

Studi Pengaruh Temperature dan Pembuatan Beton Massa dengan Ketebalan 4 Meter (Studi Kasus : Proyek Gunawangsa Tidar Apartement Surabaya)

Fitri Swastika Wardhani¹⁾, Koespiadi²⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama
Jl. Arief Rachman Hakim 51, Sukolilo Surabaya
Email: swastika93.fs@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama
Jl. Arief Rachman Hakim 51, Sukolilo Surabaya
Email: koespiadi@narotama.ac.id

Abstract

Building a building with a large and large number of foundations requires a mass casting method. In mass casting work requires observation and analysis of temperature in order to find out the peak temperature and no thermal cracks occur. In this Final Project aims to determine the effect of mass concrete temperature on the raft foundation of the Surabaya Gunawangsa Tidar Aparment Project. The project has 25 types of raft foundations, but the ones with large dimensions and mass casting are pile cap 114 and pile cap 119. Mass casting is carried out in a full day so after casting it is necessary to observe the effect of concrete temperature. The effect of temperature observed was peak temperature, temperature difference, and statistical hypothesis testing. In general, the peak temperature at ijinjam is 78.20° C with a difference in temperature of 20° C. Observations on pile cap 114 and pile cap 119 are safe and have no thermal cracks.

Keywords: Temperature, Concrete Mass, Thermocouple, Foundation rafts, statistics.

Abstrak

Pembangunan gedung dengan jumlah pondasi yang besar dan banyak maka perlu adanya metode pengecoran massa. Pada pekerjaan pengecoran massa memerlukan pengamatan dan analisa temperatur agar mengetahui temperatre puncak dan tidak terjadi retak thermal. Pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur beton massa pada pondasi rakit Proyek Gunawangsa Tidar Aparment Surabaya. Proyek tersebut mempunyai 25 tipe pondasi rakit, tetapi yang berdimensi besar dan dilakukan pengecoran massa adalah pile cap 114 dan pile cap 119. Pengecoran massa dilakukan sehari penuh maka setelah pengecoran di perlukan pengamatan pengaruh suhu beton. Pengaruh temperature yang diamati adalah temperature puncak, perbedaan temperature, dan uji hipotesis statistik. Pada umumnya temperature puncak yang di ijinjam adalah 78.20° C dengan perbedaan temperature 20° C. Pengamatan pada pile cap 114 dan pile cap 119 di dapat nilai yang aman dan tidak terjadi retak thermal.

Kata Kunci: Temperatur, Beton Massa, Thermocouple, Pondasi rakit., statistik.

PENDAHULUAN

Semakin banyaknya pertumbuhan gedung tinggi di surabaya. Di dalam pembangunan gedung tinggi (*high rise*) kemungkinan besar dan dapat dipastikan terdapat *raft foundation* di dalam pekerjaan bawah tanah (*sub structure*). *Raft foundation* sebagai salah satu bagian penting dalam pembangunan gedung tinggi. Dengan demikian dibutuhkan pengamatan yang ekstra ketat supaya tidak terjadi kegagalan dan metode pelaksanaan yang benar. Karena jika terjadi kegagalan dalam pekerjaan *raft foundation* maka biaya, dan waktu pekerjaan menjadi bertambah dalam jumlah yang sangat besar.

Metode pelaksanaan pada *raft foundation* ini merupakan pengecoran besar besaran dan menerus, Masalah beton yang paling utama dalam pengecoran beton massa (*Mass Concrete*) adalah pemakaian volume beton dalam jumlah yang sangat besar dan masif, maka temperatur yang terjadi pada waktu pengecoran dan pengerasan beton akan sangat tinggi. Temperatur yang tinggi dalam beton massa ini akan menimbulkan perubahan volume pada beton massa dan akibat dari

perubahan volume ini bisa terjadi keretakan beton. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan dan analisa pada Proyek Gunawangsa Tidar Surabaya.

Pada proyek ini pondasi dasarnya dalah pondasi rakit (*raft foundation*) yang berjumlah 25 tipe *pile cap*. Pada Februari 2016 di laksanakan pengecoran massa *pile cap* 119 dan bulan April 2016 juga di laksanakan pengecoran massa *pile cap* tipe 114. Karena ke dua *pile cap* tersebut mempunyai dimensi besar maka pengecoran dilakukan sehari penuh, dengan demikian pengamatan dan analisa hubungan temperaturnya pasti di butuhkan. Pengamatan tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi retak thermal atau tidak.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengamatan atau observasi adalah aktivitas yang dilakukan makhluk cerdas, terhadap suatu proses atau objek dengan maksud merasakan dan kemudian memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-

informasi yang dibutuhkan untuk melanjutkan suatu penelitian. Ilmu pengetahuan biologi dan astronomi mempunyai dasar sejarah dalam pengamatan oleh amatir. Di dalam penelitian, observasi dapat dilakukan dengan tes, kuesioner, rekaman gambar dan rekaman suara.

Temperatur adalah ukuran panas-dinginnya dari suatu benda. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudah-mudahan, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Mengukur temperatur sebuah benda secara kuantitatif dengan menggunakan termometer. Termometer ini terbuat dari bahan yang bersifat termometrik (sifat fisiknya bervariasi terhadap temperatur). Empat macam termometer yang paling dikenal adalah Celsius, Reaumur, Fahrenheit dan Kelvin.

Kontak thermal adalah dua buah benda dikatakan dalam keadaan kontak termal bila energi termal dapat bertukar diantara kedua benda tanpa adanya usaha yang dilakukan. Yaitu situasi yang mana dua benda yang dalam keadaan kontak thermal menukarkan energi termal dalam jumlah yang sama. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan thermal tergantung sifat benda tersebut. Pada saat kesetimbangan thermal ke dua benda mempunyai temperatur yang sama.

Mass Concrete adalah segala volume beton dengan dimensi yang cukup besar dan biasanya digunakan untuk pondasi dalam sehingga perlu pengendalian thermal terhadap panas yang ditimbulkan oleh proses hidrasi semen. Dalam *Mass Concrete* dimensi *Cross Section* struktur lebih besar atau sama dengan 2,5 feet (760 mm). Masalah yang biasa terjadi pada *Mass Concrete* adalah Retak Thermal yaitu retak pada beton yang disebabkan oleh adanya perbedaan temperatur beton antar lapisan maupun dengan suhu lingkungan ≤ 20 °C (ACI, Jurnal Vol. 94 No 2, 1997), dan kenaikan maksimum atau penurunan suhu yang menyebabkan kontraksi dan mengakibatkan *crack* adalah 40 °C/Jam. Ada beberapa cara untuk menghindari retak thermal pada *mass concrete*, pengendalian retak thermal dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Precooling of concrete yaitu meliputi penyiraman agregat, penggunaan air es, penambahan es pada campuran beton, atau nitrogen cair.

Postcooling of concrete yaitu menggunakan aliran air dalam pipa untuk mengurangi panas dibagian dalam beton.

Surface Insulation yaitu pemasangan isolasi pada permukaan sehingga dapat menahan & melepas panas secara perlahan-lahan agar pendinginan permukaan dapat terkendali.

Uji *Slump* adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump

menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat *workability* nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak. Uji *Slump* mengacu pada SNI 1972-2008 dan ICS 91.100.30. *Slump* dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan (biasanya ketika *ready mix* sampai, diuji setiap kedatangan). Hasil dari Uji *Slump* beton yaitu nilai *slump*. Nilai yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional (SI) dan mempunyai standar.

Hipotesis statistik adalah pernyataan atau dugaan mengenai keadaan populasi yang sifatnya masih sementara atau lemah kebenarannya. Hipotesis statistik dapat berbentuk suatu variabel seperti binomial, poisson, dan normal atau nilai dari suatu parameter, seperti rata-rata, varians, simpangan baku, dan proporsi. Hipotesis statistik harus di uji, karena itu harus berbentuk kuantitas untuk dapat di terima atau di tolak. Hipotesis statistik akan di terima jika hasil pengujian membenarkan pernyataannya dan akan di tolak jika terjadi penyangkalan dari pernyataannya.

Hipotesis penelitian adalah hipotesis kerja (Hipotesis Alternatif H_a atau H_1) yaitu hipotesis yang dirumuskan untuk menjawab permasalahan dengan menggunakan teori-teori yang ada hubungannya (relevan) dengan masalah penelitian dan belum berdasarkan fakta serta dukungan data yang nyata dilapangan. Hipotesis alternatif (H_a) dirumuskan dengan kalimat positif. Hipotesis nol adalah pernyataan tidak adanya hubungan, pengaruh, atau perbedaan antara parameter dengan statistik. Hipotesis Nol (H_0) dirumuskan dengan kalimat negatif. Nilai Hipotesis Nol (H_0) harus menyatakan dengan pasti nilai parameter.

Pondasi rakit (*raft foundation*) adalah pelat beton yang berbentuk rakit melebar keseluruhan bagian dasar bangunan, yang digunakan untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah dasar atau batu-batuan di bawahnya. Sebuah pondasi rakit bisa digunakan untuk menopang tangki-tangki penyimpanan atau digunakan untuk menopang beberapa bagian peralatan industri. Pondasi rakit biasanya digunakan di bawah kelompok silo, cerobong, dan berbagai konstruksi bangunan. Sebuah pondasi rakit bisa digunakan di mana tanah dasar mempunyai daya dukung yang rendah dan/atau beban kolom yang begitu besar, sehingga lebih dari 50 % dari luas bangunan diperlukan untuk pondasi telapak sebar konvensional agar dapat mendukung pondasi. Disarankan penggunaan pondasi rakit sebab lebih ekonomis karena dapat menghemat biaya penggalian dan penulangan beton. Pondasi rakit biasanya juga dipakai untuk ruang-ruang bawah tanah (*basement*) yang dalam, baik untuk menyebarkan beban kolom menjadi distribusi tekanan yang lebih seragam dan untuk memberikan lantai buat ruang bawah-tanah. Keuntungan khusus untuk ruang bawah-tanah yang berada pada atau di bawah MAT (Muka Air Tanah) ialah karena merupakan penyekat air.

METODE PENELITIAN

Metodologi dapat diartikan sebagai cara ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan data yang obyektif, valid, reliabel, dengan tujuan dapat ditemukan, dibuktikan dan dikembangkan suatu pengetahuan, sehingga dapat disederhanakan. Ada dua macam metodologi yaitu metode observasi (Pengamatan) dan metode wawancara.

Metode pelaksanaan pada *raft foundation* ini merupakan pengecoran besar besaran dan menerus. Masalah beton yang paling utama dalam pengecoran beton massa (*Mass Concrete*) adalah pemakaian volume beton dalam jumlah yang sangat besar dan masif, maka temperatur yang terjadi pada waktu pengecoran dan pengerasan beton akan sangat tinggi. Temperatur yang tinggi dalam beton massa ini akan menimbulkan perubahan volume pada beton massa dan akibat dari perubahan volume ini bisa terjadi keretakan beton. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan pengamatan dan analisa pada Proyek Gunawangsa Tidar Surabaya.

Penyusunan ini akan menggunakan beberapa tahapan metode observasi (Pengamatan), yang dapat di artikan merupakan metode pengumpulan data yang digunakan untuk menghimpun data penelitian. hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan observasi sebagai berikut:

Alat bantu pengamatan Langkah-langkah pengamatan yaitu mempersiapkan semua data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembahasan analisa hubungan temperatur *mass concrete* pada *raft foundation* proyek Gunawangsa Tidar Apartment Surabaya. macam-macam data yang diperlukan untuk laporan akhir ini adalah:

- Data proyek Gunawangsa Tidar Apartment
- Gambar spesifikasi Pile cap
- Data spesifikasi Pile cap

Raft foundation pile cap tipe 114 dengan rincian sebagai berikut :

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Luas pondasi rakit | = 441 m ² |
| Dimensi pondasi rakit | = 30,6 m x 14,4m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 911 m ³ |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |

Raft foundation pile cap tipe 119 dengan rincian sebagai berikut:

| | |
|--|-------------------------|
| Luas pondasi rakit | = 473.89 m ² |
| Dimensi pondasi rakit | = m x m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 853 m ³ |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |
| Tabel Quality control pengecoran massa | |
| Data laboratorium beton pengecoran massa | |

PEMBAHASAN

Dalam *Mass Concrete* dimensi *Cross Section* struktur lebih besar atau sama dengan 2,5 feet (760 mm). Masalah yang biasa terjadi pada *Mass Concrete* adalah Retak Thermal yaitu retak pada beton yang disebabkan oleh adanya perbedaan temperatur beton antar lapisan

maupun dengan suhu lingkungan ≤ 20 oC (ACI, Jurnal Vol. 94 No 2, 1997), dan kenaikan maksimum atau penurunan suhu yang menyebabkan kontraksi dan mengakibatkan crack adalah 40 °C/Jam.

Secara garis besar metode pelaksanaan pada pembangunan proyek ini telah diatur di dalam syarat-syarat teknis setiap pekerjaan. Semua lingkup pekerjaan harus sesuai dengan metode pelaksanaan, maka kontraktor pelaksana harus mengikuti metode pelaksanaan yang di atur dalam syarat-syarat yang telah di berikan oleh konsultan dan pemilik proyek. Pada proyek pembangunan Apartment Gunawangsa Tidar Surabaya ini memiliki tipe-tipe pondasi yang berdimensi besar, untuk itu agar mempercepat pekerjaan maka di lakukan mass concrete. Banyak hal yang perlu di perhatikan untuk melaksanakan *mass concrete*, mulai dari persiapan hingga perawatannya. Pada pelaksanaan pekerjaan *mass concrete* memerlukan perencanaan metode yang matang, berikut yang perlu di rencanakan:

- Tenda
- Pengaturan Sirkulasi Mixer & lalu lintas
- Sistem pengecoran
- Perawatan Beton

Pelaksanaan monitoring suhu ini di lakukan setelah 2 jam dari pelaksanaan curing. Suhu yang di monitor dilaksanakan dengan ketentuan pembacaan suhu sebagai berikut:

- Untuk 24 jam pertama pembacaan dilaksanakan setiap 2 jam.
- Untuk 2 x 24 jam berikutnya pembacaan dilaksanakan setiap 3 jam.
- Selanjutnya dilaksanakan selama 4 kali Pagi 09.00 WIB, Siang 12.00 WIB, Sore 17.00 WIB dan Malam 20.00 WIB selama 7 hari.

Pengamatan temperatur beton massa di lapangan pada proyek ini untuk tipe pile cap 114 ada 4 titik dan untuk tipe pile cap 119 ada 4 titik pengamatan. Pada setiap pengamatan di tetapkan 3 elevasi kabel *termocouple* pengukuran yaitu atas (± 40 cm di bawah permukaan beton), tengah dan bawah (± 40 cm di atas dasar beton), karena penyebaran panas hidrasi dianggap sama kesemua arah (beton dianggap homogen) maka temperatur di lakukan vertical.

Pada perhitungan beton massa di dapat temperature puncak (Tp) sebesar 78.20° C. Dengan monitoring suhu selama 1 minggu seperti pada tabel tersebut di dapat data sebagai berikut:

| | |
|--|------------|
| Rata-rata monitoring suhu Pile Cap 114 | |
| Jumlah data | = 220 |
| Rata-rata lapis atas | = 58.61° C |
| Rata-rata lapis tengah | = 60.19° C |
| Rata-rata lapis bawah | = 61.52° C |
| Rata-rata monitoring suhu Pile Cap 114 | |
| Jumlah data | = 224 |
| Rata-rata lapis atas | = 59.65° C |
| Rata-rata lapis tengah | = 61.37° C |
| Rata-rata lapis bawah | = 59.44° C |

Dari hasil rata-rata suhu maksimum didapat angka aman dan tidak melebihi temperatur puncak.

Hipotesis statistik adalah pernyataan atau dugaan mengenai keadaan populasi yang sifatnya masih sementara atau lemah kebenarannya. Hipotesis statistik harus di uji, karena itu harus berbentuk kuantitas untuk dapat di terima atau di tolak. Hipotesis statistik akan di terima jika hasil pengujian membenarkan pernyataannya dan akan di tolak jika terjadi penyangkalan dari pernyataannya. Berikut adalah prosedur pengujian statistik:

Menentukan formulasi hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatifnya (H_a)

Memilih suatu taraf nyata (α) dan menentukan nilai table.

Membuat criteria pengujian berupa penerimaan dan penolakan H_0 .

Melakukan uji statistik

Membuat kesimpulan dalam hal penerimaan dan penolakan H_0 .

Pada Pile Cap 114 mempunyai 3 data yaitu atas, tengah dan bawah. Dari data tersebut 220 sample masing-masing memiliki dan rata-rata suhu yang berbeda. Suhu beton puncak maksimal 78.20°C dengan toleransi 5% , perbedaan suhu maksimum sebesar 20°C .

Data proyek Gunawangsa Tidar Apartment

Gambar spesifikasi Pile cap

Data spesifikasi Pile cap

Raft foundation pile cap tipe 114 dengan rincian sebagai berikut:

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Luas pondasi rakit | = 441 m ² |
| Dimensi pondasi rakit | = 30.6 m x 14.4 m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 911 m ³ |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |

Raft foundation pile cap tipe 119 dengan rincian sebagai berikut:

| | |
|--|-------------------------|
| Luas pondasi rakit | = 473.89 m ² |
| Dimensi pondasi rakit | = m x m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 853 m ³ |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |
| Tabel Quality control pengecoran massa | |
| Data laboratorium beton pengecoran massa | |

Data untuk pengujian hipotesis:

| | |
|------------------------------|--------------|
| Nila rata-rata suhu atas (X) | = 58.61° C |
| Jumlah sample (n) | = 220 |
| Simpangan baku/deviasi (σ) | = 20° C |
| Hipotesis (μ) | = 78.20° C |
| Taraf nyata/toleransi (α) | = 5 % = 0.05 |

Pengujian uji hipotesis pada temperature atas :

membuat Formulasi hipotesisnya :

$H_0 : \mu = 78.20$

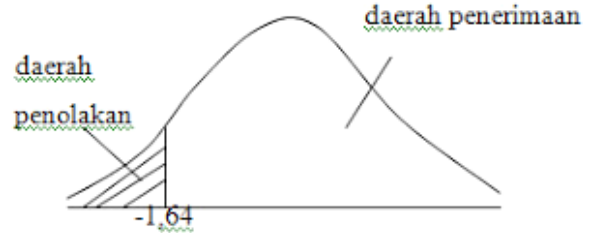
$H_1 : \mu < 78.20$

Taraf nyata dan nilai tabelnya :

$\alpha = 5\% = 0,05$

$Z_{0,05} = -1,64$ (pengujian sisi kiri)

Kriteria pengujian:



$$Z_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (1)$$

$$= \frac{58.61 - 78.20}{\frac{20}{\sqrt{220}}} = -14.53$$

Karena $Z_0 = -14.53 \geq -Z_{0,05} = -1,64$ maka H_0 di terima.

Agar beton massa tidak terjadi retak thermal menurut Bamforth P.B (3) 1982 adalah perbedaan temperatur antara permukaan beton dengan temperature di dalam beton yang diperkenankan adalah sebesar $20^\circ\text{C} - 39^\circ\text{C}$. Untuk proyek Gunawangsa Tidar Apartement spesifikasi tekniknya menetapkan selisih perbedaan suhu temperatur yang di ijinakan adalah 20°C .

Data dari monitoring temperatur pengecoran *raft foundation pile cap* 114 dan pile cap 119 maka dicek dengan menghitung selisih temperatur atas tidak boleh melebihi 20°C dengan ketentuan:

Δ_1 yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Atas

Δ_2 yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Bawah

Δ_3 yaitu selisih antara beda suhu Bawah dengan Suhu Atas

Berikut hasil rata-rata perhitungan deviasi antara suhu atas, bawah dan tengah pada ke empat thermocouple pile cap.

Hasil pengecoran mass concrete pada PC 114 didapatkan hasil deviasi maximum sebesar 2.7°C

Hasil pengecoran mass concrete pada PC 119 didapatkan hasil deviasi maximum sebesar 6.5°C

Sehingga hasil dari pengecoran pada kedua pile cap tersebut aman dan tidak terjadi retak thermal karena tidak melebihi deviasi ijin yaitu 20°C .

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari data penelitian yang sudah di analisa mengenai pengaruh dan perilaku beton massa ketelaban 4 meter. Temperatur beton segar

sesuai persyaratan dari temperature yang di izinkan tidak melebihi 38° C rata-rata suhu beton segar Pile Cap 114 sebesar 29.65° C dan rata-rata suhu beton segar Pile Cap 119 sebesar 30.17° C.

Temperatur puncak (Tp) yang terjadi dengan pengamatan temperatur selama 10 hari didapat data hasil rata-rata suhu maksimum pengaruh yang terjadi di bawah angka yang di perkenankan tidak terlalu tinggi karena temperatur yang terjadi berarti memiliki kandungan semen dan fly ash yang tidak tinggi pula

Perbedaan temperatur antara permukaan beton dengan temperatur di dalam beton menggunakan thermocouple terjadi pada temperture kurang dari 20° C yang berarti bahwa beton massa pada proyek ini tidak berpotensi terjadi retak thermal.

Data untuk pengujian hipotesis:

| | |
|---|--------------|
| Nilai rata-rata suhu atas (X) | = 58.61° C |
| Jumlah sample (n) | = 220 |
| Simpangan baku/deviasi (σ) | = 20° C |
| Hipotesis (μ0) | = 78.20° C |
| Taraf nyata/toleransi (α) | = 5 % = 0.05 |
| Pengujian uji hipotesis pada temperature atas : | |
| membuat Formulasi hipotesisnya : | |
| Ho : μ = 78.20 | |
| H1 : μ < 78.20 | |

Taraf nyata dan nilai tabelnya :

| | |
|-------|-------------------------------|
| α | = 5% = 0,05 |
| Z0,05 | = -1,64 (pengujian sisi kiri) |

Data proyek Gunawangsa Tidar Apartment

Gambar spesifikasi Pile cap
Data spesifikasi Pile cap

Raft foundation pile cap tipe 114 dengan rincian sebagai berikut:

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Luas pondasi rakit | = 441 m2 |
| Dimensi pondasi rakit | = 30,6 m x 14,4 m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 911 m3 |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |

Raft foundation pile cap tipe 119 dengan rincian sebagai berikut:

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Luas pondasi rakit | = 473.89 m2 |
| Dimensi pondasi rakit | = m x m |
| Ketebalan pondasi rakit | = 1,8 m dan 4,3 m |
| Material beton | = fc' 25 |
| Volume pondasi rakit | = 853 m3 |
| Slump Beton | = 100 ± 20 mm. |

Tabel Quality Control pengecoran massa
Data laboratorium beton pengecoran massa

Kriteria pengujian:



$$Z_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{58.61 - 78.20}{\frac{20}{\sqrt{220}}}$$

$$= -14.53$$

Karena $Z_0 = -14.53 \geq -Z_{0,05} = -1,64$ maka H_0 di terima.

Agar beton massa tidak terjadi retak thermal menurut Bamforth P.B (3) 1982 adalah perbedaan temperatur antara permukaan beton dengan temperature di dalam beton yang diperkenankan adalah sebesar 20° C - 39° C. Untuk proyek Gunawangsa Tidar Apartement spesifikasi tekniknya menetapkan selisih perbedaan suhu temperatur yang di ijinakan adalah 20° C.

Data dari monitoring temperatur pengecoran raft foundation pile cap 114 dan pile cap 119 maka dicek dengan menghitung selisih temperatur atas tidak boleh melebihi 20° C dengan ketentuan:

- Δ1 yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Atas
- Δ2 yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Bawah
- Δ3 yaitu selisih antara beda suhu Bawah dengan Suhu Atas

Berikut hasil rata-rata perhitungan deviasi antara suhu atas, bawah dan tengah pada ke empat thermocuple pile cap. Hasil pengecoran mass concrete pada PC 114 didapatkan hasil deviasi maximum sebesar 2.7° C Hasil pengecoran mass concrete pada PC 119 didapatkan hasil deviasi maximum sebesar 6.5° C. Sehingga hasil dari pengecoran pada kedua pile cap tersebut aman dan tidak terjadi retak thermal karena tidak melebihi deviasi ijin yaitu 20° C.

DAFTAR PUSTAKA

America Concrete Institute (ACI) .224.1.R937,ACI.Jurnal Vol. 94. No. 2.1997,ACI 207 & ACI 305
Iqbal, M Hasan. (2002). *Pokok-pokok materi statistik 2 (statistik intensif)*. Jakarta : Bumi Aksara
Koespiadi. (2016). "Variables Affecting the Quality of Story Building Design Document". Journal of Basic and Applied Scientific Research www.textroad.com 5 (2015 ... vol.

Mahfud, Danial, (2012). *Perencanaan Jadwal dan Anggaran Biaya pada Gedung C Poyek Perkuliahan Akbid-Akper Pamenang Pare-Kediri*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang.

Melky Suryawijaya, (2012). *Studi Pengaruh Temperature Beton Massa Dengan Ketebalan 4 Meter*, Skripsi Fakultas Teknik Progam Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Pengamatan> 08 April 2016 jam 10.50 WIB

<https://www.google.com/search?q=pengertian+temperatur+beton&ie=utf-8&oe=utf-8#q=temperatur+adalah> 17 April 2016 jam 15.03 WIB

<https://id.wikipedia.org/wiki/Suhu> 17 April 2016 jam 15.19 WIB