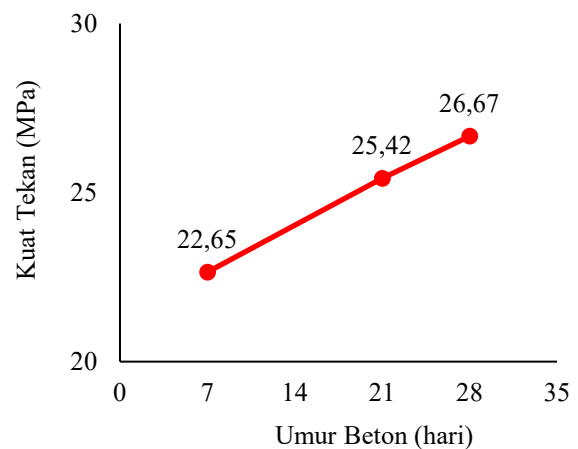
Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) pada saat benda uji telah berumur 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Beban

maksimum (Pmax) yang dihasilkan oleh UTM adalah besarnya nilai beban pada saat benda uji beton hancur ketika diberikan beban tersebut. Tabel 4 dan Gambar 6 menampilkan hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 4. Hasil pengujian berat isi

Umur (Hari)	Benda Uji	Luas (mm ²)	Beban Max (Kg)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
7	I	17671.5	370	20.95	22.65
	II	17671.5	390	22.08	
	III	17671.5	410	23.21	
	IV	17671.5	415	23.50	
	V	17671.5	415	23.50	
21	I	17671.5	450	25.48	25.42
	II	17671.5	440	24.91	
	III	17671.5	455	25.76	
	IV	17671.5	450	25.48	
	V	17671.5	450	25.48	
28	I	17671.5	460	26.04	26.67
	II	17671.5	470	26.61	
	III	17671.5	470	26.61	
	IV	17671.5	475	26.89	
	V	17671.5	480	27.18	



Gambar 6. Grafik kuat tekan beton

Kuat tekan beton rata-rata diperoleh nilai sebesar 22.65 MPa pada umur beton 7 hari, atau memiliki persentasi 85% dari kuat tekan 28 hari. Seiring dengan bertambahnya umur beton, kuat tekan beton rata-rata juga mengalami peningkatan yaitu pada umur 21 hari mencapai 25.42 MPa atau 95% dari kuat tekan 28 hari dan pada umur 28 hari mencapai 26.67 MPa atau telah mencapai 100% kuat tekan. Dengan demikian dari komposisi campuran dengan target rencana kuat tekan beton sebesar 25 MPa yang hendak dicapai pada umur 28 hari, hasil pengujian menunjukkan peningkatan kuat tekan beton sebesar 0.07%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil perancangan campuran dan pengujian kuat tekan beton diperoleh kuat tekan beton pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut adalah sebesar 22.65 MPa, 25.42 MPa dan 26.67 MPa. Material agregat dari Quarry Noemuti Kabupaten TTU yaitu agregat halus dan agregat kasar berdasarkan hasil pemeriksaan karakteristik material serta rencana komposisi campuran layak digunakan dalam membuat beton normal untuk kuat tekan 25 Mpa.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan dengan mutu beton yang ditingkatkan hingga kategori beton mutu tinggi agar pemanfaatan material agregat dari Quarry Noemuti Kabupaten TTU dapat semakin dikembangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada P3M Politeknik Negeri Kupang untuk dukungan dana penelitian serta kepada Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Kupang dalam penggunaan peralatan pengujian.

REFERENSI

- Akhtar, M.N., Ibrahim, Z., Bunnori, N.M., Jameel, M., Tarannum, N., Akhtar, J.N. (2021). Performance of Sustainable Sand Concrete At Ambient and Elevated Temperature. *Construction and Building Materials*, 280, 122404.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122404>
- Agwa, I.S., Zeyad, A.M., Tayeh, B.A., Adesina, A., de Azevedo, A.R., Amin, M., Hadzima-Nyarko, M. (2022). A Comprehensive Review on The Use of Sugarcane Bagasse Ash As A Supplementary Cementitious Material To Produce Eco-Friendly Concretes. *Materials Today: Proceedings*, 65(2), 688-696.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.264>
- Ambaa, Y., Perangin-Angin, H.P. (2021). Pemanfaatan Agregat Kasar PT. Pulau Lemon Sebagai Bahan Beton pada Jembatan Wito dan Talud Wedoni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. *Jurnal Penelitian Tambang*, 4(2), 110-115.
<https://doi.org/10.56139/intan.v4i2.92>
- Amir, A.A., Mahmud, Guntur, A. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Sandang Muliasari Unaaha dan Kerikil Amonggedo Pondidaha Kabupaten Konawe. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 424-428.
<https://doi.org/10.31284/j.jts.2022.v3i2.3405>
- Arian, S., Roestaman, Permana, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Kerikil Alami Terhadap Mutu Beton. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 52-59.
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.896>

- Arulmoly, B., Konthesingha, C., Nanayakkara, A. (2021). Performance Evaluation of Cement Mortar Produced With Manufactured Sand and Offshore Sand As Alternatives For River Sand. *Construction and Building Materials*, 297, 123784.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123784>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Kabupaten Timor Tengah Utara Dalam Angka 2021*. [Badan Pusat Statistik Kabupaten Timor Tengah Utara \(bps.go.id\)](https://bps.go.id) (Accessed: 14 Agustus 2023).
- Dziedzic, K., Glinicki, M.A., (2023). Risk assessment of reactive local sand use in aggregate mixtures for structural concrete. *Construction and Building Materials*, 408, 133826.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133826>
- Laka, P.K. (2015). Perbandingan Variasi Gradasi Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Quarry Noemuti Pada Campuran (Lapis Aspal Beton) AC-WC. [Skripsi tidak dipublikasi]. Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
<https://rama.kemdikbud.go.id/document/detail/oai:repository.unwira.ac.id:8320-138>
- Polii, R.A., Sumajouw, M.D.J., Windah, R.S. (2015). Kuat Tekan Beton dengan Variasi Agregat yang Berasal dari Beberapa Tempat di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 206-211.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/issue/view/995>
- Praselia, I., Krasna, W.A. (2020). Kajian Pemanfaatan Agregat Lokal Kalimantan Selatan Sebagai Material Perancangan Beton Normal. *Buletin Profesi Insinyur*, 3(2), 77-82.
<https://doi.org/10.20527/bpi.v3i2.71>
- Rafael, J., Alokabel, K., Lukas, A., dan Mata, A. (2023). The Partial Substitution Influence of Fine Aggregate with Egg Tray Waste in the Green Concrete Production. *Proceedings of the 4th International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science - iCAST-ES*, 1023-1027.
<https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0010958200003260>
- Rafael, J.W.M., Lukas, A.Y., Mata, A.E., Daga, W.M.W.L. (2022). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Egg Tray Terhadap Kuat Tekan Beton Untuk Pembuatan Beton Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 7, no. 2, pp. 69-73.
<https://doi.org/10.32511/juteks.v7i2.885>
- Rajiman. (2015). The Effect of Lampung Natural Material as a Coarse Agregate Against Concrete Characteristics. *Jurnal Kelitbangan*, 3(3), 273-287.
<https://jurnal.balitbangda.lampungprov.go.id/index.php/jip/article/view/65>
- Sagiari, L., Sutikno. (2014). Pemanfaatan Material Lokal (Pasir Langkap) Sebagai Campuran Agregat Halus Beton Mutu Normal Ditinjau dari Tegangan-Regangan Beton dengan Menggunakan Sengkang. *Ejournal Unesa*, 2(2). <https://virtual-class.unesa.ac.id/index.php/23/article/view/7626>
- Utary, C, Doloksaribu, B, Suyadi. (2018). Studi Eksperimen Kuat Tekan Beton Menggunakan Kerikil yang Didatangkan dengan Pasir Lokal Distrik Uilin Kabupaten Merauke. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 1(1), 38-58.
<https://doi.org/10.35724/mjce.v1i1.1169>
- Zhou, Y., Gong, G., Xi, B., Guo, M., Xing, F., Chen, C. (2022). Sustainable Lightweight Engineered Cementitious Composites Using Limestone Calcined Clay Cement (LC3). *Composites Part B: Engineering*, 243, 110183.

<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2022.110183>

<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2021.106693>

Zunino, F., Scrivener, K. (2022). Microstructural Developments of Limestone Calcined Clay Cement (LC3) Pastes After Long-Term (3 years) Hydration. *Cement and Concrete Research*, 153, 106693.