

Studi Eksperimental Kekuatan Tekan Beton Material Pasir Laut Sebagai Bahan Penyusun Beton Di Daerah Pesisir Dan Pulau-Pulau Terisolir

Adnan^{1*}, M. Jabir M², Rusvita³, Miswar T⁴,

Universitas Muhammadiyah¹²³⁴, Parepare, Indonesia

ferlywijaya774@gmail.com¹, jabirdiah@gmail.com², rusvitarusdam1206@gmail.com³,

tumpumiswar@gmail.com⁴

Informasi Artikel

E-ISSN : 3026-6874
Vol:2 No: 5 Mei 2024
Halaman: 283-293

Abstract

Indonesia is an archipelagic country, which we often find buildings according to the needs of the community. In conditions like this, it does not rule out the possibility of using sea sand as a constituent material for concrete, seeing the potential for such abundant sources of sea sand (fine aggregate). The purpose of this study is to analyze the compressive strength and tensile strength of sea sand (fine aggregate) concrete against river sand to be used as an alternative use of concrete constituent materials in coastal areas and isolated islands. The results of the compressive strength test of concrete by curing seawater soak for 28 days with a water cement ratio (*fas*) of 0.4 showed the average compressive strength results in river sand concrete of 35.00 Mpa and the average compressive strength results in sea sand (fine aggregate) concrete of 34.84 MPa. This result meets the standard of 30 ± 5 (MPa). While the difference in compressive strength test results on sea sand against river sand shows a difference that is not too significant. Tensile strength testing refers to SNI 03-2491-2002, the quality of concrete used is good and in accordance with the planning carried out at the age of 7 and 28 days using cylinders measuring 10 cm x 20 cm and the average tensile strength value at the 7-day immersion age of 1.8 MPa and the average tensile strength value at the 28-day soaking age of 2.02 Mpa. Tensile strength increases with age. This increase in concrete tensile strength increases the concrete's ability to withstand greater loads.

Keywords:

compressive strength
tensile strength
Curing seawater

Abstrak

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan, yang sering kita temukan bangunan-bangunan sesuai kebutuhan masyarakat. Dalam kondisi seperti ini tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan pasir laut sebagai material penyusun beton, melihat potensi sumber pasir laut yang begitu melimpah. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kuat tekan dan kuat tarik belah beton pasir laut terhadap pasir sungai untuk dijadikan alternatif penggunaan material penyusun beton didaerah pesisir dan pulau-pulau terisolir. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan curing rendam air laut selama 28 hari dengan faktor air semen (*fas*) 0,4 menunjukkan hasil kuat tekan rata rata pada beton pasir sungai sebesar 35,00 Mpa dan hasil kuat tekan rata rata pada beton pasir laut sebesar 34.84 MPa. Hasil ini memenuhi standar sebesar 30 ± 5 (MPa). Sedangkan perbedaan hasil pengujian kuat tekan pada pasir laut terhadap pasir sungai menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Pengujian kuat tarik belah mengacu pada SNI 03-2491-2002, mutu beton yang digunakan sudah baik dan sesuai dengan perencanaan yang dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 10 cm x 20 cm dan nilai kuat tarik belah rata-rata pada umur perendaman 7 hari sebesar 1,8 MPa dan nilai kuat tarik belah rata-rata pada umur perendaman 28 hari sebesar 2,02 MPa. Kuat tarik belah meningkat seiring dengan penambahan umur. Peningkatan kuat tarik belah beton ini meningkatkan kemampuan beton untuk menahan beban yang lebih besar.

Kata Kunci : Kuat tekan; Kuat tarik belah; Curing air laut

PENDAHULUAN

Negara Indonesia juga merupakan Negara kepulauan dalam arti bahwa di setiap titik lokasi, terdapat bangunan-bangunan yang terletak di daerah pantai seperti bangunan dermaga/pelabuhan, talut dan bangunan lain yang sering kita temukan sesuai dengan kebutuhan aktivitas masyarakat. Dalam kondisi seperti itu, tidak menutup kemungkinan bahwa kebutuhan akan agregat halus (pasir) sangat sulit untuk dijangkau khususnya pada daerah pesisir dan pulau-pulau terisolir.

Dari fenomena tersebut diatas, melihat potensi sumber pasir laut yang begitu melimpah maka ada pemikiran untuk menggunakan pasir laut sebagai bahan pencampuran beton, yang terkhusus pada lokasi-lokasi bangunan yang sering berinteraksi dengan air laut.

Salah satu aspek penting dari kekuatan beton bertulang adalah kekuatan tekan beton. Uji tekan dapat dilakukan dengan alat uji tekan. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan gaya tekan terhadap luas penampang.

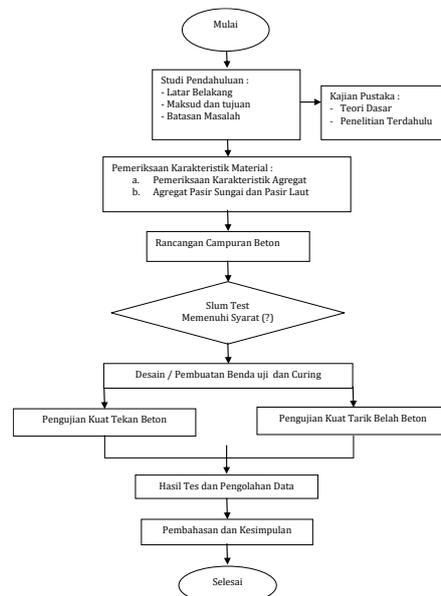
Penelitian ini dilaksanakan dalam upaya mencari alternatif untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik beton seperti nilai kuat tekan, kuat tarik belah yaitu dengan menjadikan pasir laut sebagai pengganti pasir sungai. Penelitian ini tidak memperhatikan efek yang ditimbulkan pasir laut terhadap tulangan pada beton.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan dua metode pengumpulan data yaitu :

- Studi pustaka, bertujuan memperoleh data sekunder melalui berbagai literatur seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian.
- Pemeriksaan dan pengujian sampel di laboratorium, yang bertujuan mendapatkan data primer yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Penelitian

2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Universal Testing Machine (Tokyo Testing Machine Inc.)* kapasitas 1000 kN.
- Data logger dan satu set komputer
- Mesin pencampur bahan (*mixer*),
- Cetakan berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm serta cetakan berbentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,
- Sekop,
- LVDT 25 mm,
- Neraca,
- Bak perendam,
- Meteran,

3. Bahan Penelitian (material Penyusun Beton)

Adapun material penyusun beton dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Semen PCC (*Portland Composite Cement*). Jenis semen diatur dalam SNI 15-7064-2004 mengenai semen portland komposit (PCC = *Portland Composite Cement*) yakni semen yang dibuat dari hasil penggilingan terak semen portland dan gips dengan bahan anorganik. Bahan anorganik yang dicampur dapat lebih dari satu macam misalnya terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur dan sebagainya. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen Portland komposit. Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti : pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton.
- 2) Agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari Bili-bili. Berdasarkan SNI 03-2847-2013, agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton atau adukan semen hidrolis. Agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Pada beton konvensional, agregat menempati 70% sampai 75% dari total volume beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat (Edward G. Nawy, 1998:14). Sifat agregat bukan hanya mempengaruhi sifat beton, akan tetapi juga mempengaruhi ketahanan (*durability*, daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencairan).
- 3) Agregat halus (pasir sungai) yang berasal dari Bili-bili, dan (pasir laut) yang berasal dari Pantai Barombong.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

- Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

Tabel 1. Syarat-syarat gradasi agregat halus

| Ukuran Saringan (mm) | Presentasi Lolos Saringan (%) |
|-------------------------|----------------------------------|
| 9,5 | 100 |
| 4,75 | 95 - 100 |
| 2,36 | 80 - 100 |
| 1,18 | 55 - 85 |
| 0,60 | 25 - 60 |
| 0,30 | 10 - 30 |
| 0,15 | 2 - 10 |

(Sumber: *Concrete Technology*, AM. Neville & J.J Brooks)

- 4) Air. Air yang digunakan adalah air laut Pantai Barombong yang telah diteliti kandungannya di Laboratorium Oceanografi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

4. Perilaku Mekanis Beton

Dalam pembuatan beton selalu diperhatikan sifat-sifat dari beton yang kita inginkan. Sifat utama dan umum kita kehendaki adalah sifat-sifat mekanis beton. Hal ini mempengaruhi kita dalam perhitungan dan pembuatan campuran beton. Sifat-sifat mekanis beton dapat dikaitkan dengan dua kondisi, yakni beton masih baru dan encer yang sering disebut beton segar, dan beton dengan kondisi yang sudah mengeras.

Perilaku mekanis beton keras tidak jauh dari kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang lebih daktail, kekedapan air dan udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang.

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan beton normal antara 20 - 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh: faktor air semen (*water cement ratio = w/c*), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (*workability*), perawatan (*curing*) beton dan umur beton. Kuat tekan beton diwakili oleh perbandingan kuat tekan maksimum dengan luas tampang silinder beton dengan satuan N/mm². Kuat tekan beton ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai campuran lainnya. Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama dalam menentukan kuat tekan beton. Berdasarkan SNI 1974:2011, kuat tekan beton dihitung dengan membagi kuat tekan maksimum yang diterima benda uji selama pegujian dengan luas penampang melintang.

Berdasarkan SNI 03-2491-2002, Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tekan belah dari silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya. Kekuatan tarik belah beton relatif rendah, nilai kuat tekan dan tarik belah beton tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Kekuatan tarik lebih sulit diukur dibandingkan dengan kekuatan tekan karena masalah penjepitan pada mesin. Pengujian kuat tarik beton dilakukan melalui pengujian *split cylinder*. Konstruksi beton yang dipasang mendatar sering menerima beban tegak lurus sumbu bahannya dan sering mengalami rekahan (*splitting*). Hal ini terjadi karena daya dukung beton terhadap gaya lentur tergantung pada jarak dari garis berat beton, makin jauh dari garis berat beton maka makin kecil daya dukungnya. Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai *split cylinder strength*.

5. Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum pembuatan benda uji beton, dilakukan pengujian terhadap karakteristik agregat halus dan agregat kasar. Pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

6. Rasio air-semen digunakan 0,40

7. Perawatan (*Curing*) benda uji

Untuk semua benda uji dilakukan perawatan (*curing*) yaitu *curing* rendam, yang dimaksud *curing* rendam yaitu benda uji direndam dengan menggunakan air laut sesuai umur pengujian.

8. Pengujian benda Uji,

Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari.

1) Pengujian Kuat tekan beton

Berdasarkan SNI 1974:2011, kuat tekan beton dihitung dengan rumus:

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

Dimana:

| | |
|-------|--|
| $f'c$ | = Kuat tekan beton dengan benda uji silinder (Mpa) |
| P | = Gaya tekan aksial (Newton, N) |
| A | = Luas penampang benda uji (mm ²) |

2) Pengujian Kuat tarik belah beton

Berdasarkan SNI 03-2491-2002, Kuat tarik belah beton dihitung dengan rumus:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dimana:

- f_{ct} = Kuat tarik belah (kg/cm²)
 P = Beban pada waktu belah (kg)
 L = Panjang benda uji silinder (cm)
 D = Diameter benda uji silinder (cm)

9. Pedoman yang digunakan adalah SNI (Standar Nasional Indonesia).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik Agregat halus (Pasir Sungai)

| NO. | Karakteristik Agregat | Pasir Sunagi | Batu Pecah |
|-----|-------------------------|----------------|---------------|
| 1 | Diameter | 0,14 – 5 mm | 5,01 - 20 mm |
| 2 | Modulus Kehalusan | 2,61 | 8.10 |
| 3 | Berat Jenis Spesifik* | | |
| | a. BJ. Nyata | 2.47 | 2.63 |
| | b. BJ. Dasar Kering | 2.76 | 2.82 |
| | c. BJ. Kering Permukaan | 2.52 | 2.70 |
| 4 | Penyerapan Air | 1.75% | 2.57 % |
| 5 | Berat Volume | | |
| | a. Kondisi Lepas | 1.43 | 1.80 |
| | b. Kondisi Padat | 1.74 | 1.90 |
| 6 | Kadar Air | 2,35 | 1,69 - 4.40 % |
| 7 | Kadar Lumpur | 1,50% | 0.50 % |
| 8 | Kadar Organik | No. 1 (Rendah) | - |

Tabel 3. Karakteristik Agregat halus (Pasir laut)

| NO. | Karakteristik Agregat | Pasir Laut | Batu Pecah |
|-----|-------------------------|----------------|--------------|
| 1 | Diameter | 0,14 – 5 mm | 5,01 - 20 mm |
| 2 | Modulus Kehalusan | 1.50 | 8.10 |
| 3 | Berat Jenis Spesifik* | | |
| | a. BJ. Nyata | 2.41 | 2.63 |
| | b. BJ. Dasar Kering | 2.56 | 2.82 |
| | c. BJ. Kering Permukaan | 2.47 | 2.70 |
| 4 | Penyerapan Air | 2.46% | 2.57 % |
| 5 | Berat Volume | | |
| | a. Kondisi Lepas | 1.42 | 1.80 |
| | b. Kondisi Padat | 1.69 | 1.90 |
| 6 | Kadar Air | - | 4.40 % |
| 7 | Kadar Lumpur | 1,50% | 0.50 % |
| 8 | Kadar Organik | No. 1 (Rendah) | - |

Berdasarkan tabel 2 dan tabel 3 karakteristik agregat terlihat bahwa material yang digunakan layak sebagai material penyusun beton.

B. Rancangan Campuran Beton (*Mix Design Concrete*)

Rancang campuran beton (*mix design*) yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada metode DOE (*Development of Environment*). Kuat tekan beton yang ditargetkan sebesar $f'c = 30$ MPa dengan nilai slump rencana adalah $10 \pm 2,5$ cm. Tabel 4. memperlihatkan komposisi campuran beton.

Tabel 4. Komposisi campuran 1 m³ dengan $f'c = 30$ Mpa

| No. | Material (kg) | Jenis Beton | |
|-----|---------------|--------------|------------|
| | | Pasir Sungai | Pasir laut |
| 1 | Air | 204.12 | 204.12 |
| 2 | Semen | 512.50 | 512.50 |
| 3 | Pasir | 477.30 | 477.30 |
| 4 | Kerikil | 1099.29 | 1099.29 |

C. Pengujian *Slump Test*

Untuk pengujian *slump test* pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada gambar 1. dan hasil pengujian *slump test* untuk beton dapat dilihat pada tabel 5.



Gambar 1. Pengujian *Slump Test* Beton pasir sungai



Gambar 2. Pengujian *Slump Test* Beton pasir laut

Nilai *slump* yang memenuhi batas syarat nilai *slump test* rencana untuk beton yaitu $10 \pm 2,5$ cm dengan mutu beton rencana $f'c = 30$ MPa. *Slump Test* Beton pasir sungai 9 cm dan *Slump Test* Beton pasir laut yaitu 10 cm.

D. Perawatan benda uji

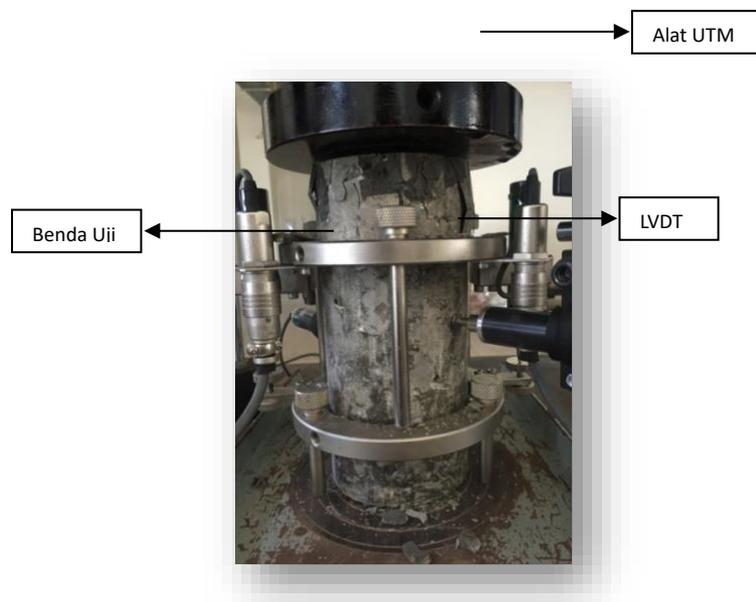
Untuk semua benda uji dilakukan perawatan (*curing*) yaitu *curing* rendam yaitu benda uji direndam dengan menggunakan air laut sesuai umur pengujian selama 7 hari dan 28 hari.

E. Pengujian benda Uji,

Pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974:2011. Pengujian kuat tekan (f'_c) beton silinder dengan curing rendam selama 28 hari sebagai kontrol kuat tekan beton yang direncanakan.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan beton

| No. Sampel | Umur (hari) | Luas (mm ²) | Kuat Tekan (MPa) | Kuat Tekan Rata-rata (Mpa) |
|------------|-------------|-------------------------|------------------|----------------------------|
| 1 | 28 | 22500 | 32.66 | 35.00 |
| 2 | | 22500 | 34.60 | |
| 3 | | 22500 | 37.74 | |



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan Beton Pasir sungai

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton pasir laut

| No. Sampel | Umur (hari) | Luas (mm ²) | Kuat Tekan (MPa) | Kuat Tekan Rata-rata (Mpa) |
|------------|-------------|-------------------------|------------------|----------------------------|
| 1 | 7 | 7850 | 17.92 | 17.91 |
| 2 | | 7850 | 18.12 | |
| 3 | | 7850 | 17.68 | |
| 1 | 28 | 7850 | 34.92 | 34.84 |
| 2 | | 7850 | 33.91 | |
| 3 | | 7850 | 35.68 | |

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan curing rendam air laut selama 28 hari dengan faktor air semen (*fas*) 0,4 pada tabel 5 (beton pasir sungai) dan tabel 6 (beton pasir laut) menunjukkan hasil kuat tekan rata rata pada beton pasir sungai sebesar 35,00 Mpa dan hasil kuat tekan rata rata pada beton pasir laut sebesar 34.84 MPa. Hasil ini memenuhi standar sebesar 30 ± 5 (MPa). Sedangkan perbedaan hasil pengujian kuat tekan pada pasir laut terhadap pasir sungai menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan.



Gambar 4. Pengujian Kuat Tekan Beton Pasir Laut

Pengujian kuat tarik belah mengacu pada SNI 03-2491-2002, dilakukan untuk mengetahui apakah mutu beton yang digunakan sudah baik dan sesuai dengan perencanaan yang dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 10 cm x 20 cm dan nilai kuat tarik belah rata-rata pada umur perendaman 7 hari sebesar 1,8 Mpa dan nilai kuat tarik belah rata-rata pada umur perendaman 28 hari sebesar 2,02 Mpa

Kuat tarik belah meningkat seiring dengan penambahan umur. Peningkatan kuat tarik belah beton ini meningkatkan kemampuan beton untuk menahan beban yang lebih besar.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Pasir Laut

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton pasir laut terhadap pasir sungai dengan curing rendam air laut selama 28 hari dengan faktor air semen (*fas*) 0,4 menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan pada pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 1974:2011 sebesar 0,46% pasir laut terhadap pasir sungai. Pengujian kuat tarik belah mengacu pada SNI 03-2491-2002,

kuat tarik belah meningkat seiring dengan penambahan umur, mutu beton yang digunakan sudah baik dan sesuai dengan perencanaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan pencampuran beton dengan menggunakan pasir laut; dan dapat memberikan informasi dan menjadi salah satu referensi dalam melakukan penelitian lanjutan tentang nilai kuat tekan beton material pasir laut; serta sebagai referensi bagi pekerja konstruksi yang berada pada daerah pesisir dan pulau-pulau terisolir untuk mempertimbangkan penggunaan pasir laut.

REFERENCES

- Nawy, E.G., 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Refika Aditama, Bandung
- Nawy Edward.G.2010. *Beton Bertulang-Suatu Pendekatan Dasar*, Cetakan Keempat. Bandung. Refika Aditama.
- Vis, W.C. & Kusuma Gideon, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*.Erlangga, Jakarta.
- Wang, C.K. dan Salmon, C.G., 1993, *Desain Beton Bertulang*, Edisi Ke-4, Jilid 1,Erlangga, Jakarta.
- Neville. A. M.. *Properties and Concrete*4th Edition. Prentice Hall. London.
- Neville, A. M. 2005. *Properties of Concrete*. Prentice Hall. Malaysia.
- ASTM Standard C 150-07. 1990. *Standard Specification for Portland Cement (ASTM C 150-07)*. USA: ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847- 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : DewanStandarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.1996.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 4169-1996 Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison dengan Kompresor Ekstensometer*. Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.1998.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 4810-1998 Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan*.Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.2002.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 2834-2002 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton*.Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.2002.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.2002.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 2834-1993 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.2002.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 03- 6821-2002 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional.2011.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 1974- 2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Pt T-37-2000-C *Tata Cara Penilaian dan Penerimaan Beton Normal Selama Pelaksanaan Bangunan*.Jakarta:Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Standar Nasional Indonesia*.2004.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2049- 2004 Semen Portland*.Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia*.2004.*Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-7064- 2004 Semen Portland Komposit*.Jakarta:Dewan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 1990. *Metode Pengujian KuatTekan Beton (SNI 03-1974-1990)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI03-2834-2000)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2004. *Semen Portland Pozzolan (SNI 15-0302-2004)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2004. *Semen Portland Komposit (SNI 15-7064-2004)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2002. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2002. *Stateof the Art Reporton Fiber Reinforced Concrete (ACI 544)*. ACI 544.1-96 became

effective November 18, 1996. This report supercedes ACI544.1R-82(86). Copyright © 2001, American Concrete Institute.

- Tjaronge.M.W. 2012. Semen dan Beton Beronnga. Makassar: Telaga Zam- Zam.
- Del Viso.J.R, Carmona.J.R, G. Ruiz.2007.Shape and size effects on yhe compressive strength of high-strenght concrete.Journal of Cement And Concrete Research 38 (2008) 386-395.
- Natsir, Isnawaty. 2012. Pengaruh Variasi Lekatan Tulangan Ulir Terhadap Beton Self-Compacting Concrete (SCC) Dengan Styrofoam. Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Sipil. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- M. Wihardi Tjaronge, Rudy Djamaluddin, Fatriady, Amirullah.2011. Effect Of Sea Water On The Strength Of Porous Concrete Containing Portland Composite Cement and Microfilament Polypropylene Fiber. Asian and Pacific Coasts (APAC 2011) Hal. 2100. Hongkong, China.
- M. Wihardi Tjaronge. 2012. Teknologi Bahan Lanjutan Semen dan Beton Berongga.CV. Telaga Zamzam. Makassar.
- M. W. Tjaronge, R. Irmawaty, S. A. Adisasmita, A. Amiruddin, Hartini. Compressive Strength and Hydration Process of Self Compacting Concrete (SCC) Mixed with Sea Water, Marine Sand and Portland Composite Cement". Advanced Materials Research, Vol. 935, pp. 242-246, 2014.
- Erniati, M.W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, Victor Sampebulu. 2015. Compressive Strength and Slump Flow Of Self Compacting Concrete Uses Fresh Water and Sea Water. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol.10, No. 6, April 2015, hal. 2373-2377. ISSN 1819-6608.
- Adiwijaya, H. Hamada, Y. Sagawa danD. Yamamoto, 2014. Effect of Mineral Admixtures On Corbonation Of Seawater Mixed Concrete. The 6th International Conference of Asian Concrete Federation. Seoul, Korea.
- Adiwijaya, H. Hamada, Y. Sagawa danD. Yamamoto, 2014. Effects of Mix Propotions and Curing Conditions on Strength Performance of Seawater-Mixed Fly Ash Concrete. 第68回セメント技術大会講演要旨 2014Graduate School of Engineering, Kyushu University Faculty of Engineering, Kyushu University, Jepang.
- Otsuki, Nobuaki. 2011. Possibility Of Sea Water As Mixing Water In Concrete. Conference on Our World in Concrete & Structures. Tokyo Institute of Technology, Japan.
- Mohammed, T.U., Hamada, H. and Yamaji, T. 2004. Performance of seawater-mixed Concrete in the Tidal Environment. Cement and Concrete Research 34 : 593-603. Japan.
- Madjid Akkas, a.m. Arwin. 2011. Studi Lekatan Tulangan Deform Pada Beton Dengan Penambahan Additive Superplasticizer. Prosiding 2011 Vol. 5. ISBN : 978-979-127255-0-6. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Hasanuddin, Makassar.

