

**TUGAS AKHIR**  
**KEKUATAN DAN DURABILITAS BAJA TULANGAN PADA BETON**  
**MENGGUNAKAN PASIR PANTAI DAN AIR LAUT**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1  
pada Program Studi Teknik Sipil Program Studi



Disusun Oleh :

**AMAR MA'RUF**

D01 20 366

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

**MAJENE**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**KEKUATAN DAN DURABILITAS BAJA TULANGAN PADA BETON  
MENGUNAKAN PASIR PANTAI DAN AIR LAUT**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada  
Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas  
Sulawesi Barat

Oleh

**AMAR MA'RUF**

**D01 20 366**

**(Program Studi Sarjan Teknik Sipil)**

Universitas Sulawesi Barat

Tanggal .....

Menyetujui,

Tim Pembimbing,

**Pembimbing 1**



**Dr. Eng. Ir Amry Dasar, S.T., M. Eng**

NIDN. 19860825 201504 2 001

**Pembimbing 2**



**Irma Ridhayani, S.T., M.T**

NIDN. 0014038006

Mengetahui,

**Koordinator Program Studi**



**Amalia Nurdin, S.T., M.T.**

NIP.19871212 201903 2 017

**Dekan Fakultas Teknik**



**H. Hasan Nirwana, M.T.**

NIP.19640405 199003 2 002

**ABSTRAK**  
**KEKUATAN DAN DURABILITAS BAJA TULANGAN PADA BETON**  
**MENGGUNAKAN PASIR PANTAI DAN AIR LAUT**

AMAR MA'RUF

Teknik Sipil, Universitas Sulawesi Barat

[amarmaruf337@gmail.com](mailto:amarmaruf337@gmail.com)

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terdiri dari semen Portland dan air. Pasta ini mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicor, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama. Dalam penelitian ini pasir yang digunakan ialah pasir pantai, dimana pasir sungai dalam pembangunan khususnya di Sulawesi Barat saat ini susah didapatkan, untuk pasir sendiri kebanyakan diambil dari daerah Mapilli dimana sungai di daerah tersebut terus menerus mengalami pengkikisan.

Penelitian ini berfokus pada bagaimana pengaruh pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan beton dengan rencana K300 dengan FAS (Faktor Air Semen) 50%. Dasar dari pemikiran di atas kemudian dilakukan penelitian dengan uji eksperimental, untuk mengetahui pengaruh kekuatan dan durabilitas baja tulangan beton jika menggunakan pasir pantai dan air laut pada beton terhadap nilai kuat tekan dan korosi baja tulangan beton.

Penggunaan pasir pantai memenuhi mutu beton yang direncanakan yaitu K300 Fc 24,9 Mpa, dimana nilai kuat tekan yang didapatkan pada umur 91 hari sebesar 25,95 Mpa. Beton K300 adalah salah satu mutu beton yang banyak digunakan dalam berbagai bangunan, biasanya pemakaian beton ini dimanfaatkan untuk bangunan konstruksi struktural yang membutuhkan penulangan dan pembesian untuk menahan beban vertikal. Perlu diketahui bahwa pemakaian beton K300 dapat digunakan untuk bangunan bertingkat dari 3-5 lantai. Yang dimana memiliki nilai porositas pada umur 28 hari sebesar 14,60% dan 5,77% pada umur 91 hari dan daya serap sebesar 6,97% pada umur 28 hari dan 2,47% di umur 91 hari. Dimana potensi korosi beton berada pada rentang 90% risiko korosi berdasarkan pengujian Half-cell-potential (HCP) dan untuk pengujian migration test dan penetration depth masuk dalam kategori sedang (moderate).

**Kata Kunci :** Beton, Pasir pantai, dan Korosi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan dan perkembangan dunia konstruksi saat ini mengalami kemajuan sangat pesat, semakin tingginya kebutuhan akan pembangunan infrastruktur membuat pemakaian beton pun meningkat sehingga kriteria tentang beton juga berubah sesuai dengan perkembangan jaman dan kemajuan tingkat mutu beton yang dapat dicapai. Karena itu banyak bangunan yang menggunakan beton sebagai bahan utama dari struktur bangunan, beton juga memiliki kelebihan diantaranya adalah tahan api, tahan lama, kuat tekannya cukup tinggi serta mudah dibentuk ketika masih segar. Beton merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (Karkasa et al., 2022).

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terdiri dari semen Portland dan air. Pasta ini mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicor, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama (Saifuddin et al., 2014). Keunggulan dari beton adalah sangat kuat terhadap beban tekan, akan tetapi beton sangat lemah terhadap beban tarik karena beton memiliki sifat yang sangat getas.

Baja tulangan beton adalah baja yang berbentuk batang penampang lingkaran yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku billet dengan cara hot rolling. Baja tulangan yang terkorosi, volume karatnya lebih besar  $\pm 3$  kali dari volume bahan asalnya sehingga mengakibatkan keretakan pada beton (F, 2007). Korosi merupakan peristiwa alam yang terjadi pada logam dan dapat mengakibatkan kerusakan pada

konstruksi dilingkungan air laut seperti logam paduan yang sering terkena air dan udara yang mengandung percikan-percikan (kabut) dari air laut akan mempercepat terjadinya korosi (M & Magga, 2017). Terjadinya korosi pada tulangan beton mempengaruhi durability beton, durasi beton pada bangunan dapat berubah akibat terjadinya korosi yang berlebih mengakibatkan kerusakan dini pada beton atau memperpendek umur konstruksi. Untuk mengetahui tingkat korosi pada 3 baja tulangan beton, dilakukan metode pengujian yakni dengan *Half-cell potensial* (Lays et al., 2019).

Dasar dari pemikiran diatas kemudian dilakukan penelitian dengan uji eksperimental, untuk mengetahui pengaruh kekuatan dan durabilitas baja tulangan beton jika menggunakan pasir pantai dan air laut pada beton terhadap nilai kuat tekan dan korosi baja tulangan beton dengan umur perawatan beton selama 180 hari. Penelitian ini berfokus pada bagaimana pengaruh pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan beton dengan rencana K300 dengan FAS (Faktor Air Semen) 50%.

Maka dari itu penulis mengangkat sebuah judul tugas akhir yaitu :

**“KEKUATAN DAN DURABILITAS BAJA TULANGAN PADA BETON MENGGUNAKAN PASIR PANTAI DAN AIR LAUT”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan beton
2. Bagaimana porositas dan daya serap beton normal menggunakan pasir Pantai sebagai agregat halus dan pencampuran menggunakan air laut?
3. Bagaimana migration dan penetration depth beton normal menggunakan pasir Pantai sebagai agregat halus dengan pencampuran air laut?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir pantai dan air laut terhadap korosi baja tulangan beton dengan metode HCP?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka diperoleh tujuan penelitian berikut

1. Untuk mengetahui hasil kuat tekan beton normal menggunakan pasir Pantai sebagai agregat halus dengan pencampuran air laut
2. Untuk mengetahui nilai porositas dan daya serap beton menggunakan pasir Pantai dengan pencampuran air laut
3. Untuk mengetahui nilai migration dan penetration depth beton normal menggunakan pasir Pantai sebagai agregat halus dengan pencampuran air laut
4. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir pantai dan air laut terhadap korosi baja tulangan beton dengan metode HCP

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium terpadu universitas Sulawesi barat
2. Material agregat kasar (kerikil) ukuran 0,5-1cm dan 1-2cm yang digunakan berasal dari cv. Anato Grup yang berada di kecamatan duampanua, kabupaten pinrang, Sulawesi Selatan
3. Material agregat halus (pasir Pantai) yang digunakan berasal dari kecamatan pamboang, kabupaten majene sedangkan pasir Sungai berasal dari kecamatan mapilli, kabupaten polewali mandar, Sulawesi barat dengan ukuran butir yang lolos saringan no. 4 (6,35mm)
4. Semen yang digunakan adalah semen Portland komposit (PPC) tipe 1
5. Pada penelitian menggunakan air laut yang diambil di pesisir Pantai taman kota majene sebagai material pencampuran beton dan menggunakan air tawar yang diambil dari sumur bor laboratorium terpadu universitas Sulawesi barat yang digunakan untuk perawatan (*curing*) benda uji

6. Benda uji silinder dengan diameter 100mm tinggi 200mm untuk benda uji kuat tekan, porositas, dan silinder diameter 100mm dan tinggi 50 mm untuk migration test
7. Benda uji silinder dengan diameter 50mm tinggi 100mm dengan baja tulangan berdiameter 10mm untuk pengujian koros baja tulangan
8. Benda uji kubus dengan ukuran lebar 100mm tinggi 100mm dan Panjang 230mm dengan baja tulangan berdiameter 10mm sebanyak 3 buah dengan perencanaan tebal selimut beton 10mm, 20mm, dan 30mm untuk pengujian korosi baja tulangan
9. Pengujian kuat tekan di lakukan pada umur 7, 28, dan 91 hari. Berdasarkan SNI 1974-2011 dan SNI 03-1974-1990
10. Pengujian porositas dilakukan pada umur 28 hari berdasarkan ASTM C (642-97)
11. Pengujian migration test dilakukan pada umur beton 91 hari berdasarkan ASTM C-1202
12. Pengujian korosi baja tulangan beton dengan *metode half-cell Potential (H-CP)* berdasar ASTM C867-15 yang di uji setiap pekan
13. Mutu beton yang direncanakan ialah K300 (24,9 Mpa)
14. Faktor air semen yang digunakan ialah 50%

### **1.5 Manfaat penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat mengetahui pengaruh penggunaan pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan beton
2. Dapat mengetahui pengaruh penggunaan pasir pantai dan air laut terhadap korosi baja tulangan beton
3. Dapat mengetahui metode pengujian korosi baja tulangan beton dengan Half-cell Potensial.
4. Dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti selanjutnya khususnya dibidang ketekniksipilan

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Secara umum tulisan ini terbagi lima bab yaitu : Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metode Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab diatas :

### **BAB I Latar Belakang**

Bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan tentang tinjauan secara umum mengenai karakteristik beton dan material penyusun beton serta menjelaskan tentang pasir pantai dan air laut, durabilitas beton, korosi serta metode pengujian korosi Half-Cell Potensial.

### **BAB III Metode Penelitian**

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi tempat dan waktu penelitian, material penelitian, alat penelitian, prosedur kerja, metode percobaan, metode pengumpulan data, serta diagram alir penelitian.

### **BAB IV Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini merupakan penjabaran dari hasil-hasil pengujian kuat tekan beton dan korosi baja tulangan beton dengan menggunakan pasir pantai dan air laut

### **BAB V Penutup**

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai Analisa hasil yang diperoleh saat penelitian dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dan memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti mencantumkan hasil hasil peneliti terdahulu sebagai berikut:

1. “Durabilitas Baja Tulangan pada Beton Menggunakan Material Batu Gamping, Pasir Laut dan Air Laut dalam Campuran Beton” (Dahlia patah, Amry Dasar, & Amalia Nurdin.,2022). Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka ditarik kesimpulan bahwa Penggunaan pasir laut yang dicuci dengan menggunakan batu gamping 50% dan dicampur air laut dapat meningkatkan kekuatan hingga 50% dari beton normal dan resiko korosi sama dengan beton normal. Lebih lanjut, penggunaan air laut menurunkan nilai kuat tekan beton pada banyak kondisi, namun dapat meningkatkan kuat tekan pada penggunaan batu gamping 100%.
2. “Karakteristik Beton Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus” (Muhammad Rifki, Sri Haryanti Prasetiowati, Edy Maduqi, & Agustina Setyaningrum., 2023) Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka ditarik kesimpulan bahwa Beton dengan pasir pantai yang telah dicuci (benda uji benda uji B) mengalami penurunan sebesar 9,4% dari beton dengan pasir sungai (benda uji A). Untuk beton dengan menggunakan pasir pantai yang dicuci dengan menambah komposisi pasir pantai dan mengurangi komposisi kerikil (benda uji C) menyebabkan penurunan nilai kuat tekan beton sebesar 27,4% dari beton dengan pasir sungai (benda uji A) dan 19,86% dari benda uji B dengan pasir pantai yang dicucisehingga penambahan komposisi pasir pantai tanpa dicuci akan

menurunkan nilai kuat tekannya. Pada beton dengan pasir laut tidak dicuci dengan penambahan komposisi pasir pantai (benda uji D) nilai kekuatan beton mengalami penurunan sebesar 23,18% terhadap benda Uji A (beton normal dengan pasir sungai) dan 15,25 % terhadap benda uji B (beton dengan pasir laut yang dicuci).

3. “Pemanfaatan Pasir Pantai Sinjai Sebagai Bahan Material Alternatif Campuran Beton” (Mukti Maruddin, Baso Risaldi Asdin, & Muh. Thaariq Kemal Harsid., 2019) ) Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka ditarik kesimpulan bahwa Hasil nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh menggunakan material pasir pantai yang sebelum dicuci sebesar 16,306 Mpa dan sesudah dicuci sebesar 24,236 Mpa dan Hasil nilai kuat tarik rata-rata yang diperoleh oleh beton yang menggunakan material pasir pantai yang belum dicuci sebesar 1,98 Mpa dan sudah dicuci sebesar 2,12 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan beton serta kuat tarik belah beton diatas, didapatkan bahwa setelah dicuci mengalami kenaikan dibandingkan sebelum dicuci.
4. “Analisa Penggunaan Pasir Pantai Natal, Dengan Campuran Cangkang Buah Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal” ( Heprianto Sianturi, Mhd. Rahman Rambe, & Fithriyah Patriotika). Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka ditarik kesimpulan bahwa penurunan nilai kuat tekan beton yang menggunakan pasir pantai Natal dengan campuran cangkang buah sawit dari nilai kuat tekan beton normal yang menjadi pembandingnya. Kuat tekan rata-rata beton pada umur 7, 14, 28 hari dengan menggunakan pasir pantai dengan campuran cangkang buah sawit secara berturut turut sebesar 2,97 MPa, 4,87 MPa, 6,66 MPa. Kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 7, 14, 28 hari secara berturut turut sebesar 9,20 MPa, 7,56 MPa, 12,14 MPa untuk beton berbentuk silinder. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapati hasil penurunan mutu beton maka untuk beton yang menggunakan pasir pantai dengan campuran cangkang buah sawit agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan data penelitian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

2. Kuat tekan pada umur 7 hari sampel N-RS-SW memiliki nilai kuat sebesar 19,11 MPa dan pada sampel N-SS-SW sebesar 18,52 MPa. Pada umur 28 hari sampel N-RS-S sebesar 21,65 MPa, sampel N-SS-S sebesar 20,02 MPa. Pada umur 91 hari sampel N-RS-SW sebesar 21,79 MPa dan sampel N-SS-SW sebesar 25,95 MPa. Hal menunjukkan bahwa semakin bertambah usia beton dengan menggunakan pasir Pantai dapat meningkatkan kekuatan beton di bandingkan dengan pasir Sungai.
3. Porositas beton pada umur 28 hari sampel N-RS-SW memiliki nilai sebesar 15,03% dan sampel N-SS-SW sebesar 14,60%. Pada umur 91 hari sampel N-RS-SW sebesar 6,83% dan sampel N-SS-SW sebesar 5,77%. Pada pengujian daya serap sampel N-RS-SW memiliki nilai sebesar 7,26% dan sampel N-SS-SW sebesar 6,97% di umur 28 hari, pada umur 91 hari sampel N-RS-SW memiliki nilai sebesar 2,98% dan sampel N-SS-SW sebesar 2,47%. Berdasarkan pembahasan diatas penggunaan pasir Pantai dapat menurunkan nilai porositas dan daya serap beton hingga pada umur 91 hari, hal ini sejalan dengan nilai kuat tekan yang tinggi dan nilai porositas beton yang rendah
4. Nilai migration test berdasarkan muatan yang melewati coloumn pada sampel N-RS-SW yaitu 2478 c, pada sampel N-SS-SW yaitu 3702 c dari hasil tersebut penggunaan pasir Pantai dapat meningkatkan nilai penetrasi ion klorida. Semakin tinggi kategori penetration kloroda maka semakin cepat laju chloride masuk pada beton. Pada pengujian penetration depth pada sampel N-RS-SW yaitu 1.743 cm, dan sampel N-SS-SW yaitu 1.614 cm. penggunaan pasir Pantai menghasilkan nilai yang rendah dibandingkan dengan pasir Sungai.
5. Tingkat korosi baja tulangan metode HCP pada benda uji silinder 5x10 cm kriteria korosi sampel N-RSW-Sberada pada rens <-276 mV dengan kondisi

korosi (90% resiko korosi), pada sampel N-SS-SW berada pada ens 126 to -276 mV dengan kondisi korosi menengah. Untuk kubus dengan selimut beton 1 cm sampel N-RS-SW berada pada rens 126 to -276 mV dengan kondisi korosi menengah, pada sampel N-SS-SW berada pada rens <-276 mV dengan kondisi korosi tinggi (90% resiko korosi). Untuk kubus dengan selimut beton 2 cm untuk sampel N-RS-SW berada pada rens 126 to -276 mV dengan kondisi korosi menengah, sampel N-SS-SW berada pada rens <-276 mV dengan kondisi tinggi (90% resiko korosi). Dan pada kubus dengan selimut beton 3 cm sampel N-RS-SW dan N-SS-SW berada pada rens 126 to -276 mV dengan kondisi korosi menengah. Hal menandakan penggunaan pasir Pantai sebaiknya digunakan pada beton dengan tebal selimut lebih dari 3cm

## **5.2 Saran**

Dari penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka penulis menyimpulkan beberapa saran yaitu sebagai berikut:

1. Dalam proses pembuatan beton harus betul-betul memperhatikan mulai dari awal sampai dengan proses perawatan.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai penggunaan pasir Pantai dan air laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials [ASTM], 2015. C876 – 15, Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. s.l., ASTM.
- American Society for Testing and Materials [ASTM],2012. C1202-12, Metode Uji Standar Untuk Indikasi Listrik Kemampuan Beton Menolak Klorida Penetrasi Ion<sup>1</sup>.ASTM
- American Society for Testing and Materials [ASTM],2019. C 642-97, Metode Uji Standar Untuk Kepadatan,Penyerapan, Dan Rongga Pada Beton Keras<sup>1</sup>.ASTM.
- American Society for Testing and Materials [ASTM],C-150, Standard specification for Portland Cement . ASTM.
- American Society for Testing and Materials [ASTM], C-188, Standard specification for Concrete Aggregates. ASTM.
- Asroni,2010.“campuranbahanbeton”.[https://www.google.com/search?q=menurut+asroni+campuran+bahan+adalah&sca\\_esv=573190987&rlz](https://www.google.com/search?q=menurut+asroni+campuran+bahan+adalah&sca_esv=573190987&rlz).  
Diakses tanggal 3 juni 2023 pukul 09.00 WITA.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002. SNI 03-2847-2002, Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung. Jakarta, BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2015. SNI 2049:2015, Semen Portland. Jakarta,BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 1990. SNI 03-1968-1990, Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar. Jakarta, BSN. 98
- Badan Standardisasi Nasional, 2009. SNI 1972:2008, Cara uji slump beton.Jakarta, BSN
- Badan Standarisasi Nasional, 2089. SNI 03-2816-1992, Metode pengujian Organik dalam pasir untuk campuran mortar dan beton. Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2089. SNI 03-1971-1990, Metode pengujian kadar air agregat. Jakarta, BSN.

- Badan Standarisasi Nasional, 2011. SNI 1974-2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI-03-1969-1990, Kondisi agregat kasar atau agregat kasar sebelum dilakukan pencampuran harus kondisi SSD. Jakarta, BSN.
- Badan Standarisasi Nasional . SNI 2493-2011, Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Jakarta. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. SNI 7656:2012, Tata cara untuk pemilihan campuran untuk beton normal, berat beton dan massa. Jakarta. BSN.
- Bahar, 2004. "jenis-jenis beton". [https://www.google.com/search?q=menurut+bahar+dkk+jenis+beton+adalah&\\_esv](https://www.google.com/search?q=menurut+bahar+dkk+jenis+beton+adalah&_esv). Diakses pada tanggal 3 juni 2023 pukul 09.00 WITA.
- Dipohusodo, I. (1994). Struktur Beton Bertulang: Berdasarkan SK SNI T15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Gramedia pustaka utama.
- Gunaltum, 2004. "korosi baja tulangan". [https://www.google.com/search?q=menurut+Roberge+korosi+ada-lah&esc\\_esv](https://www.google.com/search?q=menurut+Roberge+korosi+ada-lah&esc_esv). Diakses pada tanggal 9 juni 2023 pukul 09.00 WITA.
- Muchlisin Riardi, 2019. "mekanisme korosi". [https://www.google.com/search?q=menurut+muckhsin+reaksi+korosi&sca\\_esv](https://www.google.com/search?q=menurut+muckhsin+reaksi+korosi&sca_esv). Diakses pada tanggal 3 juni 2023 pukul 09.00 WITA.
- Maruddin, M., Asdin, B. R., & Harsid, M. T. K. (2019). Pemanfaatan Pasir Pantai Sinjai Sebagai Bahan Material Alternatif Campuran Beton. Jurnal Teknik Sipil MACCA, 4(2), 138-143.
- Pamungkas, 2012. "industry pemecah baru". [https://www.google.com/search?q=menurut+pamungkas+2012+pengertian+beton+ada\\_id](https://www.google.com/search?q=menurut+pamungkas+2012+pengertian+beton+ada_id). Diakses pada tanggal 3 juni pukul 09.00 WITA.
- Patah, D., Dasar, A., & Nurdin, A. Durabilitas Baja Tulangan pada Beton Menggunakan Material Batu Gamping, Pasir Laut dan Air Laut dalam

Campuran Beton. MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL, 28(1), 109-117

Rifki, M., Prasetiowati, S. H., Masduqi, E., & Setyaningrum, A. (2023). KARAKTERISTIK BETON DENGAN CAMPURAN PASIR PANTAI SEBAGAI AGREGAT HALUS. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 23(1)

Roberge, 2004. "korosi baja tulangan". [https://www.google.com/search?q=menurut+Roberge+korosi+ada-lah&esc\\_esv](https://www.google.com/search?q=menurut+Roberge+korosi+ada-lah&esc_esv). Diakses pada tanggal 9 juni 2023 pukul 09.00 WITA

Setiyadi, S., & Abdusalam, A. (2019). Pengaruh Penggantian Agregat Halus Dengan Pasir Pantai Dan Penambahan Fly Ash Limbah Pembakaran Batubara Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton. *Teras*, 9(2), 57-67.

Ulinnuha, M., 2020. Pengertian dan Kelebihan Beton. <https://mitech-ndt.co.id/pengertian-dan-kelebihan-beton/> (Online). Diakses pada 3 Oktober 2023.

WISMAN, R. (2022). PENGARUH PEMANFAATAN PASIR LAUT SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT HALUS PADA BETON NORMAL (Doctoraldissertation, Universitas\_Muhammadiyah\_Mataram)