

Optimasi Pemanfaatan Air Laut Pada Konstruksi Beton Sebagai Efisiensi Penggunaan Air Tawar

*Herlina Arifin¹, Muhammad Nur Fajar², Syafilla Aning Saba³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong Jl. Pendidikan No.27 Kelurahan Klabulu, Malaimsimsa

^{*)}herlinaafn22@gmail.com; muhammad.n.fajar53@gmail.com; syafillaasaba25@gmail.com

Abstract

Most of the current infrastructure in the wider community comes from concrete construction. It cannot be denied that concrete construction is the most popular choice in many developments, due to its long-lasting ability and efficient level of various factors. To reduce dependence on the use of clean fresh water in any concrete construction and facilitate access to coastal areas where clean fresh water is difficult, it is necessary to consider the use of sea water as a concrete construction mixture by looking at the concrete strength qualifications. Based on the results of previous research, the use of sea water resulted in a decrease in the compressive strength of concrete, so additional materials were added in the form of superplasticizers as an effort to increase the compressive strength of concrete. The method in this research uses experimental methods in the laboratory by testing the compressive strength of concrete variations of normal concrete (control), sea water concrete, sea water concrete + SP 0.5%, sea water concrete + SP 0.75%, sea water concrete + SP 1%, and seawater concrete + SP 1.25% with soaking for 28 days. The results show that for comparison with normal concrete, the seawater + SP 1.25% concrete variation is the concrete with the best variation based on the results of the concrete compressive strength test.

Keywords: Sea_Water_Concrete, Concrete_Compressive_Strength, Sea_Water, Sea_Water_Optimization, Concrete_Innovation

Abstrak

Berbagai infrastruktur kini dalam lingkungan masyarakat luas sebagian besar berasal dari konstruksi beton. Tidak dapat dipungkiri bahwa konstruksi beton merupakan pilihan yang paling laris dalam banyak pembangunan, disebabkan oleh kemampuan dalam bertahan lama dan tingkat efisien dari berbagai faktor. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan air tawar bersih pada setiap konstruksi beton serta kemudahan akses untuk wilayah pesisir yang sulit akan air tawar bersih maka perlu dipertimbangkan penggunaan air laut sebagai campuran konstruksi beton dengan melihat kualifikasi kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu bahwa penggunaan air laut mengakibatkan penurunan kuat tekan pada beton sehingga ditambahkan bahan tambah berupa superplasticizer sebagai upaya peningkatan kuat tekan beton. Metode pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental pada laboratorium dengan melakukan uji kuat tekan beton variasi beton normal (control), beton air laut, beton air laut + SP 0,5%, beton air laut + SP 0,75%, beton air laut + SP 1%, dan beton air laut + SP 1,25% dengan perendaman selama 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa untuk perbandingan dengan beton normal maka beton variasi beton air laut + SP 1,25% merupakan beton dengan variasi yang paling terbaik berdasarkan hasil uji kuat tekan beton.

Kata Kunci: Beton_Air_Laut, Kuat_Tekan_Beton, Air_Laut, Optimasi_Air_Laut, Inovasi_Beton

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menjadi aspek penting dalam mempercepat laju pembangunan nasional di Indonesia (Zhang K, Zhang Q, Lin W, Ou J, 2024). Salah satu konstruksi yang sering digunakan adalah konstruksi beton (Guo M, Hu B, Xing F, Zhou X, Sun M, Sui L, DKK, 2020). Beton kini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan untuk memenuhi kebutuhan industri properti dan bangunan sipil (Sri Umiati¹, Rendy Thamrin² NH, 2019). Beton juga merupakan bahan yang paling banyak dikonsumsi di dunia selain air (Tata A., 2019). Pada tahun 2016, jumlah perkiraan beton produksinya sekitar 25 miliar ton (Irmawaty R, Tjaronge MW, 2021). Kekhawatiran ketersediaan sumber daya air semakin meningkat terutama dalam beberapa tahun terakhir karena jumlah penarikan di beberapa wilayah telah melebihi batasnya sumber daya alam yang terbarukan. Konsumsi air meningkat dua kali lipat angka populasi global (Zulkarnain F, Kamil B, Utara S, Kapten Mukhtar Basri No J, 2021). Data PBB dan organisasi meteorologi dunia memprediksi sekitar 5 miliar orang akan kekurangan air bersih bahkan air minum pada tahun 2025 (Hua Y, Yin S, Peng Z, 2020). Air yang berlebihan dalam pembuatan beton membebani sumber daya air setempat, terutama di lokasi yang

kekurangan air menjadi sebuah masalah (Miller SA, Horvath A, Monteiro PJM, 2018). Bumi mungkin terdiri dari 70% air, namun planet biru hanya terdiri dari 2,5% air tawar. Oleh karena itu, air tawar adalah salah satu sumber daya alam paling berharga di bumi, dan perlindungannya merupakan tantangan utama demi kemajuan umat manusia di masa depan. Menjadi semakin mendesak untuk mencari sumber alternative lain agar dapat menghemat sumber daya air tawar, contohnya seperti alternative air laut (Teng JG, Xiang Y, Yu T, Fang Z, 2019). Selain itu, kota-kota pesisir sangat bergantung pada pesisir dan infrastruktur laut untuk pembangunan sosial ekonomi (Ghazal AI, El-Sheikh MY, Abd El-Rahim AH, 2021). Dengan menggunakan air laut sebagai pengganti air tawar bersih maka akan meningkatkan dan memudahkan pembangunan konstruksi beton pula pada daerah pesisir. Konstruksi beton memiliki kemampuan kuat tekan yang baik (Zilkifli F, Md Noor N, 2023). Kinerja mutu beton salah satunya berada pada nilai kuat tekannya, sehingga beton harus di rencanakan sebaik mungkin (M W Tjaronge, Rita Irmawaty, Ivani Cicilia Marthin, 2016), (Vafaei D, Hassanli R, Ma X, Duan J, Zhuge Y, 2021). Sehingga penelitian ini mengutamakan mutu beton untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Dengan metode eksperimen yang dilakukan pada Laboratorium, akan diberikan tambahan zat *Additive (Superplasticizer)* yang

berfungsi sebagai metode untuk peningkatan mutu beton air laut.

METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dan ada beberapa tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

Pengujian Karakteristik Material

Pengujian karakteristik agregat untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi atau tidak. Pemeriksaan karakteristik agregat meliputi pengujian berat jenis, penyerapan air, berat isi, analisis ukuran butir, kadar lumpur, dan keausan dengan mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI).

Pembuatan *Job Mix Design* (JMD) Benda Uji Beton

Perencanaan JMD dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. MD berfungsi untuk menentukan apakah rencana campuran beton layak atau tidak. Hasil *mix design* ini adalah perbandingan bahan-bahan dalam beton untuk benda uji yang akan dicetak.

Pembuatan Benda Uji Beton

Pada tahapan ini dilakukan cetak benda uji beton berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm dimana kuat tekan rencana adalah f'_c 24 MPa. Benda uji yang dicetak memiliki variasi beton normal, beton air laut, beton air laut + SP 0.5%, beton air laut + SP 0.75%, beton air laut + SP 1%, beton air laut + SP 1.25%. Dengan masing-masing jumlah variasi sebanyak 3 benda uji.

Perawatan Benda Uji Beton (*Curing*)

Benda uji yang telah dicetak kemudian akan dilakukan proses *curing* hingga beton berumur 28 hari pada bak khusus *curing* di laboratorium. *Curing* beton adalah proses perawatan beton yang bertujuan untuk menjaga kelembaban beton agar tetap dalam kondisi yang baik selama periode pematangan atau pengerasan.

Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Beton

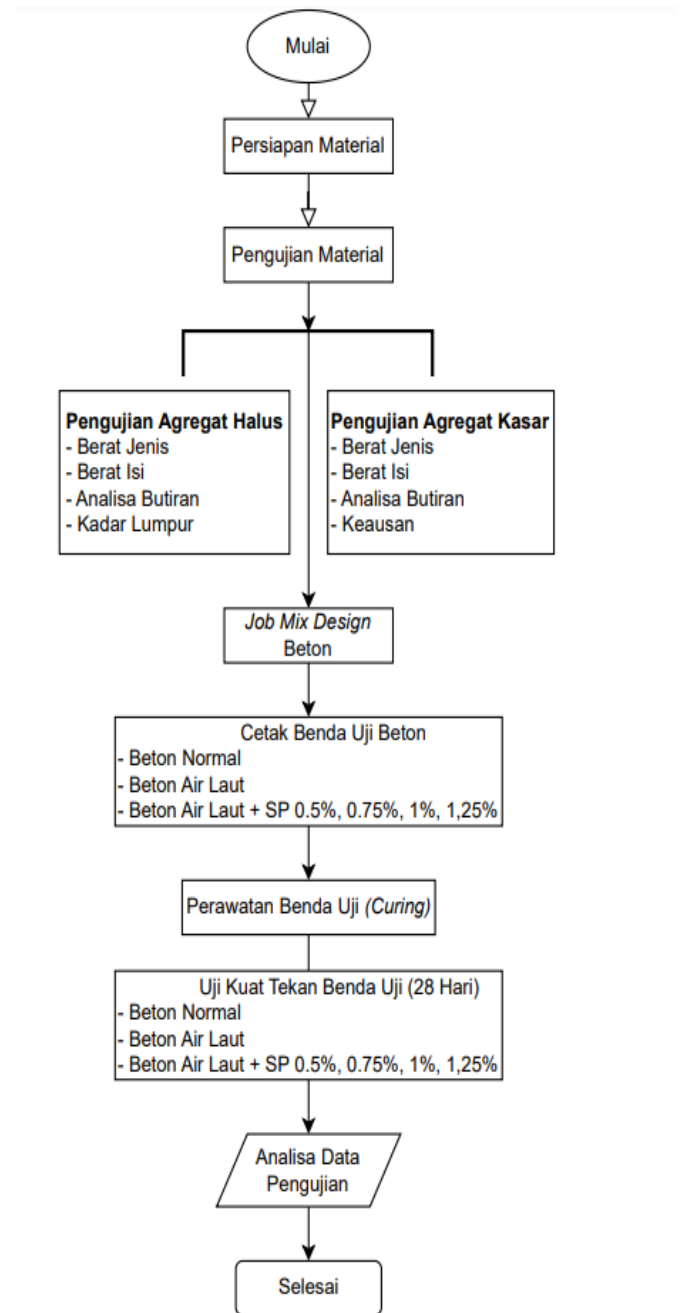
Benda uji yang telah berumur 28 hari diuji kuat tekannya dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan. Alat tersebut akan memberikan beban maksimal sehingga benda uji tidak bisa lagi menahan beban dari alat tersebut. Persamaan untuk menghitung nilai kuat tekan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

- σ : Kuat tekan (MPa)
- A : Luas penampang benda uji (mm²)
- P : Gaya tekan (N)

Tahapan penelitian tergambar pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Herlina (2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Job Mix Design Benda Uji

Dari hasil perhitungan rancangan *Job Mix Design* untuk benda uji beton yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Campuran Benda Uji Beton

Benda Uji	Agregat Halus	Agregat Kasar	Semen	Air Tawar	Air Laut	Superplasticizer (Kg/L)
Beton Normal	23.41	39.87	14.63	7.50	-	-
Beton Campuran Air Laut	23.41	39.87	14.63	-	7.50	-
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 0,5%	23.41	39.87	14.63	-	6.94	0.56
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 0,75%	23.41	39.87	14.63	-	6.66	0.84
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 1%	23.41	39.87	14.63	-	6.38	1.12
Beton Campuran Air Laut + Superplasticizer 1,25%	23.41	39.87	14.63	-	6.09	1.41

Sumber: Hasil *Job Mix Design* (2024)

Pada Tabel 1 merupakan komposisi campuran untuk benda uji variasi beton normal, beton campuran air laut dan beton campuran air laut + superplasticizer 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% dengan masing-masing terdiri dari 3 benda uji. Pada beton campuran air laut + superplasticizer terdapat pengurangan air terhadap persentase superplasticizer yang digunakan.

Kuat Tekan Beton



Gambar 2. Uji Kuat Tekan Beton Silinder
Sumber: Pengujian (2024)

Benda uji beton silinder ukuran 15 cm x 30 cm berumur 28 hari di uji kuat tekannya dengan hasil rekap nilai kuat tekan beton sebagai berikut:

Tabel 2. Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Air Laut

Benda Uji	Kuat Tekan Rerata 28 Hari (MPa)
Beton Normal	23.96
Beton Air Laut	19.43

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton terlihat pada Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rerata beton pada umur 28 hari memiliki nilai yang lebih tinggi pada beton normal sebesar 23.96 MPa namun mengalami penurunan kuat tekan pada variasi beton dengan campuran air laut dengan nilai 19.43 Mpa.

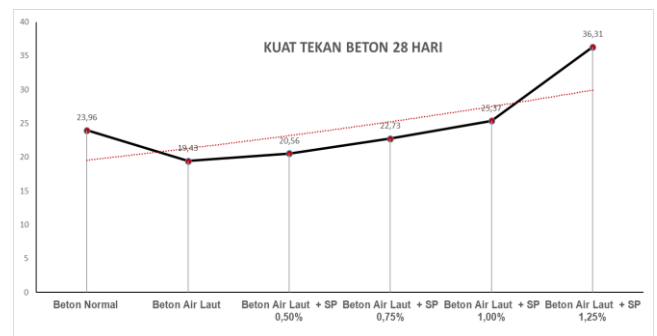
Penurunan kuat tekan pada beton dengan campuran air laut disebabkan oleh faktor *salt damage* yang terjadi sehingga sebagai optimasi peningkatan mutu kuat tekan beton air laut diberikanlah bahan tambah pada beton yaitu superplasticizer dengan variasi 0.5%, 0.75%, 1%, dan 1,25%.

Tabel 3. Kuat Tekan Beton

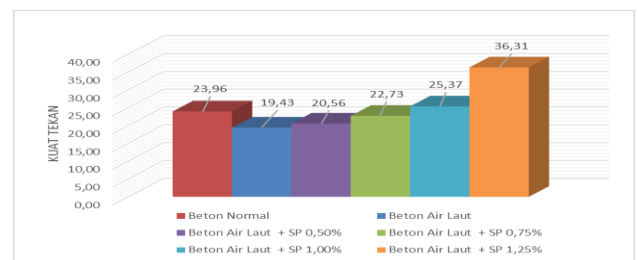
Benda Uji	Kuat Tekan Rerata 28 Hari (MPa)
Beton Normal	23.96
Beton Air Laut	19.43
Beton Air Laut + Superplasticizer 0,5%	20.56
Beton Air Laut + Superplasticizer 0,75%	22.73
Beton Air Laut + Superplasticizer 1%	25.37
Beton Air Laut + Superplasticizer 1,25%	36.31

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Pada Tabel 2 diatas menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari dimana nilai rerata kuat tekan pada benda uji mengalami peningkatan seiring penambahan persentase dari campuran superplasticizer di dalamnya. Dan apabila dibandingkan untuk variasi paling mendekati dengan beton normal adalah hasil nilai kuat tekan dengan benda uji variasi beton air laut + *superplasticizer* 1% dengan hasil kuat tekan sebesar 25.37 MPa dan memiliki selisih 1.41 MPa lebih tinggi dibandingkan beton normal yaitu sebesar 23.96 MPa



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton 28 Hari
Sumber: Hasil Penelitian (2024)



Gambar 4. Diagram Kuat Tekan Beton 28 Hari
Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Berdasarkan hasil rekap Gambar 3 dan Gambar 4 diatas menunjukkan bagaimana perbandingan setiap variasi benda uji dalam bentuk grafik dan diagram balok dimana kuat tekan mengalami peningkatan pada penambahan variasi *superplasticizer* di beton campuran air laut. Hasil kuat tekan tertinggi ada pada variasi beton campuran air laut + *superplasticizer* 1,25% sebesar 36,31 MPa. Dan hasil kuat tekan pada variasi beton campuran air laut dengan persentase 1% yaitu sebesar 25.37 MPa merupakan yang paling optimal bila dibandingkan dengan beton normal yaitu kuat tekan sebesar 23.96 MPa.



Gambar 5. Benda Uji Setelah Pengujian
Sumber: Hasil Penelitian (2024)

KESIMPULAN

$$P(N_{ij} = n_{ij}) = P(n_{ij}) = \frac{\exp(-l_{ij}) l_{ij}^{n_{ij}}}{n_{ij}!}$$

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan hingga tahap analisa data diperoleh kesimpulan bahwa nilai rerata kuat tekan beton dengan variasi beton air laut + SP 1% merupakan variasi yang paling optimal memiliki keselarasan yang tidak terlalu jauh bila di bendaingkan dengan beton normal. Adapun variasi beton air laut + SP 1.25% memiliki hasil rerata kuat tekan yang sangat tinggi melampaui beton normal sedangkan untuk variasi beton air laut ataupun beton air laut dengan campuran SP lainnya masih di bawah nilai kuat tekan beton normal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sorong yang telah memberikan banyak dukungan moril kepada penulis selama penelitian. Dan terima kasih yang mendalam lainnya penulis sampaikan kepada **Kemendikbudristekdikti** yang telah memberikan penulis kesempatan untuk berhasil mendapatkan dana **Hibah Bima dengan Skema Penelitian Dosen Pemula Afirmasi 2024** sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian ini dari awal hingga akhir dengan sangat baik dan dimudahkan. Besar harapan penulis agar penelitian ini dapat berkembang dan bermanfaat bagi banyak pihak terutama pada sasaran penulis pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad SB. Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *INTEK J Penelit.* 2018;5(1):48.
- Ghazal AI, El-Sheikh MY, Abd El-Rahim AH. Effects of seawater on setting time and compressive strength of concretes with different richness. *Civ Eng J.* 2021;7(5):857–65.
- Guo M, Hu B, Xing F, Zhou X, Sun M, Sui L, et al. Characterization of the mechanical properties of eco-friendly concrete made with untreated sea sand and seawater based on statistical analysis. *Constr Build Mater* [Internet]. 2020;234:117339. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117339>
- Hua Y, Yin S, Peng Z. Crack development and calculation method for the flexural cracks in BFRP reinforced seawater sea-sand concrete (SWSSC) beams. *Constr Build Mater* [Internet]. 2020;255:119328. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820313337>
- Irmawaty R, Tjaronge MW. Effect of Seawater as Mixing Water on the Mechanical Properties of Mortar and Concrete. *ConCERN (Conference Civ Eng Res Networks)* 2014. 2014;61–4.
- Miller SA, Horvath A, Monteiro PJM. Impacts of booming concrete production on water resources worldwide. *Nat Sustain* [Internet]. 2018;1(1):69–76. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-017-0009-5>
- M W Tjaronge, Rita Irmawaty, Ivani Cicilia Marthin. Belakang L, Penelitian T. Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Air Laut, Pasir Laut Dan Semen PCC. 2016;(1):1–6.
- Nishida T, Otsuki N, Ohara H, Garba-Say ZM, Nagata T. Some considerations for the applicability of seawater as mixing water in concrete. *Sustain Constr Mater Technol.* 2013;2013-Augus(1980):1–7.
- Nobuaki Otsuki, Tsuyoshi Saito, Yutaka Tadokoro. Possibility of Sea Water as Mixing Water in Concrete. *J Civ Eng Archit.* 2012;6(11):1273–9.
- Nurtanto D, Rahayu AA, Wahyuningtyas WT. Pengaruh Perawatan Air Laut dan Air Tawar terhadap Kuat Tekan Beton Geopolymer yang Memadat Sendiri. *Rekayasa.* 2021;14(1):32–8.
- Ogunjiofor EI. Possibility of Usage of Seawater for Mixing and Curing of Concrete in Salty Water Localities. *J Eng Res Reports.* 2020;(December):19– 27.
- Tata A. Sifat Mekanis Beton dengan Campuran Pasir Pantai dan Air Laut. *J Teknol Sipil.* 2019;3(1):65–71
- Teng JG, Xiang Y, Yu T, Fang Z. Development and mechanical behaviour of ultra-high-performance seawater sea-sand concrete. *Adv Struct Eng.* 2019;22(14):3100–20.
- Sri Umiati1 , Rendy Thamrin2 NH. Pengaruh Penambahan Superplasticizer. 6th ACE Conf. 2019;1.
- Vafaei D, Hassanli R, Ma X, Duan J, Zhuge Y. Sorptivity and mechanical properties of fiber-reinforced concrete made with seawater and dredged seasand. *Constr Build Mater* [Internet]. 2021;270(xxxx):121436. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121436>

- Xu W, Yang L, Gao D, Tang J, Sun G, Zhang Y. Mechanical properties of seawater-mixed steel fiber reinforced concrete. *J Build Eng* [Internet]. 2023;73:106823. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223010021>
- Zhang K, Zhang Q, Lin W, Ou J. Material and structural properties of recycled coarse aggregate concrete made with seawater and sea-sand: A review. *J Build Eng* [Internet]. 2024;87:109042. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710224006107>
- Zhou Y, Gao H, Hu Z, Qiu Y, Guo M, Huang X, et al. Ductile, durable, and reliable alternative to FRP bars for reinforcing seawater sea-sand recycled concrete beams: steel/FRP composite bars. *Constr Build Mater* [Internet]. 2021;269:121264. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820332682>
- Zilkifli F, Md Noor N. Preliminary Experimental Work on Concrete-Fly Ash Compressive Strength Blended with Seawater as Mixing Water. *Int J Integr Eng*. 2023;15(6):118–25.
- Zulkarnain F, Kamil B, Utara S, Kapten Mukhtar Basri No J. Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. [Internet]. 2021;1–10. Available from: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>