

## STUDI KELAYAKAN PENGGUNAAN AIR LAUT UNTUK CAMPURAN BETON

Victor<sup>1\*</sup> dan Bella Septianti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Prasarana Permukiman Wilayah Sumatera Selatan, Direktorat Jenderal Cipta Karya,  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. Rambutan No. 30, 10 Ilir, Palembang 30111.

<sup>2</sup>Direktorat Rumah Susun, Direktorat Jenderal Penyediaan Perumahan,  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jl. Pattimura No 20, Selong, Jakarta Selatan 12110.

\*Email: victor@pu.go.id

### Abstrak

*Laporan UNICEF-WHO tahun 2018 menyatakan bahwa kelangkaan air bersih mencapai 55% dari jumlah penduduk di dunia. Kelangkaan ini diperburuk dengan tingginya penggunaan air pada konstruksi beton. Untuk mengurangi kelangkaan air bersih, diharapkan pembangunan infrastruktur yang berada di pulau terpencil dengan akses air bersih yang sulit dapat menggunakan air laut sebagai bahan campuran beton. Studi ini mempelajari tentang studi literatur yang berkaitan dengan pemanfaatan air laut sebagai bahan campuran beton. Data sekunder yang diolah dari studi literatur adalah data sifat mekanik meliputi kuat tekan, nilai slump, dan mikrostruktur beton dengan perawatan menggunakan air bersih yang memenuhi ASTM C1602M. Berdasarkan hasil studi kelayakan didapatkan bahwa penurunan rata-rata nilai slump akibat penggunaan air laut pada campuran beton adalah 6,44% terhadap campuran beton dengan air bersih. Sedangkan kuat tekan beton pada umur 3, 7, dan 28 hari mengalami peningkatan sebesar 12,22%, 12,17%, dan 5,63% secara berturut-turut, tetapi mengalami penurunan sebesar 3,44% dan 8,59% pada umur 90 dan 365 hari. Hasil Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan adanya ettringite dalam jumlah yang dominan pada beton dengan campuran air laut.*

**Kata kunci:** air laut, beton, karakteristik, kelayakan

### 1. PENDAHULUAN

Laporan UNICEF-WHO tahun 2018 tentang perkembangan global dari sanitasi dan air bersih menyatakan bahwa hal utama yang menyebabkan munculnya kelangkaan air adalah meningkatnya jumlah penduduk secara besar-besaran. Peningkatan tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan makanan yang mengakibatkan permintaan akan air meningkat. Tingginya kebutuhan air yang tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur air bersih yang memadai menyebabkan munculnya kelangkaan air bersih. Jumlah penduduk dunia yang tidak memiliki akses air bersih mencapai 48% – 55% dari jumlah penduduk di dunia (Tortajada, 2017). Hal ini diperburuk dengan tingginya penggunaan air pada konstruksi beton.

Kesulitan air bersih biasa terjadi di daerah yang sulit dijangkau dan atau terpencil. Untuk mengurangi kelangkaan air bersih, diharapkan pembangunan infrastruktur yang berada di pulau terpencil dengan akses air bersih yang sulit dapat menggunakan air laut sebagai bahan campuran beton. Air laut diharapkan dapat digunakan pada konstruksi beton dengan pertimbangan biaya mobilisasi air bersih yang mahal untuk tempat yang sulit dijangkau dan kemudahan penyediaan material di pulau terpencil yang jauh dari akses air bersih.

Pembangunan infrastruktur skala kawasan dapat berupa pembangunan jalan skala kawasan, irigasi, gudang, sanitasi, lantai jemur, dan pasar. Beberapa dari infrastruktur tersebut menggunakan konstruksi beton, maka dari itu, air laut bisa dipertimbangkan sebagai bahan pengganti air pada konstruksi beton dengan mempertimbangan beberapa aspek, seperti kuat tekan beton, durabilitas beton, dan kemudahan pekerjaan.

Penelitian terkait dengan pemanfaatan air laut untuk campuran beton sebagian besar berfokus pada perubahan kuat tekan dan durabilitas antara beton normal (dengan air bersih) dan beton dengan air laut (Wegian, 2010). Perubahan yang terjadi pada karakteristik beton bisa mengalami kenaikan maupun penurunan, maka dari itu diperlukan studi kelayakan untuk mengidentifikasi kelayakan air laut sebagai bahan campuran beton.

## 1.1. Tinjauan Pustaka

### 1.1.1. Air

Air untuk campuran dan perawatan beton harus bersih dan bebas dari bahan yang dapat mempengaruhi karakteristik beton seperti minyak, garam, asam, basa, gula atau organik. Air tersebut harus lolos uji SNI 03-6817-2002. Jika sumber air untuk campuran beton tidak bisa diminum, air tersebut harus diuji dan harus memenuhi persyaratan kinerja beton untuk air pencampur seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Persyaratan kinerja beton untuk air pencampur (SNI 7974:2013)**

Kinerja beton	Batasan	Metode uji
Persentase (%) kekuatan tekan minimum terhadap kontrol pada umur 7 hari	90	ASTM C31/C31M, ASTM C39/C39M
Deviasi waktu pengikatan terhadap kontrol, jam : menit	Lebih awal 1:00 Lebih lambat 1:30	ASTM C403/C403M

### 1.1.2. Air Laut pada Campuran Beton

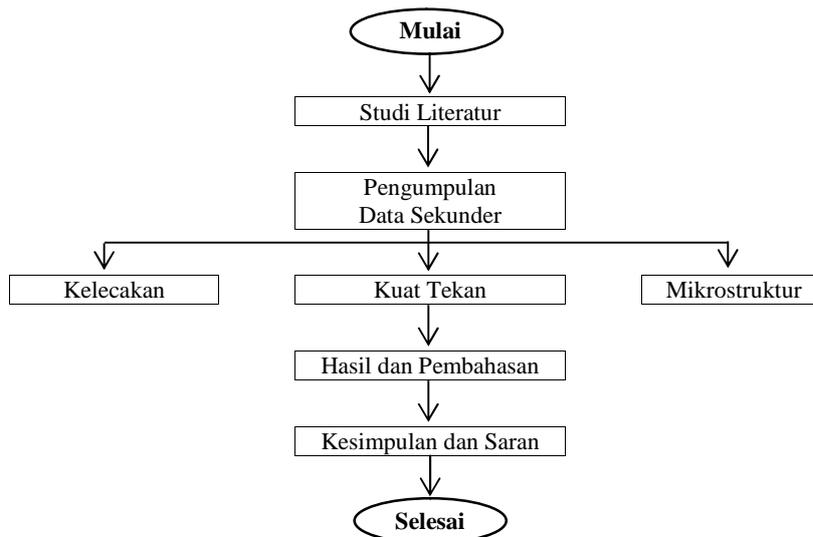
Perkiraan komposisi kadar ion pada air laut dapat dilihat pada Tabel 2. Pengaruh utama kimia air laut terhadap beton adalah ion Sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Serangan sulfat terhadap beton menyebabkan timbulnya bercak putih pada beton yang mengakibatkan beton mengalami *spalling* dan beton mengembang. Bercak putih tersebut merupakan sisa reaksi kimia akibat serangan sulfat dan membentuk titik-titik lunak pada beton (Wedhanto, 2017).

**Tabel 2. Komposisi ion air laut (Emmanuel, dkk., 2012)**

Ion	(g)
$\text{Na}^+$	10,360
$\text{Mg}^{2+}$	1,294
$\text{Ca}^{2+}$	0,413
$\text{K}^+$	0,387
$\text{Sr}^{2+}$	0,008
$\text{Cl}^-$	19,353
$\text{SO}_4^{2-}$	2,712
$\text{Br}^-$	0,008
$\text{N}_3\text{B}_3$	0,001
$\text{HCO}_3^-$	0,142
$\text{F}^-$	0,001

## 2. METODOLOGI

Studi kelayakan dilakukan dengan mempelajari studi literatur yang berkaitan dengan pemanfaatan air laut sebagai bahan campuran beton. Data sekunder yang diolah dari studi literatur adalah data sifat mekanik meliputi kuat tekan, nilai *slump*, dan mikrostruktur beton dengan perawatan menggunakan air bersih yang memenuhi ASTM C1602M. Pemilihan jenis perawatan dengan air bersih agar data yang digunakan menunjukkan pengaruh air laut sebagai bahan campuran bukan sebagai sarana perawatan beton. Tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir seperti pada Gambar 1.

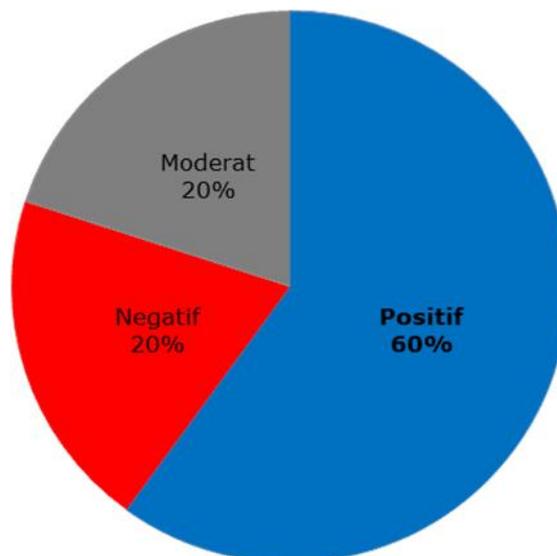


**Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pada jurnal tentang paengaruh air laut sebagai campuran beton menghasilkan kenaikan, penurunan, dan moderat pada karakteristik beton berturut-turut sebesar 60%, 20%, dan 20% dari total jurnal. Kecenderungan pengaruh air laut terhadap campuran beton dapat dilihat pada Gambar 3.

Pengaruh air laut pada nilai *slump* mengalami rata-rata penurunan sebesar 6,44%. Hal tersebut diakibatkan karena air laut mengandung jumlah partikel yang lebih banyak dibandingkan dengan air bersih, sehingga partikel menghambat laju beton segar. Penurunan nilai *slump* maksimum sebesar 35% pada w/c 0,50 dan peningkatan nilai *slump* maksimum sebesar 7,69% pada w/c 0,60. Persentase perubahan nilai *slump* beton dengan air laut terhadap campuran beton dengan air bersih dapat dilihat pada Tabel 3.

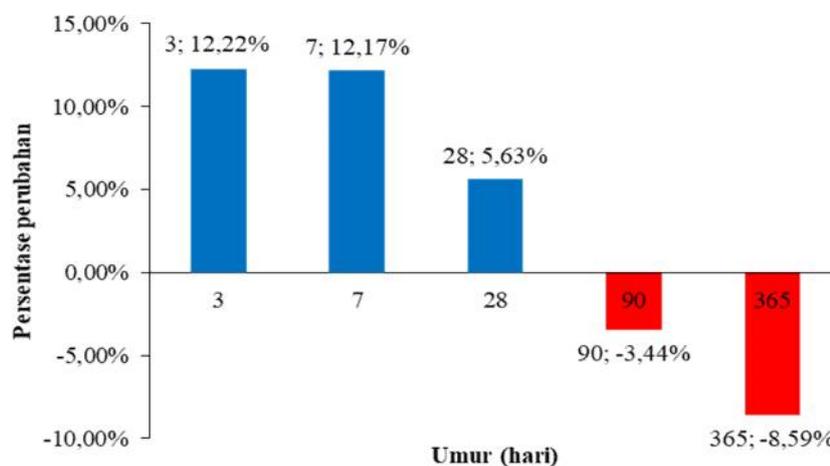


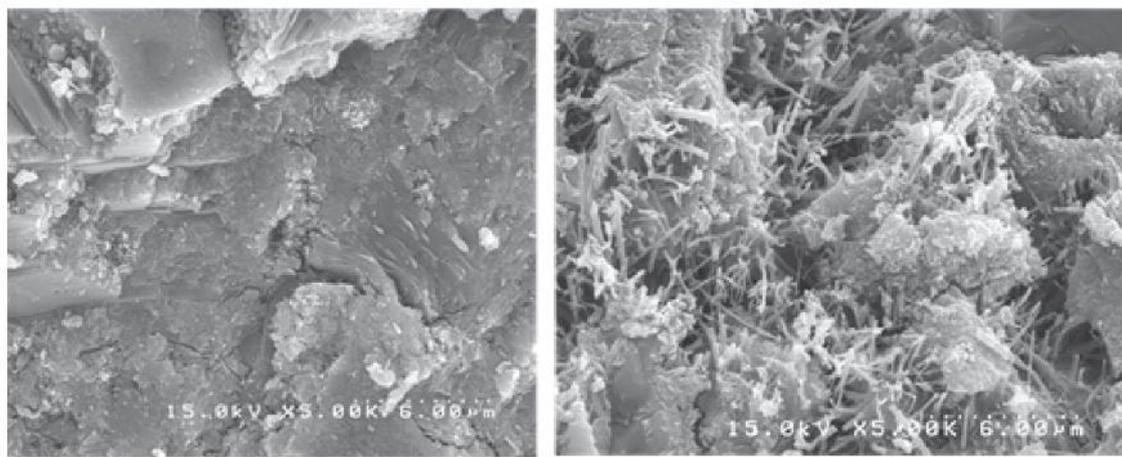
**Gambar 3. Kecenderungan pengaruh air laut terhadap campuran beton**

**Tabel 1. Persentase perubahan nilai *slump* pada campuran beton dengan air laut terhadap campuran beton dengan air bersih**

No	Jurnal	w/c	Persentase perubahan <i>slump</i>
1	Bhaskar, dkk. (2016)	0,40	2,56%
2	Lim, dkk. (2015)	0,45	-
3	Adiwijaya, dkk. (2017)	0,40	-23,81%
		0,50	-35,00%
		0,60	7,69%
4	Olutoge dan Amusan (2014)	0,60	6,67%
5	Nagabhushana, dkk. (2017)	0,50	-
6	Adiwijaya, dkk. (2013)	0,50	2,86%
7	Guo, dkk. (2018)	0,45	-
		0,50	-
8	Otsuki, dkk. (2011)	0,50	-
9	Katano, dkk. (2013)	0,50	-6,06%
10	Xiao, dkk. (2017)	-	-
Rata-rata			-6,44%

Persentase rata-rata perubahan kuat tekan beton dengan air laut cenderung meningkat pada umur 3, 7, dan 28 hari serta mengalami kecenderungan menurun pada umur 90 dan 365 hari terhadap campuran beton dengan air bersih. Peningkatan pada 3, 7, dan 28 hari berturut-turut sebesar 12,22%, 12,17%, dan 5,63%, sedangkan penurunan pada umur 90 dan 365 hari secara berturut-turut sebesar 3,44% dan 8,59%. Hal tersebut diperkuat dengan foto SEM yang menunjukkan munculnya banyak *ettringite* pada beton dengan campuran air laut, dimana *ettringite* merupakan penyumbang kekuatan secara signifikan pada umur awal beton. Persentase rata-rata perubahan kuat tekan beton terhadap umur dapat dilihat pada Gambar 4 dan hasil foto SEM dapat dilihat pada Gambar 5.

**Gambar 4. Persentase rata-rata perubahan kuat tekan pada beton dengan campuran air laut terhadap campuran air bersih**



(a) Beton dengan air bersih

(b) Beton dengan air laut

**Gambar 5. Hasil foto SEM (Katano dkk., 2013)**

## 4. KESIMPULAN

### 4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi kelayakan penggunaan air laut pada campuran beton adalah sebagai berikut:

- Penurunan rata-rata nilai *slump* akibat penggunaan air laut pada campuran beton sebesar 6,44% terhadap campuran beton dengan air bersih.
- Kuat tekan beton cenderung meningkat akibat penggunaan air laut pada campuran beton dibandingkan penggunaan air bersih pada campuran beton pada umur 3, 7, dan 28 hari serta cenderung menurun pada umur 90 dan 365 hari. Kuat tekan beton mengalami perubahan rata-rata sebesar 12,22% pada umur 3 hari, 12,17% pada umur 7 hari, 5,63% pada umur 28 hari, -3,44% pada umur 90 hari, dan -8,59% pada umur 365 hari.
- Muncul banyaknya *ettringite* pada foto SEM beton. Hal ini menunjukkan beton mengalami peningkatan di umur awal tetapi mengalami penurunan selanjutnya karena *ettringite* hanya menyumbang kekuatan pada umur awal.

### 4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil studi kelayakan penggunaan air laut pada campuran beton adalah sebagai berikut:

- Hasil dari studi kelayakan ini dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut dengan menggunakan air laut dari beberapa sumber yang ada di Indonesia sehingga dapat menghasilkan data premier sesuai karakteristik air laut yang ada di Indonesia.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap durabilitas beton dengan campuran air laut.
- Dapat dilakukan penelitian lebih mendalam terkait karakteristik beton seperti kuat tarik, kuat lentur, dan berat jenis beton.
- Untuk mencegah penurunan kuat tekan beton setelah umur 28 hari, campuran beton dapat ditambah *additive* seperti *fly ash* atau *silica fume*. Dibutuhkan studi lanjutan untuk mengetahui *additive* yang paling tepat sebagai bahan campuran pada beton dengan air laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, Hamada, H., Sagawa, Y., and Yamamoto, D., (2017), Influence of Seawater Mixing and Curing on Strength Characteristics and Porosity of Ground Granulated Blast-Furnace Slag Concrete, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 271, pp. 1–7.
- Adiwijaya, Yamamoto, D., Dasar, A., Hamada, H., and Sagawa, Y., (2013), Effects of Seawater Mixing and Curing on Strength and Carbonation of Fly Ash Concrete, *Journal of Structure and Materials in Civil Engineering*, 29, pp. 97–103.

- Bhaskar, S., Smitha, M. S., and John, E., (2016), Relevance of Sea Water as Mixing Water in Concrete, *Intenational Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5, pp. 17084–17090.
- Emmanuel, A. O., Oladipor, F. A., and Olabode, O., (2012), Investigation of Salinity Effect on Compressive Strength on Reinforced Concrete, *Journal of Sustainable Development*, 5, pp. 74-82.
- Guo, Q., Chen, L., Zhao, H., Admilson, J., and Zhang, W., (2018), The Effect of Mixing and Curing Sea Water on Concrete Strength at Different Age, *MATEC Web of Conferences*, 142, pp 1–6.
- Katano, K., Takeda, N., Ishizeki, Y., and Iriya, K., (2013), Properties and Application of Concrete Made with Sea Water and Un-washed Sea Sand, *Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*.
- Lim, E. D., Roxas, C. L., Gallardo, R., Nishida, T., and Otsuki, N., (2015), Strength and Corrosion Behavior of Mortar Mixed and/or Cured with Seawater with Various Fly Ash Replacement Ratios, *Asian Journal of Civil Engineering*, 16, pp. 835–849.
- Nagabhushana, Hebbal, D., Akash, N., Deepak, S., and Kumar, M., (2017), Effect of Salt Water on Compressive Strength of Concrete, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4, pp. 2687–2690.
- Olutoge, F. A., and Amusan G. M., (2014), The Effect of Sea Water on Compressive of Concrete, *International Journal of Engineering Science Invention*, 3, pp. 23–31.
- Otsuki, N., Furuya, D., Saito, T., and Tadokoro, Y., (2011), Possibility of Sea Water as Mixing Water in Concrete, *36<sup>th</sup> Conference on Our World in Concrete & Structures*.
- Tortajada, C., (2017), Water as a Human Right. *International Journal of Water Resources Development*, 33, pp. 509–511.
- Wedhanto, S., (2017), Pengaruh Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton yang Terbuat Dari Berbagai Merk Semen yang Ada di Kota Malang, *Jurnal Bangunan*, 22, pp. 21-30.
- Wegian, F. M., (2014), Effect of Seawater for Mixing and Curing on Structural Concrete, *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering*, 3, pp. 235–243.
- Xiao, J., Qiang, C., Nanni, A., and Zhang, K., (2017), Use of Sea-Sand and Seawater in Concrete Construction: Current Status and Future Opportunities, *Construction and Building Materials*, 155, pp. 1101–1111.