Jurnal Teknik
Vol. 01 No.01 Oktober 2021
Page : 01-10

S I L I T E K
ISSN 2808-5825 (Online)

# ANALISIS KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS SUNGAI LANRAE KABUPATEN BARRU

**Adi Indra Nuradin[1], Rahmawati[2], Hamsyah[3]**
[1]muhammadsakur938@gmail.com
[2]rahmawatiramli09@gmail.com
[,3]hamsyah.vertical@gmail.com

ABSTRAK

Pasir sungai Lanrae yang berlokasi di kecamatan mallusetasi, Kabupaten Barru mempunyai deposit material cukup melimpah, masyarakat setempat seringkali memilih menggunakan material agregat pasir sungai tersebut untuk perencanaan rumah tinggal karena dapat digunakan sebagai salah satu bahan campuran beton dan akses menuju lokasi mudah dijangkau. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik agregat halus sungai Lanrae dan untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat halus sungai Lanrae terhadap kuat tekan dantarik belah beton. Metode peneltian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium struktur dan bahan selama Mei - Juli 2025. Hasil peneltian ini menunjukkan bahwa karakteristik pasir sungai Lanrae telah memenuhi spesifikasi untuk dijadikan bahan pengganti agregat pasir sungai pada campuran beton. Sedangkan hasil penelitian kuat tekan beton beton normal umur 7 hari dengan rata-rata 16,99 Mpa, beton pengujian 14 hari 19,63 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 25,10 Mpa. Pada variasi 50% pasir sungai Lanrae umur 7 hari dengan rata-rata 15,57 Mpa, beton pengujian umur 14 hari 18,12 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 23,59 Mpa. Pada variasi 100% pasir sungai Lanrae umur 7 hari dengan rata-rata 14,53 MPa. Beton pengujian umur 14 hari 17,55 Mpa dan pada pengujian 28 hari dengan rata- rata 22,12 MPa. Berdasarkan hasil penelitian kuat tarik belah mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentasi variasi agregat pasir sungai Lanrae pada pengujian benton normal umur 28 hari 6,444 MPa, pada pengujian 50% pasir sungai Lanrae dengan rata-rata 6,222 MPa dan adapun pengujian pada 100% pasir sungai Lanrae dengan rata-rata 5,778 MPa.

Kata Kunci : Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Pasir Lanrae.

@2021 Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

Perkembangan konstruksi di Indonesia dimana hampir 70% bahan bangunannya adalah beton[1]. Berbagai bangunan dibangun dengan menggunakan beton sebagai bahan utama bangunan, struktur terapung, dan transportasi[2]. Beton terdiri dari campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (pasir), yang ditambahkan semen dan perekat berbasis air sebagai bantuan dalam reaksi kimia selama proses pengawetan[3].

Agregat halus adalah pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5,0 mm[4]. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton serta mempunyai tekstur yang tajam dan keras tidak dapat dihancurkan oleh jari dan tidak mudah aus atau pecah[5]. Pasir Sungai adalah salah satu pasir yang berasal dari sungai mempunyai ukuran butiran sedang dan tidak terlalu besar[6]. Pasir Sungai memiliki ukuran 0,063 mm hingga 5 mm[7]. Pasir sungai bisa dimanfaatkan sebagai salah satu campuran untuk mendapat hasil beton yang lebih kuat[8].

Pengujian beton normal yang sudah pernah dilakukan sebelumnya penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa[9]. Hasil pengujian kekuatan beton normal menggunakan pasir petok memiliki nilai kuat tekan 21 MPa, kuat tarik belah 2,1 MPa[10].

Pasir sungai Lanrae yang berlokasi di Kecamatan mallusetasi, Kabupaten Barru mempunyai deposit material cukup melimpah, sumber yang dekat dan terjangkau dari pemukiman masyarakat setempat[11]. Didaerah tersebut terdapat sungai yang memiliki ketersediaan agregat halus, masyarakat setempat seringkali memilih menggunakan material agregat pasir sungai tersebut[12]. Untuk perencanaan rumah tinggal karena dapat digunakan sebagai salah satu bahan campuran beton dan akses menuju lokasi mudah dijangkau[13]. Akan tetapi masyarakat sekitar hanya mengetahui metode panakaran bahan-bahan penyusun beton dilapangan saja[14]. Oleh karena itu material tersebut harus di teliti lebih lanjut di laboratorium agar dapat mengetahui sifat dan karakteristik material sebagai upaya meningkatkan kualitas mutu beton sehingga dapat diketahui kelayakan pasir sungai Lanrae untuk dijadikan sebagai bahan campuran beton[15].

## 2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, tabel, grafik, atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 3 (tiga) variasi campuran untuk mengetahui bagaimana kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

### Prosedur Standar Penelitian

1. Pemeriksaan berat jenis agregat.

   Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis agregat serta tingkat penyerapan air. Jumlah berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, berat kering permukaan *(Saturated Surface Dry)*, berat jenis semu *(Apparent)*.
2. Perkiraan kadar agregat.

   Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton.

### Teknik Pengumpulan Data

1. Data primer : Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari subtitusi pasir sungai penganti agregat halus.
2. Data sekunder : Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan delam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2. Meletakkan benda uji pada Universal Testing Machine.
3. Menghidupkan Universal Testing Machine dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
4. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat

Berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) pengujian agregat dilakukan terhadap agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Untuk kemudian mendapatkan komposisi dari masing-masing agregat sebagai bahan campuran sampel beton yang direncanakan dalam Mix Design.

Hasil rekapitulasi dari masing-masing agregat yang telah diuji, mulai dari agregat halus, agregat kasar, semen dan faktor air ditunjukkan dalam tabel dibawah ini:

1) Agregat Halus (Pasir Sungai Lanrae)

Tabel 1. Rekapitulasi pengujian pasir sungai Lanrae
(Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium)

| NO. | Karakteristik Agregat | Interval | Hasil Pengamatan | | Nilai Rata-Rata | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | I | II | | |
| 1 | Kadar lumpur | Maks 5% | 4.4% | 4.6% | 4.47% | Memenuhi |
| 2 | Kadar organik | < No.3 | No. 2 | No. 2 | No. 2 | Memenuhi |
| 3 | Kadar air | 2% - 5% | 5,26% | 4,17% | 4.71% | Memenuhi |
| 4 | Berat volume | | | | | |
| | a. Kondisi lepas | 1,4 – 1,9 kg/liter | 1.44 | 1.46 | 1.45 | Memenuhi |
| | b. Kondisi padat | 1,4 – 1,9 kg/liter | 1.57 | 1.57 | 1.57 | Memenuhi |
| 5 | Absorpsi | 0,2% - 2% | 1.01% | 2,04% | 1,53% | Memenuhi |
| 6 | Berat jenis spesifik | | | | | |
| | a. Bj. Nyata | 1,6 – 3,3 | 2.48 | 2.51 | 2.49 | Memenuhi |
| | b. Bj. dasar kering | 1,6 – 3,3 | 2.41 | 2.39 | 2.40 | Memenuhi |
| | c. Bj. kering permukaan | 1,6 – 3,3 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | Memenuhi |
| 7 | Modulus kehalusan | 1,50 – 3,80 | 2,77 | 2,94 | 2,86 | Memenuhi |

2) Agregat Halus (normal)

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus normal
(Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium)

| NO. | Karakteristik Agregat | Interval | Hasil Pengamatan | Nilai Rata- | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | I | II | Rata | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kadar lumpur | Maks 5% | 4.5% | 4.2% | 4.35% | Memenuhi |
| 2 | Kadar organik | < No.3 | No. 2 | No. 2 | No. 2 | Memenuhi |
| 3 | Kadar air | 2% - 5% | 5,10% | 3,40% | 4.25% | Memenuhi |
| 4 | Berat volume | | | | | |
| | c. Kondisi lepas | 1,4 – 1,9 kg/liter | 1.40 | 1.50 | 1.45 | Memenuhi |
| | d. Kondisi padat | 1,4 – 1,9 kg/liter | 1.60 | 1.58 | 1.59 | Memenuhi |
| 5 | Absorpsi | 0,2% - 2% | 3.09% | 0,60% | 1,85% | Memenuhi |
| 6 | Berat spesifik | | | | | |
| | d. Bj. Nyata | 1,6 – 3,3 | 2.85 | 2.66 | 2.76 | Memenuhi |
| | e. Bj. Dasar kering | 1,6 – 3,3 | 2.62 | 2.62 | 2.62 | Memenuhi |
| | f. Bj. Kering permukaan | 1,6 – 3,3 | 2.70 | 2.63 | 2.67 | Memenuhi |
| 7 | Modulus keausan | 1,50 – 3,80 | 2,50 | 2,45 | 2,48 | Memenuhi |

3) Agregat kasar

Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar
(Sumber: Data hasil pengujian agregat di laboratorium)

| NO. | Karakteristik Agregat | Interval | Hasil Pengamatan | | Nilai Rata-Rata | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | I | II | | |
| 1 | Kadar lumpur | Maks 1% | 0,8% | 0.59% | 0.68% | Memenuhi |
| 2 | Kadar organic | Maks 50% | 28% | 23% | 25.5% | Memenuhi |
| 3 | Kadar air | 0,5% - 2% | 1.32% | 1,11% | 1.21% | Memenuhi |
| 4 | Berat volume | | | | | |
| | e. Kondisi lepas | 1,6 – 1,9 kg/liter | 1.64 | 1.64 | 1.64 | Memenuhi |
| | f. Kondisi padat | 1,6 – 1,9 kg/liter | 1.77 | 1.77 | 1.77 | Memenuhi |
| 5 | Obserpsi | Maks 4% | 1.94% | 1.94% | 1.94% | Memenuhi |
| 6 | Berat spesifik | | | | | |
| | g. Bj. Nyata | 1,6 – 3,3 | 2.65 | 2,65 | 2,65 | Memenuhi |
| | h. Bj. Dasar kering | 1,6 – 3,3 | 2.52 | 2,52 | 2,52 | Memenuhi |
| | i. Bj. Kering permukaan | 1,6 – 3,3 | 2.57 | 2,57 | 2,57 | Memenuhi |
| 7 | Modulus keausan | 6,0 – 8,0 | 6.74 | 6.60 | 6.67 | Memenuhi |

**Perencanaan Campuran Beton (Mix Desain)**

| | |
|---|---|
| Mutu beton | = 25 Mpa |
| Slump | = 75 – 100 mm |
| Ukuran agregat maksimum | = 20 |
| Berat kering oven agregat kasar | = 1,773 |
| Berat jenis semen tanpa tambahan udara | = 3,08 |
| Modulus kehalusan agregat halus | = 2,86 |
| Berat jenis (SSD) agregat halus | = 2,44 |
| Berat jenis (SSD) agregat kasar | = 2,57 |

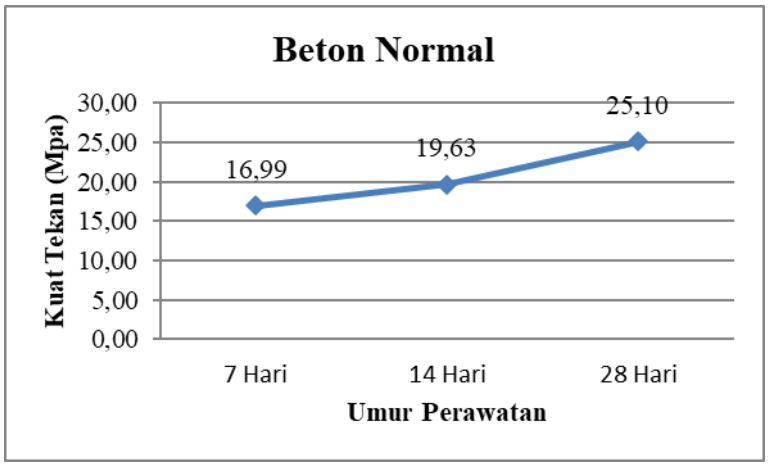
Penyerapan air agregat halus = 1,53%
Penyerapan air agregat kasar = 1,94%
Kadar Air agregat halus = 4,71%
Kadar Air agregat kasar = 1,21%

**Kuat Tekan**

1) Beton Normal

Tabel 6. Rekap hasil kuat tekan beton normal
(Sumber: Hasil olah data laboratorium 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 Hari | 12.017 | 300 | 16,99 |
| 2 | 14 Hari | 12.068 | 346 | 19,63 |
| 3 | 28 Hari | 12.407 | 443 | 25,10 |

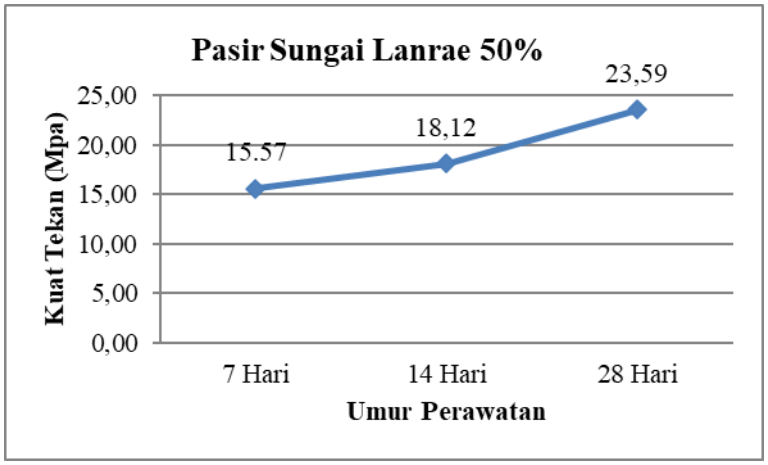



Gambar 2. Grafik pengujian kuat tekan beton normal
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

2) Pasir Sungai Lanrae 50%

Tabel 7. Rekap hasil kuat tekan beton variasi 20% limbah rigid
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 Hari | 12.017 | 275 | 15,57 |
| 2 | 14 Hari | 12.068 | 320 | 18,12 |
| 3 | 28 Hari | 12.407 | 416 | 23,59 |

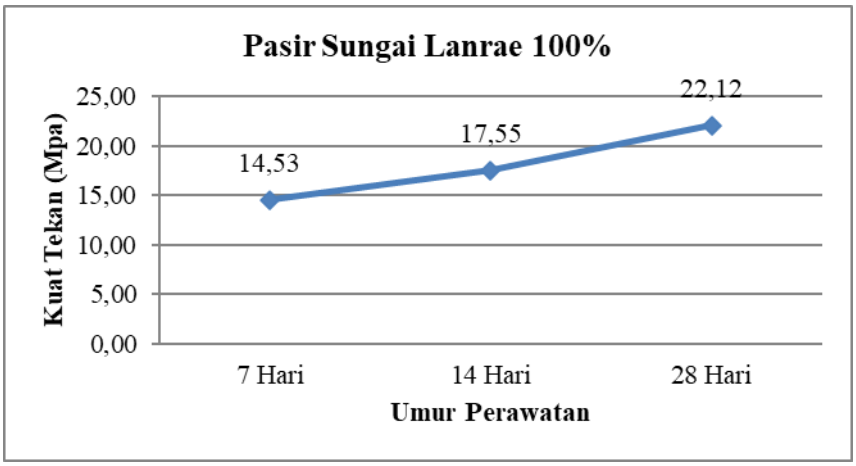



Gambar 3. Grafik pengujian kuat tekan pasir sungai Lanrae 50%
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

3) Pasir Sungai Lanrae 100%

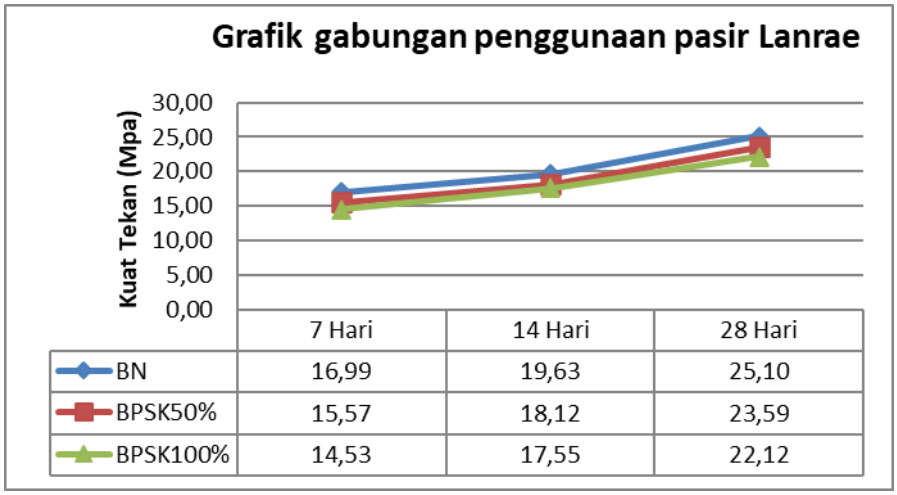
Tabel 7. Rekap hasil kuat tekan beton variasi 20% limbah rigid
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 Hari | 11.057 | 256 | 14,53 |
| 2 | 14 Hari | 11.957 | 310 | 17,55 |
| 3 | 28 Hari | 12.310 | 390 | 22,12 |




Gambar 4. Grafik pengujian tekan beton pasir sungai Lanrae 100%
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

Berikut adalah grafik gabungan kuat tekan untuk masing-masing variasi




Gambar 5. Grafik gabungan kuat tekan untuk masing-masing variasi
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

**Kuat Tarik Belah Beton**

1) Beton Normal

Tabel 8. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | L | (mm) | D | (mm | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 Hari | 11.920 | 140 | 300 | | 150 | | |
| 2 | 28 Hari | 12.055 | 150 | 300 | | 150 | | 6,444 |
| 3 | 28 hari | 12,300 | 145 | 300 | | 150 | | |

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut:



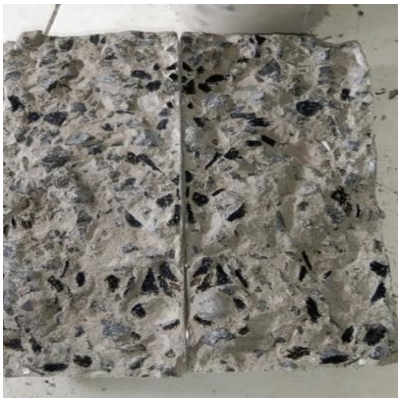
Gambar 6. Tarik belah normal
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

2) Pasir Sungai Lanrae 50%

Tabel 9. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Lanrae 50%
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | L | (mm) | D | (mm | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 Hari | 11.930 | 145 | 300 | | 150 | | |
| 2 | 28 Hari | 12.310 | 145 | 300 | | 150 | | 6,222 |
| 3 | 28 hari | 12,555 | 130 | 300 | | 150 | | |

Pada pengujian kuat tarik belah beton pada variasi beton pasir sungai Lanrae 50% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 6,222 MPa.



Gambar 7. Gambar Tarik belah pasir sungai Lanrae 50%
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

3) Pasir Sungai Lanrae 100%

Tabel 10. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi Pasir sungai Lanrae 100%
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

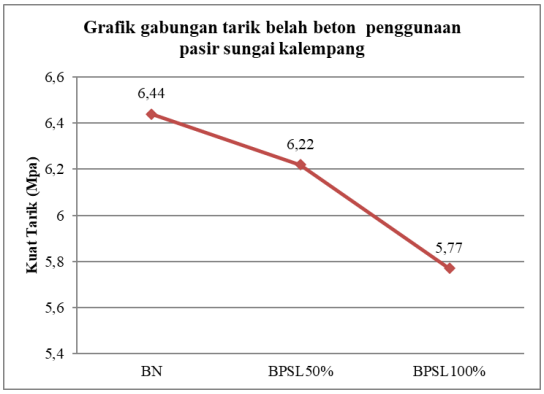
| No. | Umur | Berat (Kg) | Beban (KN) | L | (mm) | D | (mm | Kuat Tekan f'c (MPa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 Hari | 12,130 | 140 | 300 | | 150 | | |
| 2 | 28 Hari | 12,050 | 115 | 300 | | 150 | | 5,778 |
| 3 | 28 hari | 12,115 | 135 | 300 | | 150 | | |

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi pasir sungai Lanrae 100% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,778 Mpa.



Gambar 8. Gambar tarik belah pasir sungai Lanrae 100%
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Berikut adalah grafik pengaruh penggunaan pasir sungai lanrae terhadap kuat tarik belah beton:




Gambar 9. Grafik pengaruh penggunaan pasir sungai Lanrae
(Sumber: hasil olah laboraturium 2024)

## 4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Karakteristik pasir sungai Lanrae didapatkan kadar lumpur 4,47%, kadar organik No.2, Kadar air 4,71%, berat volume lepas 1,45, berat padat 1,57, Absorpsi 1,53, berat jenis 2,49%, modulus kehalusan 2,86 telah memenuhi spesifikasi untuk dijadikan bahan pengganti agregat pasir sungai pada campuran beton.
2. Pengaruh penggunaan pasir sungai Lanrae kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentase variasi agregat pasir sungai Lanrae. Pada beton normal umur 7 hari dengan rata-rata 16,99 Mpa, beton pengujian 14 hari 19,63 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 25,10 Mpa. Pada variasi 50% pasir sungai Lanrae
3. umur 7 hari dengan rata-rata 15,57 Mpa, beton pengujian umur 14 hari 18,12 Mpa dan pengujian 28 hari dengan rata-rata 23,59 Mpa. Pada variasi 100% pasir sungai Lanrae umur 7 hari dengan rata-rata 14,53 MPa. Beton pengujian umur 14 hari 17,55 Mpa dan pada pengujian 28 hari dengan rata- rata 22,12 MPa. Berdasarkan hasil penelitian kuat tarik belah mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentasi variasi agregat pasir sungai Lanrae pada pengujian benton normal umur 28 hari 6,444 MPa, pada pengujian 50% pasir sungai Lanrae dengan rata-rata 6,222 MPa dan adapun pengujian pada 100% pasir sungai Lanrae dengan rata-rata 5,778 MPa.

Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan penggunaan pasir sungai Lanrae dengan variasi lebih sedikit guna mengetahui kadar penggunaan optimum pada pasir sungai.

2. Berdasarkan hasil yang didapatkan penggunaan pasir sungai Lanrae pada beton menurunkan kualitas beton sebesar 10% sehingga penggunaan lebih disarankan untuk penggunaan struktur ringan.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan superplasticizer dalam campuran beton pasir sungai agar kuat tekan beton pasir sungai Lanrae dapat mengimbangi beton normal.

**Daftar Rujukan**


[1] I. Nadia, "Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan," pp. 35–43, 2022.

[2] C. Anwar, "Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K 175 Skripsi Disusun Oleh : Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Mutu Beton K 175 Skripsi Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipi," 2020.

[3] A. S. Adi, A. Penggunaan, P. Silika, S. Pengganti, and A. S. Adi, "Agregat Halus Pada Campuran Beton Analysis Of Use Of Silica Sand As Replacement Of Fine Aggregate On Concrete Mixture S dan Yanuar , AR ( 2018 ) penggunaan daur ulang pasir silika dalam pengecoran logam," vol. 1, 2021.

[4] K. Saka, S. Herman, and P. Desi, "Karakteristik Beton Mutu Tinggi dengan Substitusi Slag Baja dan Slag Nikel Sebagai Agregat Kasar," vol. 2, no. 1, pp. 8–15, 2020.

[5] W. M. I. M. A. K. S. I. K. Sudarsana, "Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat Dalam Campuran Beton," vol. 4, no. 2, pp. 36–45, 2016.

[6] Nurfitriana, Hakzah, and Hamsyah, "Studi Kelayakan Agregat Kasar Dari Gunung Buccumpare Dan Agregat Halus Dari Sungai Lasape," *J. Karajata Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–58, 2023, [Online]. Available: http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata

[7] R. A. Lestari, Y. Feriska, and W. Diantoro, "Analisa Kuat Tekan Beton K-250 pada Pengecoran Lantai Gudang Penyimpanan, Jalan Lingkar Utara Tegal," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, pp. 8696–8706, 2023, [Online]. Available: https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/7608%0Ahttps://jptam.org/index.php/jptam/article/download/7608/6296

[8] H. W. Muh. Ilham, Rahmawati, "Analisa Kualitas Pasir Sungai Kalempang Terhadap Pengujian Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton," vol. 08, no. September 2018, 2024.

[9] M. M. Soares, M. Y. Anggreni, and E. Salu, "Analisa Perbedaan Penggunaan Pasir Sebagai Agregat Halus Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton (Pasir Sungai lau-Hata Liquica dan Laklo Liquica dengan Kuat Tekan Beton Rencana 25 MPa dan 30 MPa)," *J. Tek. Gradien*, vol. 15, no. 01, pp. 65–74, 2023, doi: 10.47329/teknik_gradien.v15i01.1016.

[10] A. P. Harahap, Pahrul Rozi, Sahrul Harahap, "Analisa Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Subsitusi Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton," vol. 7, no. 1, pp. 16–28, 2024.

[11] S. Bahri *et al.*, "Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Batu Kapur Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar," pp. 354–363, 2024.

[12] Amiwarti, A. Setiobudi, and M. Firdaus, "Pengaruh Pengaruh Campuran Serbuk Kayu Kulim Terhadap Kuat Tekan Beton K-225," *Tek. J. Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 157–166, 2019.

[13] I. F. Gilang Pamungkas, Rahmawati, "Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Karet Dan Subtitusi Pasir Kuarsa Terhadap Kuat Tekan Beton," vol. 08, no. September 2018, 2024.

[14] Andriansyah, Hidayati, and Saputra, "Analisis Campuran Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Kuat Tekan Beton Mutu K-225," *J. Statika*, vol. 9, no. 1, pp. 9–13, 2023.

[15] S. K. Angelika, E. Desimaliana, and M. Khanza, "Pengaruh Subtitusi Parsial Variasi Tepung Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer," vol. 09, no. 02, pp. 157–166, 2023.