

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dari berbagai percobaan penggunaan air terhadap kekuatan beton salah satunya adalah pengaruh pH air terhadap kekuatan beton seperti yang dilakukan beberapa peneliti seperti penelitian yang berjudul “ *Penurunan Mutu Beton Struktural Akibat Pemakaian Air Sungai Yang Tercemar Oleh Limbah* ” didalam penelitian yang menggunakan air dari sungai Batang Sosa (Hidayat & Afrina, 2020) bahwa air pada sungai tersebut walaupun sudah tercemar tetapi mempunyai pH air 7,8 dan masih layak digunakan sebagai air pencampur beton,

Sedangkan penelitian yang berjudul “ *Penggunaan Variasi Ph Air (Asam)*

*Pada Kuat Tekan Beton Normal F’c 25 Mpa* ” (Meidiani et al., 2017) didalam penelitian tersebut menyatakan bahwa air dengan pH netral, 7 adalah pH air standar yang baik digunakan sebagai bahan pencampur beton, sehingga dilakukan pengujian terhadap kuat tekan beton dengan pH 4, 5, dan 6, bahwa pH air 4, 5, dan 6 menurunkan kekuatan beton, hasil uji kekuatan beton mengalami penurunan berturut-turut sebesar 21,71%, 19,58%, dan 15,21%, sejalan dengan hal ini Kulthanan K, et al juga menyatakan hal yang sama terkait pH air (Kulthanan et al., 2013).

Dari hasil penelitian yang berjudul “*The Influence Of pH On The Compressive Strength Of Concrete*” (Abasi et al., 2020) menyatakan bahwa air dengan pH 7 adalah air netral dan yang paling baik digunakan sebagai air pencampur beton, tetapi air dengan pH berkisar antara 6,5 dan 8,5 masih sangat layak digunakan sebagai bahan pencampur beton.

Sedangkan menurut SNI 03-2847-2002 (Badan Standardisasi Nasional, 2002) Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan Gedung pada syarat air pencampur beton adalah sebagai berikut

- Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

- Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm.

Sedangkan peraturan Menteri Kesehatan NO.32 tahun 2017 tentang “Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum” didalam peraturan tersebut menyatakan pH air minum ditetapkan 6,5 – 8,5(*PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA, 2017*).

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Beton**

Beton ialah material komposit yang terdiri dari berbagai bahan antara lain agregat halus dan agregat kasar yang diikat bersama dengan cairan semen yang mengeras dari waktu ke waktu. Pada masa dahulu, pengikat semen berbasis kapur, seperti dempul kapur, sering digunakan tetapi kadang-kadang dengan semen hidrolis lainnya, seperti semen kalsium aluminat atau dengan semen Portland untuk membentuk beton semen Portland. (Council, 2018) Ada banyak jenis beton non-semen lainnya dengan metode pengikatan agregat lainnya, termasuk beton aspal dengan pengikat bitumen, yang sering digunakan untuk permukaan jalan, dan beton polimer yang menggunakan polimer sebagai pengikat. Beton berbeda dengan mortar. Sementara beton itu sendiri merupakan bahan bangunan, mortar adalah

bahan pengikat yang biasanya menyatukan batu bata, ubin, dan unit pasangan bata lainnya (Allen & Iano, 2013)

Saat agregat dicampurkan dengan semen Portland kering dan air, campuran adukan tersebut menjadi bubur cair yang mudah dituang dan diolah sesuai bentuk yang diinginkan. Semen akan bereaksi dengan air dan bahan-bahan lain untuk membentuk matriks keras yang mengikat bahan-bahan tersebut menjadi bahan seperti batu yang akan tahan lama dan sangat memiliki banyak kegunaan (Newman & Choo, 2013). Seringkali, bahan aditif seperti pozzolan atau superplasticizer dimasukkan ke dalam campuran untuk meningkatkan sifat fisik campuran basah atau bahan yang sudah jadi. Sebagian besar beton dituangkan dengan bahan penguat (seperti tulangan) yang tertanam untuk memberikan kekuatan tarik, menghasilkan beton bertulang.

Beton merupakan suatu bahan bangunan yang paling banyak digunakan. Penggunaannya di seluruh dunia, ton per ton, adalah dua kali lipat dari gabungan baja, kayu, plastik, dan aluminium (*A Concrete Plan Cement Trust*, 2017). Secara global, industri beton siap pakai, segmen terbesar dari pasar beton, diproyeksikan memiliki pendapatan melebihi \$633,4 miliar pada tahun 2019 dan \$1227,2 miliar pada tahun 2027 (*Ready-Mix Concrete Market Size to Worth USD 1,227.2 Billion*, n.d.). Penggunaan yang meluas ini menghasilkan sejumlah dampak lingkungan. Terutama, proses produksi semen menghasilkan volume besar emisi gas rumah kaca, yang menghasilkan 8% bersih dari emisi global (Lehne & Preston, 2018; World Business Council for Sustainable Development, 2002). Penelitian dan pengembangan yang signifikan sedang dilakukan untuk mencoba mengurangi emisi atau menjadikan beton sebagai sumber penyerapan karbon. Masalah lingkungan lainnya termasuk penambangan pasir ilegal yang meluas, dampak pada lingkungan sekitar seperti peningkatan limpasan permukaan atau efek pulau panas perkotaan, dan potensi implikasi kesehatan masyarakat dari bahan beracun. Beton juga digunakan untuk mengurangi polusi industri lain, menangkap limbah seperti fly ash batubara atau tailing dan residu bauksit.

### **2.2.2 Agregat**

Aggregat terdiri dari dua macam yaitu agregat halus dan kasar merupakan hal terpenting dari campuran beton. Pasir, kerikil alam, dan batu pecah digunakan

terutama untuk tujuan ini. Agregat daur ulang (dari limbah konstruksi, pembongkaran, dan penggalian) semakin banyak digunakan sebagai pengganti sebagian agregat alam, sementara sejumlah agregat buatan, termasuk terak tanur sembur berpendingin udara dan abu dasar juga diizinkan.

Distribusi ukuran agregat turut menentukan seberapa banyak pengikat yang dibutuhkan. Agregat dengan distribusi berukuran yang merata banyak memiliki celah terbesar sedangkan dengan penambahan agregat dengan partikel yang lebih kecil cenderung mengisi celah tersebut. Pengikat harus mengisi semua celah antara agregat serta menempelkan permukaan agregat bersama-sama, dan biasanya merupakan komponen yang paling mahal. Dengan demikian, variasi ukuran agregat bisa ikut mengurangi biaya beton (*The Effect of Aggregate Properties on Concrete*, 2012). Agregat hampir selalu lebih kuat dari pengikat, sehingga penggunaannya tidak mempengaruhi kekuatan beton secara negatif.

Redistribusi agregat setelah pemadatan sering menimbulkan ketidak homogenan karena pengaruh getaran. Hal ini dapat menyebabkan gradien kekuatan (Veretennykov et al., 2008).

### **2.2.3 Semen**

Semen portland adalah jenis bahan semen yang sangat umum digunakan secara luas. Semen adalah bahan dasar beton, mortar, dan plesteran. Pekerja batu Inggris Joseph Aspdin telah mematenkan semen Portland pada tahun 1824. Dinamakan karena kesamaan warnanya dengan batu kapur Portland, yang digali dari Pulau Portland Inggris dan digunakan secara luas dalam arsitektur London. Ini terdiri dari campuran kalsium silikat (alite, belite), aluminat dan ferit—senyawa yang menggabungkan kalsium, silikon, aluminium dan besi dalam bentuk yang akan bereaksi dengan air (Portland trade mark, n.d.). Semen Portland dan bahan serupa dibuat dengan memanaskan batu kapur sumber kalsium dengan tanah liat atau serpih/sumber silikon, aluminium dan besi dan menggiling produk ini yang menjadi klinker dengan sumber sulfat paling sering digunakan untuk gipsum.

Dalam tanur semen yang modern, sangat banyak fitur yang canggih digunakan untuk menurunkan konsumsi bahan bakar per ton klinker yang diproduksi. Tempat pembakaran semen adalah instalasi industri yang sangat besar, kompleks, dan pada dasarnya berdebu, dan memiliki emisi yang harus

dikendalikan. Dari berbagai bahan yang digunakan untuk memproduksi beton dalam jumlah tertentu, semen adalah yang paling mahal secara energi. Bahkan kiln yang kompleks dan efisien membutuhkan energi 3,3 hingga 3,6 gigajoule untuk menghasilkan satu ton klinker dan kemudian menggilingnya menjadi semen. Banyak kiln dapat diisi bahan bakar dengan limbah yang sulit dibuang, yang paling umum adalah ban bekas. Temperatur yang sangat tinggi dan periode waktu yang lama pada temperatur tersebut memungkinkan kiln semen membakar secara efisien dan sempurna bahkan bahan bakar yang sulit digunakan (*Cement Production HIGHLIGHTS PROCESSES AND TECHNOLOGY STATUS*, 2010).

#### **2.2.4 Air**

Air sangat berperan didalam proses pembuatan beton, Menggabungkan air dengan bahan semen akan membentuk pasta, atau yang biasa disebut pasta semen dengan proses hidrasi. Pasta semen merekatkan agregat, mengisi rongga di dalamnya, dan membuatnya mengalir lebih bebas (Jack Gibbons, 2008).

Sebagaimana yang dinyatakan hukum Abrams (Abrams, 1918), rasio air semen yang lebih rendah menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan lama, sedangkan lebih banyak air memberikan beton yang mengalir lebih bebas dengan slump yang lebih tinggi (Kosmatka et al., 2002). Air yang tidak murni yang digunakan untuk membuat beton dapat menyebabkan masalah pada saat pengerasan atau menyebabkan kegagalan dini pada struktur (Taha et al., 2010). Hidrasi melibatkan banyak reaksi, sering terjadi pada waktu yang bersamaan. Saat reaksi berlangsung, produk dari proses hidrasi semen secara bertahap mengikat partikel pasir dan kerikil individu dan komponen beton lainnya untuk membentuk massa padat (Taha et al., 2010).

Tingkat kesadahan di berbagai tempat perairan berbeda-beda, pada umumnya air tanah mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi, hal ini terjadi karena air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air. Air permukaan tingkat kesadahannya rendah (air lunak), kesadahan non karbonat dalam air permukaan bersumber dari kalsium sulfat yang terdapat dalam tanah liat dan endapan lainnya (Marsidi, 2001).