



Pengaruh Kandungan CaCO_3 dicuci dan tanpa dicuci Terhadap Kuat Tekan Beton di Pantai Pulau Mandangin

Idon Joni¹, Sandy Vikki Ariyanto^{*2}

¹Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Madura

²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Madura

E-mail ¹Idon@unira.ac.id dan ^{2}Sandy@unira.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v6i2.472>

Accepted: 23 Agustus 2023 Approved: 9 September 2023 Published: 30 September 2023

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah meliputi minyak, gas dan bahan mineral alam lainnya. Salah satu bahan mineral alam yang terdapat di pulau mandangin Kabupaten Sampang yaitu CaCO_3 . Tujuan dalam penelitian ini adalah CaCO_3 sebagai pengganti pasir besi pada campuran beton dengan variasi tempat yaitu dusun pesisir barat dan timur. Untuk mengetahui kualitas dari campuran beton maka dilakukan Uji XRF dan Uji Kuat Tekan serta membandingkan campuran CaCO_3 yang melalui proses dicuci dan tanpa dicuci. Hasil pengujian XRF menunjukkan kandungan mineral tertinggi Kalsium (Ca) pada dusun pesisir Timur 94,88% dan pesisir barat 94,73%. Sedangkan untuk Uji Kuat Tekan pada variasi dicuci dan tidak dicuci nilai tertinggi ada pada variasi yang dicuci dengan tingkatan nilai paling besar berada pada dusun pesisir Timur 231,17 Kg/Cm² dan barat sebesar 176,78 Kg/Cm². Hal tersebut menjadi rekomendasi bahwa pasir CaCO_3 bisa dijadikan campuran beton.

Kata kunci: Uji XRF, Uji Tekan, CaCO_3 , Beton.

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with abundant natural resource wealth including oil, gas and other natural mineral materials. One of the natural mineral materials found on Mandangin Island, Sampang Regency is CaCO_3 . The purpose of this research is CaCO_3 as a substitute for iron sand in concrete mixtures with a variety of places, namely the hamlets of the west and east coasts. To find out the quality of the concrete mixture, an XRF test and a compressive strength test were carried out and compared the CaCO_3 mixture which went through the washing and unwashed processes. The results of the XRF test showed that the highest content of the mineral Calcium (Ca) was in the East Coast hamlets of 94.88% and 94.73% in the West Coast. Whereas for the compressive strength test for washed and unwashed variations the highest value was in the washed variation with the highest value level being in the east coast hamlet of 231.17 Kg/Cm² and west of 176.78 Kg/Cm². This is a recommendation that CaCO_3 sand can be used as a concrete mixture.

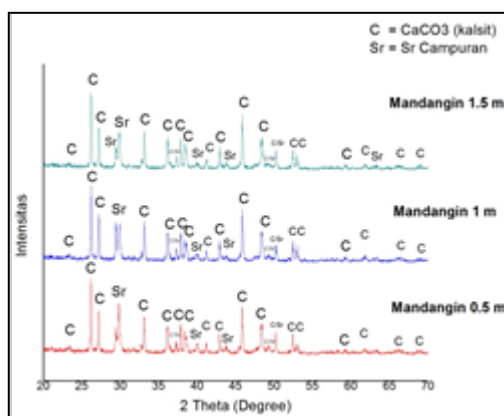
Keyword: Uji XRF, Uji Tekan, CaCO_3 , Beton

©2023 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara dengan wilayah yang lengkap dengan darat, laut, dan udara (Farhani & Chandranegara, 2019). Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah meliputi minyak, gas dan bahan mineral alam lainnya. Sumber daya mineral yang melimpah di Indonesia dapat dimanfaatkan oleh negara untuk kepentingan umum (Gregorius Aryoko Gautama, Dandung Novianto, 2021). Sumber daya alam Indonesia sangat berlimpah (Patricia, 2021). Salah satu sumber devisa utama Indonesia adalah pariwisata (Rahma, 2020). Dengan sumber daya manusia, alam, dan budaya yang melimpah, Indonesia memiliki peluang besar untuk berkembang (Batauga & Buton, 2019). Untuk menjamin bahwa manfaat yang diperoleh manusia dari sumber daya alam akan terus berlanjut (Deki Andes Putra, Satria Putra Utama, 2019). Sangat penting bahwa wilayah pesisir dan lautan dianggap sebagai bagian dari ekosistem global (Purniawati et al., 2020). Karena investasi asing mudah dilakukan di Indonesia, eksploitasi sumber daya alam perairan dilakukan (Feryl Ilyasa et al., 2020). Sumber daya alam pada dasarnya sangat penting karena nilainya yang tinggi (Amrullah et al., 2020). Perekonomian Indonesia sangat didukung oleh sumber daya mineral (Hidayat, 2019). Maka dari itu kami berkeinginan meneliti Mineral Alam yang ada di pariwisata khususnya pulau pantai mandangin kabupaten sampang.

Salah satu bahan mineral alam yang terdapat di Kabupaten Sampang yaitu CaCO_3 (Joni & Ariyanto, 2021). Pada penelitian Tim PDP tahun 2020 kabupaten sampang menyimpan bahan mineral alam CaCO_3 . Berdasarkan Hasil XRF bahwa kandungan mineral Ca dengan dominasi yang cukup tertinggi > 90% dan sisanya berupa impuritas yang cukup kecil dengan prosentase < 1% yang terdapat pada tempat wisata Pulau Mandangin (Gambar 1) (Joni & Ariyanto, 2021).



Gambar 1. Hasil Difraksi sinar-X Pasir Pantai Wisata Pulau Mandangin Kabupaten Sampang (Joni & Ariyanto, 2021)

Mandangin kabupaten Sampang ini sudah banyak penambangan liar yang terjadi di sepanjang pantai untuk dijual dan digunakan sendiri ala kadarnya yang mempunyai nilai ekonomis yang rendah, padahal jika diolah lebih lanjut pasir itu akan menjadikan nilai ekonomis yang tinggi dan berpotensi menjadikan bahan dengan pemanfaatan teknologi tinggi (Joni & Ariyanto, 2021). Maka dari itu peneliti berkeinginan meneruskan hasil penelitian sebelumnya supaya menjadi bahan material yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, salah satunya sebagai campuran beton. Sehingga hal tersebut menjadi tujuan penelitian ini adalah CaCO_3 sebagai pengganti pasir besi pada campuran beton dengan pengambilan sampel di dua tempat berbeda yaitu dusun pesisir barat dan timur, sedangkan Uji Tekan untuk menghasilkan kualitas campuran CaCO_3 yang tidak mudah retak serta memperbandingkan hasil campuran CaCO_3 yang melalui prose mencuci dan tanpa dicuci di pulau mandangin kabupaten sampang.

METODE

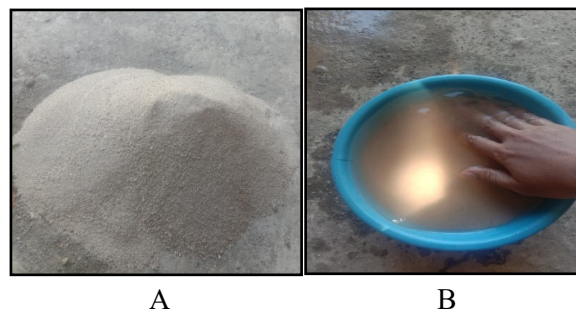
Untuk mengidentifikasi awal, fungsi uji XRF digunakan untuk memeriksa bahan kimia dan komposisi pasir (Sandy Vikki Ariyanto, Idon Joni, 2023). Mengidentifikasi kandungan kristal CaCO_3 dan fasennya dalam batu kapur, dan mengetahui bagaimana suhu pemanasan berdampak pada fase kristal CaCO_3 dalam batu kapur dengan menggunakan metode XRF (Silvia & Zainuri, 2020) (Kristantia Mida Subah, Redi Kristian Pingak, Minsyahril Bukit, 2023). Perencanaan campuran beton dengan perubahan SNI 03-2834-2000 (Apriwelni & Bintang Wirawan, 2020) (Sulaiman & Fisui, 2020). Pengujian kekuatan tekan beton selama 28 hari dengan metode SNI 031974-1990 (Mulyati &

Adman, 2019) (Punusingon et al., 2019) (Kurniawan et al., 2020). Test tekanan beton selama 28 hari (Mulyati & Arkis, 2020) (Purwanto & Wardani, 2020) (Dwi Krisna et al., 2019). Maka dari itu penelitian ini menggunakan XRF untuk identifikasi kandungan mineral yang terdapat pada pasir CaCO_3 dan digabungkan dengan Uji kuat tekan untuk mengetahui tingkat kualitas beton.

Metode penelitian ini berfokus pada variasi mencuci dan tanpa mencuci pasir Ca dengan dua tempat yang berbeda untuk menentukan tempat terbaik dari pulau Mandangin, tahap pertama setelah mengambil pasir di Pulau Mandangin, dilakukan pengujian XRF untuk menentukan kualitas kandungan mineral terbaik dari kedua tempat tersebut. Dari hasil pemisahan Pasir, maka di lakukan pencampuran dengan semen dan air, agregat perbandingan Pasir : Semen : Air secara berurutan adalah 1 : 1 : 1 pada wadah kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm dengan variasi pasir yang dicuci dan tanpa dicuci, perlakuan panas menggunakan panas matahari. Selanjutnya melakukan pengujian Kuat Tekan untuk menentukan Kualitas dari Beton.

HASIL

Sampel yang diperoleh dari kedua tempat di Pulau mandangin (dusun barat dan dusun timur) berukuran relatif halus dan agregat sedikit kasar (Gambar 2). Berdasarkan pengamatan awal sebelum dilakukan pengujian dan analisis menunjukkan bahwa secara visual pasir berwarna putih kecoklatan (Gambar 2). Pasir berwarna putih kecoklatan secara visual, menunjukkan bahwa banyak mengandung mineral alam karena sisa-sisa makhluk kecil yang hidup di dalamnya (Ariyanto, 2023).



Gambar 2. Pasir Pantai Pulau Mandangin (a) Tanpa dicuci (b) dicuci

Hasil pengujian dan analisis pada pasir Pantai Pulau Mandangin Dusun Barat dan Dusun Timur dengan menggunakan uji XRF ditemukan Ca tertinggi yaitu 94,73 dan 94,88 (Tabel 1). Artinya di tempat tersebut terdapat Ca yang melimpah.

Tabel 1. Hasil Pengujian XRF Pasir Pantai Pulau Mandangin Dusun Barat dan Dusun Timur

Unsur	Dusur Pesisir Barat	Dusur Pesisir Barat	Oksidasi
S	0,1	0,1	SO_3
Ca	94,73	94,88	CaO
Mn	0,04	0,00	MnO
Fe	0,938	0,808	Fe_2O_3
Cu	0,043	0,037	CuO
Sr	3,57	3,69	SrO
Zr	0,2	0,1	ZrO_2
Mo	0,2	0,3	MoO_3
Lu	0,16	0,18	LuO_3

Hasil pengujian dan analisis menggunakan uji kuat tekan pada bahan beton dengan perlakuan dicuci dan tanpa dicuci yang sudah dilakukan dengan Pengujian sebanyak tiga kali dalam satu tempat nilai rata-rata (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan XRF Pasir Pantai Pulau Mandangin Dusun Barat dan Dusun Timur

Perlakuan Bahan Penelitian	Dusur Pesisir Barat (Kg/Cm^2)	Dusur Pesisir Timur (Kg/Cm^2)
CaCO_3 Dicuci	176,78	231,17

CaCO ₃ tanpa Dicuci	154,11	181.31
--------------------------------	--------	--------

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kandungan unsur kimia tertinggi dari kedua tempat tersebut hampir sama yaitu unsur Ca walaupun jarak yang di ambil hampir jauh, untuk kedua Dusun tertinggi adalah Ca kemudian diikuti oleh Sr dengan persentase puncak tertinggi dari Dusun Barat secara berurutan yaitu Ca 94,73 % dan Sr 3,57 %, serta untuk Dusun Timur Barat secara berurutan yaitu Ca 94,88,2 % dan Sr 3,69 % (Tabel 1). Hal itu karena hampir seluruh pantai di Dusun Timur berwarna putih yang mengidentifikasi bahwa dusun tersebut banyak hewan bercangkang kecil atau kerang kecil yang telah meleleh bersama pasirnya, sehingga membuat visualiasi menjadi berwarna putih (Ariyanto, 2023). Dengan adanya Stronsium (Sr) berkisar 3 - 4 % dari hasil XRF disetiap sampel menandakan bahwa pasir kelimpahan organisme pembentuk endapan (Sumari et al., 2019). Meskipun persentase yang sangat kecil akan tetapi Fungsi dari Sr itu sendiri menjadi pengeras pada suatu bahan yang berikatan dengannya (Budiarto Djono Siswanto & Hernowo Widodo, 2019), Sehingga hal itulah juga yang menyebabkan pada dusun pesisir timur memiliki nilai kuat tekan yang tinggi.

Gas karbon dioksida banyak digunakan dalam semen Portland, baja yang dimurnikan, kertas industri, bahan konstruksi, dan cat. Kalsium yang berasal dari semen (Zunino et al., 2020). CaCO₃ dapat direkayasa lebih jauh dengan menggunakan template biomineralisasi yang diinduksi dan perakitan lapis demi lapis untuk menghasilkan nanokomposit organik-anorganik berpori, berongga, atau cangkang inti (Niu et al., 2022). Bahan teknik bisa berguna sebagai perekat dalam semen dikarenakan semen juga memiliki kandungan CaO (Nida'ul ibtihal ulinuha, Hartono, 2022). Kadar CaO yang tinggi (39–54,5 %) sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat semen, batu bata, dan gerabah kasar (Ali et al., 2019). Ca bisa dijadikan Bahan dasar gelas, keramik, konstruksi dan bahan-bahan industri lainnya, jika dilanjutkan dalam metode yang lebih khusus seperti Sol gel, emulsion techniques, Presipitasi dan Kopresipitasi (Joni & Ariyanto, 2021). Hasil penelitian menunjukkan kedua tempat aggregate tertinggi Ca. Ca ini berpotensi dijadikan untuk bahan campuran Beton.

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan umur 28 hari bahwa yang pertama Kalsium Karbonat (CaCO₃) lebih baik hasil uji tekannya dari pada pasir hitam, kemungkinan terjadi karena akibat menggumpalnya agregat pasir hitam pada saat proses pengadukan (Tabel 2). Pemadatan dan permukaan atas yang tidak merata dapat mengakibatkan mengurangi kuat tekan beton, sebab ada kemungkinan lebih banyak mengandung agregat halus atau agregat kasar (Andi Lolo et al., 2020), serta dengan adanya pasir Kalsium Karbonat mengakibatkan proses hidrasi pada semen terus meningkat dan memperkuat ikatan antara material pada campuran beton (Nilawardani, 2019). Dari paparan tersebut bisa menjadi rujukan agar pasir Kalsium Karbonat tersebut bisa dikelola lebih jauh lagi dalam kuantitas dan kualitas yang lebih baik. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan bahan Kalsium Karbonat (CaCO₃) memiliki manfaat dan keunggulan dibidang teknik.

Hasil Penelitian Menunjukkan bahwa antara Kalsium Karbonat yang dicuci dan tanpa cuci, menghasilkan nilai tertinggi ketika dicuci sebesar 231,17 Kg/Cm² di wilayah dusun Timur. Hal tersebut terjadi karena apabila kalsium karbonat tanpa dicuci mengakibatkan masih terdapat banyaknya agregat kasar/besar sehingga menyebabkan pada saat pembuatan beton memerlukan jumlah air yang lebih banyak (Astanto & Saelan, 2018). Dengan jumlah air yang banyak mengakibatkan jumlah porositas pada beton juga semakin banyak dan kepadatan dalam beton semakin kecil diakibatkan terjadinya penguapan air dan pemuai material pengisi beton sehingga hasil uji tekan sangat kecil jika dibandingkan dengan kalsium karbonat yang sudah dicuci (Tata et al., 2018).

CaCO₃ dicuci akan menghilangkan kadar garam yang ada pada pasir yang mana kadar garam di pulau mandangin berkisar antara 33,7-34 ppm. Hal itu menyebabkan daya ikat semen yang kurang sempurna sehingga menyebabkan kepadatan yang berkurang (Maruddin et al., 2019), serta dengan tanpa dicuci mengakibatkan pasir masih memiliki kandungan lumpur yang mana hal tersebut berdampak tidak terikat sepenuhnya semen dengan bahan lainnya (Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi, 2015).

Hasil Penelitian Menunjukkan bahwa kedua tempat tersebut yang paling tinggi nilai kuat tekannya berada pada dusun pesisir Timur, hal tersebut sesuai dengan hasil XRF yang mana pada hasil didapatkan nilai tertinggi untuk persentase Kalsium Karbonatnya sebesar 94,88,2 %. Dimana kandungan CaO tersebut juga dimiliki semen, karena pada semen senyawa yang dihasilkan adalah $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (C-S-H) (Nida'ul ibtihal ulinuha, Hartono, 2022). Sehingga secara tidak langsung mengakibatkan agregat dalam beton semakin menyatu, artinya semakin banyak kandungan CaO yang didapatkan maka semakin kuat uji tekan yang didapatkan. Hal itu terjadinya karena tidak terdapat lagi rongga dalam beton dikarenakan rongga tersebut sudah di tempati oleh kandungan CaO.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada kedua tempat dapat disimpulkan adalah : (1) Hasil analisis X-Ray Flourescence (XRF) dari kedua tempat menunjukkan kandungan unsur Ca tetinggi hampir sama yaitu di dusun Timur 94,88 %, dan Dusun Barat 94,73 %. (2) Hasil uji kuat tekan beton paling tinggi adalah yang sudah dicuci dengan nilai 231,17 Kg/Cm² untuk Dusun Timur dan nilai 176,78 Kg/Cm² untuk Dusun Barat. Dari hasil kesimpulan ini, Maka rekomendasi bahwa pasir CaCO_3 bisa dijadikan campuran beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada LPPM Universitas Madura yang telah memberikan dana penelitian ini, terimakasih kepada Ka laboratorium Teknik Sipil Universitas Madura yang telah memberikan izin untuk menguji Kuat tekan Beton.

REFERENSI

- Ali, R. K., Qadaryati, N., & Widadi, S. (2019). Analisis Kualitas untuk Optimasi Pemanfaatan Potensi Sumber Daya Mineral Non Logam dan Batuan di Kecamatan Lumbr, Kabupaten Banyumas. *Teknik*, 40(3), 161. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39i3.21889>
- Amrullah, A., Farobie, O., Widyanto, R., Armiyanti, J., Ersis, L., Abbas, W., Jumriani, M., Bella, E., Potensi, E., Caulerpa, E., Pi, S., Dengan, A., Limbah, C., Air, K., Hapsari, J. E., Amri, C., Suyanto, A., Hidayati, J. R., Diponegoro, U., ... Prihatini, N. S. (2020). Studi Valuasi Nilai Ekonomi Potensi Sumber Daya Hutan dan Mineral di Kabupaten Gorontalo. *IDEAS*, 4(3), 248–253. <https://doi.org/10.32884/ideas.v>
- Andi Lolo, J., Ambali, D. P. P., & Paembonan, M. L. (2020). Karakterisasi Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Sifat Fisis-Mekanis Campuran Beton. *Journal Dynamic Saint*, 4(2), 850–854. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v4i2.887>
- Apriwelni, S., & Bintang Wirawan, N. (2020). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi. *Jurnal Saintis*, 20(01), 61–68. [https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20\(01\).4846](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(01).4846)
- Ariyanto, I. J. and S. V. (2023). Identification of Rock Characteristics Using XRF, XRD, and SEM Tests on Api Alam in Pamekasan. *Indonesian Physical Review*, 6(1), 114–123. <https://doi.org/10.29303/ip.r.v5i2.138>
- Astanto, D. D., & Saelan, P. (2018). Studi Mengenai Hubungan antara Keleccakan dengan Faktor Air-Semen dan Kadar Air dalam Campuran Beton Cara SNI pada Kondisi Agregat Kering Udara (Hal. 43-53). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(4), 43. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i4.43>
- Batauga, K., & Buton, K. (2019). PENGUATAN EKONOMI KREATIF BERBASIS POTENSI LOKAL DENGAN MENINGKATKAN Jiwa WIRUSAHA DALAM PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM DI KELURAHAN MASIRI KECAMATAN BATAUGA KABUPATEN BUTON SELATAN. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MEMBANGUN NEGERI*, 3(2), 26–35.
- Budiarto Djono Siswanto, & Hernowo Widodo. (2019). Analisis Pengaruh Penambahan Strontium Terhadap Sifat Mekanik dan Strukturmikro Pada Paduan $\text{Al}_{90,28}\text{Si}_{6,42}\text{Cu}_{2,66}\text{Fe}_{0,67}$. *Teknik Mesin*, 2(2), 35–38.
- Deki Andes Putra, Satria Putra Utama, R. M. (2019). PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM BERBASIS MASYARAKAT DALAM UPAYA KONSERVASI DAERAH ALIRAN SUNGAI

LUBUK LANGKAP DESA SUKA MAJU KECAMATAN AIR NIPIS KABUPATEN BENGKULU SELATAN. *NATURALIS – Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 77–86.

- Dwi Krisna, A., Winarto, S., & Ridwan, A. (2019). Penelitian Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Dan Zat Additif Sikacim Bonding Adhesive. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i1.385>
- Farhani, A., & Chandranegara, I. S. (2019). Penguasaan Negara terhadap Pemanfaatan Sumber Daya Alam Ruang Angkasa Menurut Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. *Jurnal Konstitusi*, 16(2), 235. <https://doi.org/10.31078/jk1622>
- Feryl Ilyasa, Zid, M., & Miarsyah, M. (2020). Pengaruh Eksploitasi Sumber Daya Alam Perairan Terhadap Kemiskinan Pada Masyarakat Nelayan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan*, 21(01), 43–58. <https://doi.org/10.21009/plpb.211.05>
- Gregorius Aryoko Gautama, Dandung Novianto, A. S. (2021). SUMBERDAYA, CADANGAN, PRODUKSI MINERAL DAN BATUAN PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 2018. *Jurnal Qua Teknika*, 11(1), 52–66. <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua>
- Hidayat, T. (2019). Sosiologi Pengelolaan Sumberdaya Mineral di Indonesia. *Jurnal Kelitbangan*, 7(3), 275–286. <http://journalbalitbangdalampong.org>
- Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi, H. (2015). PENGARUH PENGGUNAAN PASIR SUNGAI DENGAN PASIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR PADA MUTU BETON K-225 PENDAHULUAN Latar Belakang Indonesia sebagai negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80 . 000 km atau dua kali keliling bumi m. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 3(1), 31–39.
- Joni, I., & Ariyanto, S. V. (2021). Identification of Sand Mineral Content at Beach Tourist Attractions in Sampang Regency through X-Ray Fluorescence and X-Ray Diffraction Testing. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 13(1), 26–33. <https://doi.org/10.25077/jif.13.1.26-33.2021>
- Kristantia Mida Subah, Redi Kristian Pingak, Minsyahril Bukit, A. Z. J. (2023). IDENTIFIKASI KANDUNGAN CaCO_3 DALAM BATUAN KAPUR DI DESA MANULAI I MENGGUNAKAN METODE XRF DAN XRD. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 8(1), 1–4.
- Kurniawan, K. D., Ridwan, A., P, Y. C. S., Teknik, F., & Kadiri, U. (2020). UJI KUAT TEKAN DAN ABSORBSI PADA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH BATA RINGAN DAN BUBUK TALEK. *JURMATEKS*, 3(1), 1–11.
- Maruddin, M., Asdin, B. R., & Harsid, M. T. K. (2019). Pemanfaatan Pasir Pantai Sinjai Sebagai Bahan Material Alternatif Campuran Beton. *Macca*, 4(2), 138–143.
- Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>
- Nida'ul ibtihal ulinuha, Hartono, P. widodo. (2022). ANALISA KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN ABU TULANG AYAM SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI DARI BERAT SEMEN. *Jurnal Ilmiah REAKTIP Kirim*, 2(2), 11–19.
- Nilawardani, S. D. (2019). PENGARUH PENGGUNAAN TANAH MEDITERAN SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BETON. *Atrium*, 5(2), 59–71.
- Niu, Y. Q., Liu, J. H., Aymonier, C., Fermani, S., Kralj, D., Falini, G., & Zhou, C. H. (2022). Calcium carbonate: controlled synthesis, surface functionalization, and nanostructured materials. *Chemical Society Reviews*, 51(18), 7883–7943. <https://doi.org/10.1039/d1cs00519g>
- Patricia, C. O. S. (2021). Ecoliteracy: Building Food Security from Indonesia's Maritime Property. *Jurnal Kemaritiman: Indonesian Journal of Maritime*, 3(2), 149–165.

- Punusingon, M. A., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2019). Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Daur Ulang dengan Bahan Tambah Abu Terbang. *Jurnal Sipil Statik*, 7(1), 57–66. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/21330%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/viewFile/21330/21031>
- Purniawati, P., Kasana, N., & Rodiyah, R. (2020). Good Environmental Governance in Indonesia (Perspective of Environmental Protection and Management). *The Indonesian Journal of International Clinical Legal Education*, 2(1), 43–56. <https://doi.org/10.15294/ijicle.v2i1.37328>
- Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5039>
- Rahma, A. A. (2020). Potensi Sumber Daya Alam dalam Mengembangkan Sektor Pariwisata di Indonesia. *Jurnal Nasional Pariwisata*, 12(April), 1–8.
- Sandy Vikki Ariyanto, Idon Joni, F. Y. (2023). XRF AND XRD TESTING FOR SAND MINERAL CONTENT IDENTIFICATION AT TALANG SIRING BEACH. *Edufisika : Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 23–36. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v8i2.27428>
- Silvia, L., & Zainuri, M. (2020). Analisis Silika (SiO₂) Hasil Kopresipitasi Berbasis Bahan Alam menggunakan Uji XRF dan XRD. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 12. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5322>
- Sulaiman, L., & Fisur, A. A. (2020). Pengaruh Campuran Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Recycle. *Rekayasa Sipil*, 14(1), 35–42. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.01.5>
- Sumari, Baharintasari, D. R., Asrori, M. R., & Prakasa, Y. F. (2019). ANALISIS KANDUNGAN DARI PASIR PANTAI PEH PULO KABUPATEN BLITAR MENGGUNAKAN XRF DAN XRD. *Jurnal Fisika*, 4(2), 52–55.
- Tata, A., Irnawaty, I., & Cavaruddin, C. (2018). Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton. *Techno: Jurnal Penelitian*, 6(02), 1–8. <https://doi.org/10.33387/tk.v6i02.561>
- Zunino, F., Boehm-Courjault, E., & Scrivener, K. (2020). The impact of calcite impurities in clays containing kaolinite on their reactivity in cement after calcination. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 53(2), 1–15. <https://doi.org/10.1617/s11527-020-01478-9>