



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Infrastruktur di Indonesia sedang mengalami peningkatan baik pada kota maupun pedesaan. Berdasarkan PUPR, 2020 menyatakan bahwa pembangunan infrastruktur adalah indikator kemajuan dari suatu negara. Program infrastruktur merupakan pendukung program pada sektor lainnya. Dengan dilakukannya pembangunan maka memicu pertumbuhan ekonomi, serta terciptanya lapangan pekerjaan.

Indonesia adalah negara kepulauan. Menurut data Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi yang dilihat pada tanggal 13 September 2021 luas total perairan Indonesia adalah 6.400.000 km². Berdasarkan Basri dan Ahmad, (2019) menyatakan bahwa dalam pembangunan infrastruktur Indonesia, penggunaan beton sebagai bahan bangunan paling banyak digunakan. Komposisi pengaruh kekuatan beton terdiri dari agregat, semen dan air. Air menjadi material terpenting dalam pembuatan campuran beton.

Menurut Wedhanto, (2017) menyatakan bahwa dalam pembuatan serta perawatan beton memerlukan air. Pada pembuatan beton, air digunakan sebagai pereaksi adonan semen agar terjadi proses hidrasi. Sedangkan air digunakan dalam perawatan beton bertujuan untuk merendam beton selama proses pengerasan. Berdasarkan Neville dan Brooks, (1987) menyatakan bahwa biasanya air yang digunakan untuk campuran beton juga dapat digunakan dalam perawatan beton.

Meidiani dan Muhammad, (2017) menyatakan bahwa air yang ideal digunakan dalam pembuatan campuran beton adalah air yang memiliki pH 7, akan tetapi di dalam lingkungan proyek pembangunan pembuatan beton di lapangan tidak selalu memperhatikan pH air yang digunakan, seperti misalnya pemakaian air rawa atau air sumur yang berada atau dibuat pada sekitar lokasi proyek.

Saputra dan Handayani, (2020) menyatakan bahwa struktur beton yang langsung bersentuhan dengan air tawar, air payau atau air laut, air gambut, air sungai, dan air tanah dapat berpotensi menimbulkan kerusakan pada beton. Struktur beton harus memiliki kemampuan menghadapi kondisi saat beton direncanakan tanpa



mengalami kerusakan atau yang disebut *deterioration* selama jangka waktu yang direncanakan. Akibatnya beton akan menjadi rentan terhadap serangan sulfat yang dapat mengurangi nilai durabilitas beton.

Ghewa, dkk., (2020) menyatakan bahwa bangunan yang bersentuhan langsung dengan air, seperti infrastruktur laut, harus tahan terhadap penetrasi air, sehingga tulangan beton tidak mengalami korosi. Korosi merupakan proses elektrokimia yang dipengaruhi oleh ketersediaan air dan oksigen. Oleh karena itu, secara umum diterima bahwa daya tahan beton, yang sering dikaitkan dengan korosi, dipengaruhi oleh struktur pori beton.

Ghewa, dkk., (2020) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi durabilitas beton merupakan permeabilitas beton. Permeabilitas beton yang rendah mempengaruhi peningkatan ketahanan terhadap penetrasi pada air, ion klorida, ion sulfat, ion alkali, dan zat berbahaya yang menyebabkan serangan kimia. Sedangkan permeabilitas yang tinggi akan menyebabkan masuknya molekul zat yang akan bereaksi dan menghancurkan stabilitas kimianya. Pada kesimpulannya, secara umum dapat dimengerti bahwa keawetan beton yang dikaitkan dengan korosi dipengaruhi oleh struktur pori beton. Selain itu, struktur pori beton bergantung pada kapasitas fluida untuk menembus ke dalam struktur mikro beton, biasanya disebut dengan permeabilitas. Penilaian terhadap laju aliran fluida yang masuk ke dalam beton perlu dilakukan dan salah satu pengujian yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat permeabilitas beton adalah laju absorpsi atau disebut juga dengan sorptivitas. Sorptivitas merupakan salah satu parameter yang menggambarkan kinerja durabilitas beton. Sorptivitas adalah ukuran kapasitas beton untuk menyerap air di bawah gaya kapiler.

Menurut ACI Committee, (2008) menyatakan bahwa lingkungan agresif merupakan lingkungan yang rentan bagi struktur beton untuk mengalami serangan kimia seperti dari ion klorida, ion sulfat, dan ion asam. Beton dapat diserang oleh berbagai asam organik maupun anorganik seperti sulfat, nitrat, klorida, fosfat, asetat, laktat dan lain-lain.



Lingkungan yang termasuk ke dalam lingkungan agresif yaitu lingkungan air laut. Komposisi senyawa yang terkandung dalam air laut dan kadar ion dalam air laut dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2.

Tabel 1.1 Komposisi Senyawa dalam Air Laut

| No. | Senyawa | [gr] |
|-----|--------------------------------------|----------|
| 1. | Fe ₂ O ₃ | 0,003 |
| 2. | CaCO ₃ | 0,1172 |
| 3. | CaSO ₄ .2H ₂ O | 1,7488 |
| 4. | NaCl | 29,6959 |
| 5. | MgSO ₄ | 2,4787 |
| 6. | MgCl ₂ | 3,3172 |
| 7. | NaBr | 0,5524 |
| 8. | KCl | 0,5339 |
| | Total | 39,44471 |

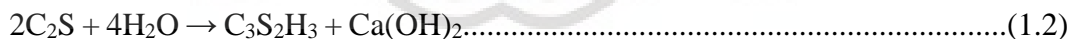
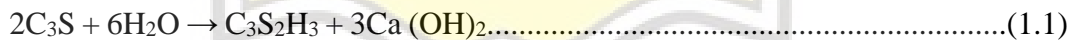
Sumber: Emmanuel, 2012

Tabel 1.2 Kadar Ion dalam Air Laut

| Nama Umum | Ion | [gr] |
|------------|-------------------------------|--------|
| Sodium | Na | 10,360 |
| Magnesium | Mg ⁺⁺ | 1,294 |
| Kalsium | Ca ⁺⁺ | 0,413 |
| Potassium | K ⁺ | 0,387 |
| Strontium | Sr ⁺⁺ | 0,008 |
| Klorida | Cl ⁻ | 19,353 |
| Sulfat | SO ₄ ²⁻ | 2,712 |
| Bromide | Br ⁻ | 0,008 |
| Boron | B | 0,001 |
| Bikarbonat | NaHCO ₃ | 0,142 |
| Fluor | FN ₃ | 0,001 |

Sumber: Emmanuel, 2012

Berdasarkan Sutandar (2013) proses hidrasi semen sangat kompleks, tidak semua reaksi bisa diketahui secara rinci. Rumus kimia untuk reaksi hidrasi dari senyawa C₃S dan C₂S dapat ditulis sebagai berikut:

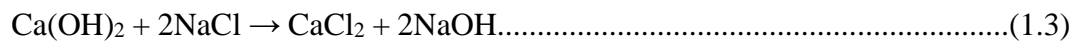


Hasil hidrasi dari senyawa C₃S dan C₂S yaitu mikro kristalin hidrat C₃S₂H₃ dan sedikit kapur yang terpisah dari kristalin Ca(OH), senyawa C₂S juga memiliki reaksi yang sama, namun terdapat kandungan kapur yang lebih sedikit.

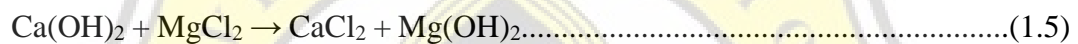
Berdasarkan Islam, dkk., (2010) menyatakan bahwa ion klorida dapat menurunkan kekuatan beton. Umumnya serangan ion klorida berasal dari hasil reaksi kimia yang bersifat ekspansif atau mengembang dari sejenis garam yang memiliki rumus kimia



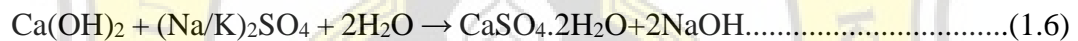
Garam Friedls ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCl}_2\cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Garam Friedls terbentuk melalui rembesan larutan kalsium klorida yang masuk ke dalam beton akibat naiknya kemampuan penyerapan air. Proses serangan klorida pada beton dapat dilihat dalam reaksi kimia sebagai berikut:



Menurut Mehta, (1986) menyatakan bahwa senyawa MgCl_2 setelah bereaksi dengan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dari hidrat semen, akan menghasilkan Calcium Clorida (CaCl_2) yang larut merembes dalam beton sebagai sehingga menyebabkan berkurangnya kualitas material menjadi lebih lunak penjabaran reaksi kimia ditulis seperti berikut:

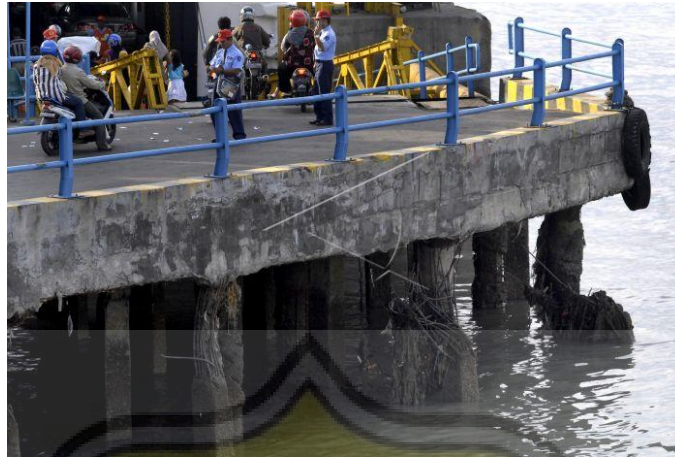


Ketahanan beton terhadap serangan sulfat diterangkan berikut ini, alkali sulfat dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida bebas yang membentuk senyawa *gypsum*,



senyawa *gypsum* yang terbentuk bereaksi dengan senyawa C_3A membentuk senyawa *ettringite*, senyawa *ettringite* yaitu senyawa yang mempunyai volume sangat besar berakibat menyebabkan pemuaiian dan menimbulkan keretakan beton. Tampilan *ettringite* atau Calcium Aluminat Sulfat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$) yang mengembang biasanya dianggap serangan sulfat. *Ettringite* dan *gypsum* ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), memiliki 20% dari besar volume kristal pori-pori beton. Kristal tersebut akan menimbulkan tegangan bagian dalam beton, kemudian mengakibatkan timbul retak di permukaan beton, dan dikenal sebagai serangan sulfat yang lunak, retakan berasal dari bentuk mengembang dari *ettringite*.

Kasus kerusakan beton karena air laut sering terjadi berikut kasus yang terjadi yang diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerusakan Beton Pada Kaki Dermaga (Sumber:<https://www.antara.com/spektrum/v1278998728/kaki-dermaga> diunduh pada tanggal 19 September 2021 pukul 19.01 WIB)

Gambar 1.1 memperlihatkan kondisi kaki dermaga 2 penyeberangan Ujung Surabaya-Kamal Madura yang terlihat keropos hingga terlihat besi-besi beton tersebut, dikarenakan terkena air laut dalam waktu yang lama.

Sebagaimana diketahui, sifat beton, termasuk sifat mekanik dan durabilitas. Dalam penelitian ini, menggunakan beton normal tanpa bahan tambah juga air yang digunakan untuk *curing* dan perendaman beton menggunakan air laut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

Infrastruktur pada area pantai sedang berkembang beton yang terkena air laut dapat mempengaruhi kekuatan beton dan mengurangi umur pakai beton sehingga perlu diadakan penelitian mengenai beton yang terendam air laut.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai kuat tekan beton yang menggunakan air laut sebagai media perendaman beton
2. Mengetahui nilai absorpsi pada beton yang menggunakan air laut sebagai media perendaman.



1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Benda uji yang digunakan dalam pengujian absorpsi berdiameter 10 cm dan tinggi 5 cm dan pengujian kuat tekan berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm (ASTM 1585 dan ASTM C39)
2. Kuat tekan rencana beton adalah 30 MPa
3. Perawatan beton pada penelitian ini dilakukan dengan cara merendam beton di dalam bak yang berisi air laut dan air Laboratorium Teknologi Bahan Unika selama 28 hari untuk uji absorpsi dan untuk uji kuat tekan selama 27 hari dan 55 hari (ASTM C31)
4. Benda uji kuat tekan berjumlah 6 sampel beton berbentuk silinder akan direndam menggunakan air yang ada di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang (Unika). Benda uji lainnya berjumlah 6 sampel beton akan direndam menggunakan air laut
5. Benda uji absorpsi berjumlah 3 sampel beton berbentuk silinder akan direndam menggunakan air yang ada di Laboratorium Teknologi Bahan Unika. Benda uji lainnya berjumlah 3 sampel beton akan direndam menggunakan air laut
6. Air laut yang digunakan untuk perendaman diambil dari Pantai Marina, Semarang pada 30 September 2021
7. Uji kuat tekan dilakukan saat beton berumur 28 hari dan 56 hari (SNI 1974:2011)
8. Uji absorpsi dilakukan saat umur beton 31 hari (ASTM 1585)
9. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dapat digunakan untuk mempertimbangkan dalam perencanaan kuat tekan rencana struktur beton yang digunakan pada air laut
2. Penelitian ini dapat digunakan untuk acuan mengetahui tingkat mekanis dan durabilitas beton yang digunakan pada air laut.