

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Beton Massa oleh Melky Suryawijaya ( Universitas Indonesia )

Penelitian Tugas Akhir oleh Mely Suryawijaya, mahasiswa Teknik Sipil Universitas Indonesia pada tahun 2012, meneliti tentang beton massa yaitu pengaruh temperatur beton massa dengan ketebalan 4 meter pada *Raft Foundation* Rasuna Tower, dengan kurang lebih volume pengecorannya 3486 m<sup>3</sup>. Pengecoran yang dilakukan di Rasuna Tower menggunakan beton ready mix fc'35 MPa, fly ash tipe F 30%, slump 14 cm, dengan design inisial temperatur beton ( $T_f$ ) yaitu kurang lebih 32°C, dan pengukuran temperatur dilakukan selama 12 jam ( pkl 2.00 s/d 14.00 ).

Menurut penulisan Tugas Akhir dari Mely Suryawijaya, Beton massa merupakan beton dengan volume yang cukup besar sehingga memerlukan langkah antisipatif untuk mengatasi peningkatan suhu beton dari proses hidrasi antara semen dan air, dan perubahan volumenya dapat mengakibatkan keretakan. Apabila beton memiliki ketebalan lebih dari 1 meter, maka diperlukan penanganan khusus terhadap perubahan suhu. Desain beton massa juga berdasarkan pada perubahan suhu, tingkat ketahanan beton, ekonomis, dan kuat tekan beton bukan jadi prioritas utama dalam desain beton massa. Beton massa banyak di desain untuk *raft foundation, bridge piers, thick slabs, bored pile*, dll.

Untuk proyek *Raft Foundation* Rasuna Tower, menggunakan metode *Pipe Cooling ( Embedded Pipe )* sebagai metode pendinginan beton massanya. *Pipe Cooling* dilakukan beberapa hari dalam sebulan. Setelah pelepasan *pipe cooling*, belum diijinkan untuk melakukan *grouting*, dikarenakan temperature pada beton memiliki kemungkinan untuk meningkat kembali. Maka dari itu, harus ada pengawasan terus menerus agar beton tersebut tidak mengalami kenaikan suhu lagi. Setelah suhu relatif stabil, maka beton massa dapat diinjeksikan. Dan juga, ada metode yang digunakan untuk memprediksi temperature pada beton massa, yaitu menggunakan program computer sejenis MIDAS CIVIL, MIDAS GEN, atau yang lainnya. Hal ini dilakukan agar suhu beton massa dapat diidentifikasi dan juga diprediksikan apabila ada kenaikan suhu saat ataupun sesudah pengecoran berlangsung.

Hasil dilakukannya penelitian pada pengecoran *raft foundation*, terjadi kenaikan suhu signifikan diakibatkan proses hidrasi yang terjadi secara besar-besaran pada umur awal beton ( kurang dari 4 hari ) dan suhu beton menunjukkan rata-rata  $77,75^{\circ}\text{C}$  ( suhu puncak terjadi saat malam hari ), sehingga proses beton ini tidak boleh diganggu. Hal ini dapat diatasi dengan metode buka tutup lapisan insulasi. Perbedaan temperature bisa terjadi akibat reaksi kimia dari bahan beton itu sendiri, terutama dalam pekerjaan beton massa, maka semakin banyak bahan kimia yang digunakan, maka akan timbul reaksi kimia seperti hidrasi dalam skala yang cukup besar, akibatnya akan mempengaruhi tegangan pada beton yang cukup signifikan,

seperti susut, rangkak, tarik, dan lain-lain. Lapisan insulasi juga memberikan pengaruh pada pengendalian temperature permukaan pada beton massa, dan juga *fly ash* dapat menurunkan suhu beton dikarenakan reaksi kimia dari *fly ash* menghasilkan hidrasi yg lebih kecil dan stabil daripada semen.

## 2.2 Penelitian Beton Massa oleh Fitri dan Koespiadi ( Universitas Narotama )

Makalah atau jurnal berkaitan dengan Studi Pengaruh temperature dan Pembuatan Beton Massa yang ditulis oleh Fitri Swastika Whardani, dan Koespiadi, dari Teknik Sipil Universitas Narotama. Ditulis pada tahun 2019, meneliti tentang beton massa yaitu pengaruh temperatur beton massa dengan ketebalan 4 meter pada *Raft Foundation Pile Cap*, Proyek Gunawangsa Tidar Apartment Surabaya, dengan kurang lebih volume pengecoran yang ditinjau yaitu  $1764 \text{ m}^3$  dan luasannya kurang lebih  $914,89 \text{ m}^2$  yang terdiri dari dua tipe *raft foundation pile cap*, yaitu tipe 114 dan tipe 119. Pengecoran yang dilakukan di Gunawangsa Tidar Apartment Surabaya ini menggunakan beton ready mix fc'25 MPa, dan slump kurang lebih 10 cm.

Menurut penulis dalam penulisannya, beton massa adalah segala volume beton yang memiliki dimensi atau ukuran yang cukup besar dan biasanya digunakan dalam pekerjaan pondasi dalam. Resiko dalam pengerjaan dalam beton massa adalah kenaikan suhu yang cukup tinggi dan

dapat menyebabkan retak thermal. Retak thermal sendiri adalah keretakan yang terjadi pada beton yang disebabkan karena adanya perubahan suhu yang terjadi pada lapisan maupun dengan suhu lingkungan dan perubahan yang terjadi yaitu kenaikan maksimum atau penurunan suhu, yang dapat mengakibatkan kontraksi dan keretakan pada beton itu sendiri. Di dalam adukan beton, kadar air sangat di pertimbangkan dikarenakan menentukan tingkat workability nya, campuran beton yang terlalu cair dapat mengakibatkan mutu beton rendah dan lama dalam pengeringannya, sedangkan beton yang terlalu kering menyebabkan adukan menjadi tidak rata dan sulit dalam melakukan pencetakan. Oleh sebab itu, dibutuhkan kadar air yang seimbang dan sempurna, sehingga pengujian slump dapat menghasilkan nilai slump yang sesuai dengan standard.

Dalam penelitian langsung di lapangan, penulis melakukan pengamatan suhu dengan menggunakan 3 elevasi kabel *thermocouple* yang ditempatkan di atas, tengah dan bawah pada beton, dan untuk tipe 114 ada 4 titik pengawasan dan untuk tipe 119 juga ada 4 titik pengawasan. Ketika suhu sudah mulai naik, metode yang digunakan yaitu dengan mengalirkan air dingin ke dalam pipa-pipa yang sudah di tempatkan di setiap lapisan pada campuran beton. Selama pengerjaan pengecoran beton sampai pada proses perkerasan beton, suhu yang didapatkan saat pengawasan mendapatkan angka yang aman dan tidak melebihi temperature puncak untuk kedua *pile cap* yang menjadi sampel uji penelitian.

Hasil dan kesimpulan yang dapat diambil ialah selama uji materi penelitian tersebut, adalah suhu campuran beton sesuai dengan persyaratan dari temperature yang sudah diijinkan, untuk kedua *pile cap* yang menjadi sampel uji penelitian tersebut. Serta, selama 10 hari pengawasan suhu setelah pengecoran, sudah didapatkan angka atau nilai suhu rata-rata nya tidak melebihi ketetapan yang sudah ditetapkan, dan suhu yang didapatkan tidak terlalu tinggi, dikarenakan beton memiliki kandungan semen dan fly ash yang tidak berlebihan ( seimbang ). Dapat disimpulkan juga jika pekerjaan beton massa *raft foundation pile cap* pada proyek Gunawangsa Tidar Apartement Surabaya ini tidak berpotensi terjadinya keretakan pada beton tersebut ( retak thermal ).

### **2.3 Penelitian Beton Massa oleh Billy dan F.X. Supartono ( Universitas Tarumanegara )**

Makalah atau jurnal yang dituliskan oleh Billy Setiawan dan F.X. Supartono dari Universitas Tarumanegara membahas tentang analisis *heat transfer* pada beton massa menggunakan OPC tipe I dalam hubungan dengan cara *curing*, dan dituliskan pada tahun 2018. Membahas tentang pekerjaan beton massa pada kontruksi pilecap Jembatan Pulau Balang, Kalimantan Timur.

Menurut penulis, beton massa merupakan beton yang memiliki dimensi cukup besar, sehingga diperlukan penanganan khusus saat proses pengecorannya. Bentuk penanganannya adalah dengan pengendalian suhu

thermal akibat dari reaksi kimia semen dengan air yang menyebabkan perubahan volume dari beton massanya dan yang terjadi selanjutnya adalah keretakan pada beton massanya. Beton massa biasanya digunakan dalam wujud pilecap, pillar besar, dan beton-beton yang memiliki dimensi tebal lainnya. Menurut penulis juga, jenis semen juga berpengaruh dalam pembuatan beton massa, dikarenakan beton sendiri terbentuk akibat adanya reaksi kimia yang nantinya akan mengikat bahan lainnya dalam campuran beton. Semen juga dapat diartikan sebagai bahan pengikat atau perekat yang berfungsi untuk mengikat bahan-bahan lainnya sehingga menjadi bentuk atau wujud yang kuat dan keras. Curing juga menjadi langkah atau faktor penting dalam pelaksanaan pembuatan beton massa. Curing berfungsi untuk menguatkan beton pada fase perkerasan beton atau saat proses beton mengeras, agar beton memiliki kuat tekan optimum atau kuat tekan yang diinginkan. Penulis dalam melakukan penelitian tersebut menggunakan aplikasi Midas Civil 2018, untuk mengetahui letak dari penyebaran suhu dan tegangan yang keluar dalam bentuk variable yang bervariasi, diantaranya opsi curing serta temperature awal.

Hasil dan kesimpulan yang dapat diambil adalah pemakaian air es sebagai salah satu bahan untuk campuran beton berpengaruh terhadap temperaturnya, yaitu berkisar  $64^{\circ}\text{C}$  sedangkan temperature maksimum yang dihasilkan adalah berkisar  $76^{\circ}\text{C}$ . Menggunakan lapisan isolator juga berpengaruh terhadap suhu pada *pilecap* itu sendiri, dikarenakan lapisan isolator dapat menahan panas keluar dari permukaan beton, sehingga

lapisan inti dengan permukaan memiliki temperature yang tidak terlalu berbeda. Serta, menggunakan temperature awal yang rendah menjadi faktor menekannya temperature sehingga bisa menghasilkan temperature yang lebih optimal dan metode ini merupakan metode yang cukup tepat untuk dilaksanakan dalam pengecoran *pilecap* pada proyek Jembatan Pulau Balang, Kalimantan Timur.

#### **2.4 Penelitian Beton Massa oleh Juny Handayani, Muhamad Lutfi, Nurul Chayati, dan Fadhila Muhammad ( Universitas Ibn Khaldun Bogor)**

Makalah atau jurnal yang dituliskan oleh Juny Handayani, Muhamad Lutfi, Nurul Chayati, dan Fadhila Muhammad dari Universitas Ibn Khaldun Bogor membahas tentang analisis pengaruh temperature beton massa pada *raft foundation* ketebalan 3 meter pada proyek MCC Tower, Jakarta. Proyek Raft Foundation tersebut memiliki ketebalan 3 meter dan volume kurang lebih hampir  $12.000 \text{ m}^3$  ( Volume actual yaitu  $11.115 \text{ m}^3$  ).

Menurut para penulis, Raft Foundation adalah struktur beton yang memiliki dimensi yang cukup besar dan bisa dikategorikan sebagai beton massa atau Mass Concrete. Proses reaksi kimia antara semen dan air ( hidrasi ) dapat mengakibatkan keretakan pada beton, sehingga diperlukan perhatian khusus pada umur awal beton. Ada banyak cara untuk mencegah terjadinya keretakan pada beton, salah satu cara yang tepat menurut para penulis adalah dengan *temperature control*. Kontrol temperature dapat dilakukan dengan alat *thermocouple* yang akan dipasang dalam beton

tersebut, serta sistem insulasi dan pertukaran suhu diperlukan untuk mengatur panas pada beton. Para penulis dalam melakukan penelitian mengacu pada standard ACI 207. 1R-96 tentang *Mass Concrete* yang terdapat batasan-batasan nilai temperature diantara lapisan beton, yaitu udara dengan lapisan atas, tengah, dan bawah, tidak lebih dari 20°C. Jangka waktu penelitian dilakukan berturut-turut selama 4 hari.

Hasil dan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tersebut adalah perlu adanya metode pendinginan beton yang baik, dikarenakan saat pemantauan di lapangan saat itu, suhu beton mengalami kenaikan dari hari pertama hingga hari ketiga yaitu 52,92 °C. Salah satu cara pendinginan beton adalah dengan cara sistem buka tutup pada lapisan insulasi, agar suhu tidak terus naik dan pada hari ke 7, suhu stabil di angka 11 – 18 °C. Sehingga dapat mencegah terjadinya retak *thermal* pada *Mass Concrete* ( *Raft Foundation* ) tersebut, dan pada akhirnya semua masih memenuhi standard ACI 207. 1R-96 tentang *Mass Concrete*.