

**Analisa Kenaikan Temperatur Pada Beton Berdimensi Besar
(Mass Concrete) Dengan Semen Type V Pada Pondasi Struktural Turbine House**

Umayya Ulfah¹, Sugiyanto¹

Fakultas Teknik, Universitas Sunan Bonang^{1,2}

Email: umayyaulfah5@gmail.com¹, irsugianto6@gmail.com²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2642>

Abstract : Seiring dengan perkembangan dunia konstruksi sipil, saat ini telah banyak dilakukan pembuatan beton dengan jumlah yang besar. Hal ini berpengaruh pada jumlah semen yang digunakan karena dimensinya yang besar dan berakibat pada tingginya suhu beton yang dihasilkan. Untuk itu salah satu cara untuk mengurangi tingginya suhu beton yang dihasilkan, pemilihan type semen menjadi krusial. Di Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Muara Laboh, banyak digunakan pondasi berdimensi besar (Mass Concrete) sebagai pondasi struktural Turbine House. Penggunaan Semen Type V dalam Design Mix Concrete Beton sebagai upaya menekan tingginya suhu beton yang akan dihasilkan, dengan komposisi semen 425 kg/m³. Pengambilan data dilakukan pada pondasi footing type F1g titik 2G dan type F1g titik 2F yang berdimensi 6,5 x 4 x 1,85 m; pondasi footing type F1d titik 6D dan type F1f titik 6B yang berdimensi 4 x 4 x 1,25 m. dari hasil penelitian pondasi footing type F1g titik 2G dan type F1g titik 2F menghasilkan suhu inti beton >70°C yang berpotensi tinggi terjadinya salah satu cacat beton yaitu DEF (Deferred Ettringite Formation)

Keywords: Semen Type V, Suhu Inti, Mass Concrete

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan dunia konstruksi dalam beberapa dekade terakhir, hampir semua bidang konstruksi dalam pengerjaannya menggunakan struktur beton. Dari semua bidang itu, tidak sedikit yang menggunakan inovasi pada campuran betonnya, baik itu zat additive maupun jenis dari semen yang digunakan. Penggunaan zat additive maupun jenis semen ini bergantung daripada klasifikasi struktur yang akan dibangun.

Untuk pembuatan beton dengan jumlah yang cukup besar, banyak ditemukan kondisi suhu beton yang cukup tinggi yang dapat mempengaruhi kualitas beton tersebut. Berbagai cara dilakukan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya adalah dengan mengenali jenis atau type semen yang akan digunakan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini di beri judul “Analisa Kenaikan Temperature Pada Beton Berdimensi Besar (Mass Concrete) Dengan Semen Type V Pada Pondasi Struktural Turbine House Di Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Muara Laboh”

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, permasalahan dalam penelitian ini di rumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jumlah semen type V dan dimensi pada pondasi Turbine House Building terhadap perbedaan suhu beton di inti dengan permukaan?
2. Bagaimana pengaruh jumlah semen type V pada pondasi Turbine House Building terhadap suhu tertinggi dan laju heat hydration yang dihasilkan?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh jumlah semen type V dan dimensi pada pondasi Turbine House Building terhadap perbedaan suhu beton di inti dengan permukaan.
2. Untuk mengetahui pengaruh jumlah semen type V pada pondasi Turbine House Building terhadap suhu tertinggi dan laju heat hydration.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian antara lain :

1. Sebagai bahan pertimbangan pelaku konstruksi dalam menentukan jenis semen yang akan di gunakan untuk beton skala besar,
2. Sebagai acuan untuk mengendalikan suhu beton dari awal penguangan beton sampai *curing time*,
3. Meningkatkan kualitas ketahanan beton terhadap H₂S,
4. Mengetahui efektifitas penggunaan insulasi beton setelah pengecoran yang saat ini digunakan yaitu pasir dan plastik.

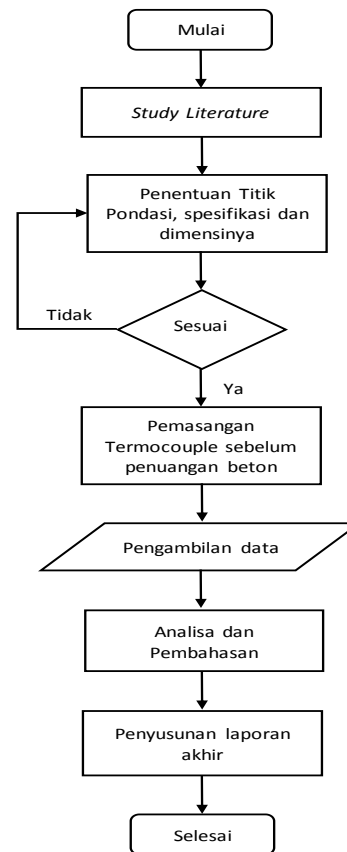
Pembatasan Masalah

Pembahasan ini di batasi pada hal – hal sebagai berikut :

1. Pondasi tempat pengambilan data dilapangan adalah pondasi struktural bagian Footing di *Turbine House Building* project Muara Laboh, Solok Selatan – Sumatera barat.
2. Spesifikasi beton yang diuji yaitu Fc 30 Mpa dan Slump 10 +- 2 cm
3. Design mix yang digunakan adalah design mix nomor 2N yang menggunakan semen *type V* sebanyak 435 kg/m³.
4. Semen yang digunakan adalah semen *type V* produksi PT. Semen Padang.
5. Titik pengambilan suhu beton berada pada inti beton.
6. *Post-treatment* setelah penguangan beton adalah menutup permukaan beton dengan plastik sheet kemudian pasir setebal 5 cm sebagai insulasi beton..

METODE PENELITIAN

Dijabarkan lang-langkah alur penelitian analisa kenaikan temperatur pada beton berdimensi besar (*mass concrete*) dengan semen *type V* pada pondasi struktural *Turbine House*. Berikut diagram alir penelitian:



Langkah Pengerjaan Penelitian

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Study Literature

Untuk mendukung pelaksanaan pengambilan data dan analisa kenaikan suhu pada beton berdimensi besar (*mass concrete*) dengan semen *type V* pada pondasi struktural *Turbine House* maka diperlukan *study literature* tersebut diperoleh dari internet, buku-buku yang menunjang, dan jurnal-jurnal ilmiah yang mampu menjadi dasar dalam pengaruh semen *type V* terhadap kenaikan suhu, dampak dari perbedaan suhu dan suhu tertinggi yang dihasilkan.

Penentuan titik pondasi, spesifikasi dan dimensinya

Pada tahap ini dilakukan penentuan lokasi titik pondasi yang akan dilakukan pengambilan data yaitu pada pondasi *Footing Turbine House Building* yang merujuk pada gambar konstruksi nomor ML-S-ST-PH1-0004 revisi 1 dengan judul gambar *Turbine Generator Building Foundation Plan & Grade*

Beam Schedule, titik, dimensi dan type pondasi yang diukur sebagai berikut :

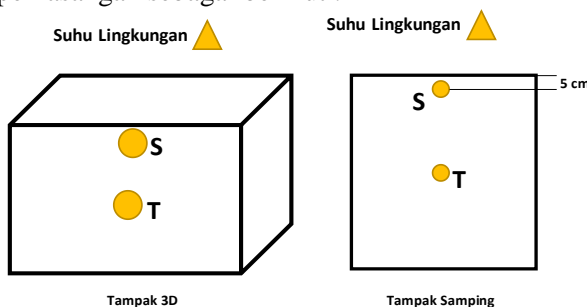
Lokasi/titik	2G	2F	6D	6B
Tipe Footing	F1g	F1g	F1d	F1f
Panjang (m)	6,5	6,5	4	4
Lebar (m)	4	4	4	4
Tinggi (m)	1,85	1,85	1,25	1,25
Volume (m ³)	48,1	48,1	20,0	20,0

Tabel 1. Summary titik lokasi pengambilan data suhu

Keseluruhan pondasi tersebut menggunakan *Design Mix Concrete* nomor 2G dengan jumlah semen 425 kg/m³.

Pemasangan Termocouple sebelum penuangan beton

Suhu beton diukur menggunakan alat *thermocouple* atau sensor suhu yang berjumlah 3 ea dipasang pada bagian tengah / inti beton, 5 cm dari permukaan dan di luar untuk mengukur suhu lingkungan. Layout pemasangan sebagai berikut :



Gambar 1 Layout pemasangan sensor suhu (*thermocouple*)



Gambar 2 Jenis Termocouple Type K yang digunakan

Jenis thermocouple yang digunakan adalah Type K dengan rentang pembacaan suhu 0-400 °C, sensor suhu tersebut akan dipasang sesuai dengan layout yang telah

ditentukan. Jarak pemasangannya variatif tergantung dimensi beton yang akan di uji , minimum jarak antara bagian inti adalah 30 cm sampai 60 cm dari titik suhu permukaan.

sensor suhu tersebut akan dipasang sesuai dengan layout yang telah ditentukan. Jarak pemasangannya variatif tergantung dimensi beton yang akan di uji , untuk titik di area surface atau permukaan di pasang 3 titik yaitu bagian Top (atas), Middle (tengah), Bottom (bawah).

Pemasangan Termocouple bagian inti juga di lakukan oleh team pengawas dan team QC agar sesuai rencana dan sesuai planing dan memudahkan untuk pengambilan data pengecekan suhu nantinya. Jarak pemasangannya variatif tergantung dimensi beton yang akan di uji , untuk di lokasi bagian inti juga di pasang 3 titik yaitu bagian Top (atas), Middle (tengah), Bottom (bawah).

Jenis thermocouple yang digunakan adalah Type K dengan rentang pembacaan suhu 0-400 0C, sensor suhu tersebut akan dipasang sesuai dengan layout yang telah ditentukan. Untuk pembacaan nilai suhu beton tersebut menggunakan alat pembaca suhu dari merk Extech type EX505 Heavy Duty True RMS industrial Multimeter yang memiliki fungsi Type K temperature Measurement yang dapat mempermudah pengukuran suhu di beberapa titik yang berbeda. Alat tersebut harus dipastikan telah terkalibrasi dan valid.

Pengambilan data

Pengambilan data parameter suhu inti, suhu permukaan dan suhu lingkungan dilakukan setiap 2 jam sekali dimulai dari penuangan beton pada bekisting telah selesai. Pengambilan data tersebut di catat pada log book dan di rekap untuk dianalisa pada tahap selanjutnya. Pengambilan data dilakukan selama 108 jam menggunakan multimeter Extech EX505.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai analisa kenaikan temperature pada beton berdimensi besar dengan semen type V pada pondasi struktural Turbine House pada proyek pembangkit listrik tenaga panas bumi di Muara Labuh. Pengambilan data dilakukan pada 6 Footing yang merupakan bagian pondasi struktural Turbine House. Parameter yang diperhatikan pada pengambilan data ini adalah

suhu inti beton, suhu permukaan dan suhu lingkungan yang dilakukan pengamatan suhu selama 108 jam (kurang lebih 4,5 hari umur beton) . Parameter tersebut diukur dengan menggunakan thermocouple setiap 2 jam sekali.

Pengaruh Jumlah Semen *type V* dan Dimensi pada Pondasi *Turbine House Building* terhadap Perbedaan Suhu Beton di Inti dengan Permukaan

Pada tahap ini akan diketahui pengaruh jumlah semen dan dimensi terhadap kenaikan suhu beton yang berdimensi besar. Pengambilan data dilakukan pada empat titik lokasi dengan dua jenis ukuran pondasi berbeda, yaitu:

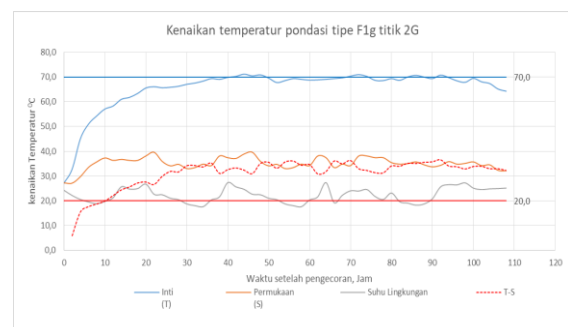
- Lokasi F1g titik 2G (48,1 m³)
- Lokasi F1g titik 2F (48,1 m³)
- Lokasi F1d titik 6D (20 m³)
- Lokasi F1f titik 6B (20 m³)

Jumlah semen *type V* yang digunakan untuk pengambilan data ini adalah sebanyak 435kg/m³. Sehingga total semen yang digunakan untuk ukuran pondasi 48,1 m³ adalah sebanyak 20,923 ton, dan untuk ukuran pondasi 20 m³ semen yang dibutuhkan adalah sebanyak 8,7 ton.

Tabel.1 Data Pengukuran Suhu pondasi tipe F1g titik 2G

Waktu dari Pengecoran	Titik Pengukuran (°C)			
	Inti (T)	Permukaan (S)	Suhu Lingkungan	T-S
0	27,1	27,2	24,2	
2	32,8	27,1	22,1	5,7
4	45,0	29,7	20,5	15,3
6	51,0	33,5	19,5	17,5
8	54,3	35,7	18,8	18,6
10	57,1	37,3	19,7	19,8
12	58,3	36,3	21,2	22,0
14	61,0	36,7	25,6	24,3
16	61,8	36,3	24,7	25,5
18	63,4	36,3	24,9	27,1
20	65,6	38,1	26,7	27,5
22	66,1	39,6	22,6	26,5
24	65,7	35,9	22,4	29,8
26	65,9	34,1	21,0	31,8
28	66,3	34,7	20,4	31,6
30	67,1	33,0	18,7	34,1
32	67,6	33,4	18,0	34,2
34	68,4	34,8	17,6	33,6

36	69,4	34,2	20,3	35,2
38	69,1	38,1	21,6	31,0
40	69,9	37,4	27,3	32,5
42	70,3	37,1	25,6	33,2
44	71,2	38,9	24,6	32,3
46	70,5	39,6	22,6	30,9
48	70,9	35,9	22,4	35,0
50	69,6	34,1	21,0	35,5
52	67,8	34,7	20,4	33,1
54	68,6	33,0	18,7	35,6
56	69,4	33,4	18,0	36,0
58	69,1	34,8	17,6	34,3
60	68,8	34,2	20,3	34,6
62	68,9	38,1	21,6	30,8
64	69,1	37,4	27,3	31,7
66	69,4	33,4	19,2	36,0
68	69,7	34,8	22,2	34,9
70	70,4	34,2	24,0	36,2
72	71,0	38,1	23,9	32,9
74	70,3	38,1	24,5	32,2
76	68,7	37,4	21,7	31,3
78	68,6	37,4	20,5	31,2
80	69,4	35,4	23,1	34,0
82	68,7	34,8	19,6	33,9
84	70,1	35,0	19,0	35,1
86	70,7	35,7	18,2	35,0
88	70,0	34,5	18,7	35,5
90	69,4	33,7	20,8	35,7
92	70,8	34,3	25,6	36,5
94	69,8	35,8	26,5	34,0
96	68,5	34,8	26,4	33,7
98	67,9	35,1	27,2	32,8
100	69,5	35,7	25,1	33,8
102	68,1	34,2	24,5	33,9
104	67,4	34,5	24,8	32,9
106	65,2	32,3	24,9	32,9
108	64,3	32,1	25,1	32,2



Gambar 3 pengambilan data pada pondasi tipe F1g titik 2G setiap 2 jam

Pada gambar 3 diatas menunjukkan kenaikan suhu pada pondasi tipe F1g titik 2G pada pondasi struktural *Turbine House* selama

2 x 24 jam. Pada pengamatan suhu inti beton menunjukkan setelah 44 jam mencapai suhu maksimal 71,2°C dari suhu awal 27,1 °C. Suhu lebih dari 69 °C terjadi dari rentang waktu 42-96 setelah penuangan beton (54 jam) dan kemudian mengalami penurunan (< 69 °C). Selama pengamatan suhu setelah 10 jam, nilai perbedaan suhu antara inti dengan permukaan telah melebihi nilai yang disarankan yaitu 19,5°C.

Tabel 2 Data Pengukuran Suhu pondasi tipe F1g titik 2F

Waktu dari Pengecoran	Titik Pengukuran (°C)			
	Inti (T)	Permukaan (S)	Suhu Lingkungan	T-S
0	27,3	27,1	23,0	
2	45,7	30,2	22,0	15,5
4	48,9	31,9	22,3	17,0
6	53,2	32,0	20,5	21,2
8	57,2	33,5	19,7	23,7
10	59,8	34,6	18,6	25,2
12	63,4	35,0	19,9	28,4
14	65,1	34,5	21,6	30,6
16	66,5	35,8	25,6	30,7
18	67,3	35,2	24,7	32,1
20	68,3	36,6	27,1	31,7
22	68,8	36,3	25,8	32,5
24	69,7	38,1	24,6	31,6
26	71,3	35,0	22,3	36,3
28	71,9	38,2	21,9	33,7
30	72,3	39,3	18,7	33,0
32	72,4	37,8	18,0	34,6
34	72,5	36,4	18,1	36,1
36	72,7	33,9	17,6	38,

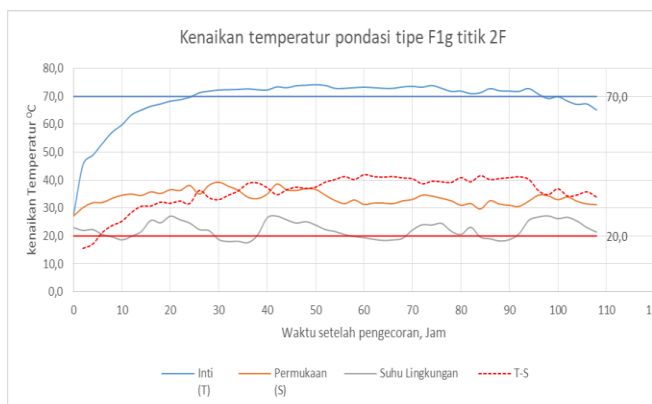
				8
38	72,4	33,4	20,3	39,0
40	72,3	35,0	26,5	37,3
42	73,4	38,6	27,1	34,8
44	73,1	36,6	25,8	36,5
46	73,8	36,3	24,6	37,5
48	74,0	37,0	25,1	37,0
50	74,2	36,7	23,9	37,5
52	73,9	34,6	22,3	39,3
54	72,9	32,7	21,6	40,2
56	72,9	31,6	20,5	41,3
58	73,1	32,9	19,8	40,2
60	73,3	31,3	19,4	42,0
62	73,1	31,8	18,8	41,3
64	72,9	31,8	18,4	41,1
66	72,9	31,6	18,6	41,3
68	73,4	32,6	19,2	40,8
70	73,6	33,1	22,2	40,5
72	73,3	34,6	24,0	38,7
74	73,9	34,3	23,9	39,6
76	72,9	33,5	24,5	39,4
78	71,8	32,6	21,7	39,2
80	71,9	31,0	20,5	40,9
82	71,0	31,6	23,1	39,4
84	71,3	29,7	19,6	41,6
86	72,8	32,6	19,0	40,2
88	72,0	31,4	18,2	40,6

90	71,9	31,0	18,7	40,9
92	71,8	30,6	20,8	41,2
94	72,8	32,5	25,6	40,3
96	70,8	34,6	26,8	36,2
98	69,2	34,4	27,2	34,8
100	69,9	33,0	26,2	36,9
102	68,3	34,0	26,7	34,3
104	67,1	32,4	25,3	34,7
106	67,3	31,5	23,0	35,8
108	65,1	31,2	21,4	33,9

1 °C/jam dan suhu inti beton mencapai lebih dari 70°C yang berpotensi tinggi akan terjadinya pembentukan DEF (*Deferred Ettringite Formation*) yang merupakan salah satu bentuk *defect* / cacat beton.

Tabel 3 Data Pengukuran Suhu pondasi tipe F1d titik 6D

Waktu dari Pengecoran	Titik Pengukuran (°C)			
	Inti (T)	Permukaan (S)	Suhu Lingkungan	T-S
0	27,1	27,2	24,2	
2	32,8	27,1	22,1	5,7
4	45,0	29,7	20,5	15,3
6	51,0	33,5	19,5	17,5
8	54,3	35,7	18,8	18,6
10	57,1	37,3	19,7	19,8
12	58,3	36,3	21,2	22,0
14	61,0	36,7	25,6	24,3
16	61,8	36,3	24,7	25,5
18	63,4	36,3	24,9	27,1
20	65,6	38,1	26,7	27,5
22	66,1	39,6	22,6	26,5
24	65,7	35,9	22,4	29,8
26	65,9	34,1	21,0	31,8
28	66,3	34,7	20,4	31,6
30	67,1	33,0	18,7	34,1
32	67,6	33,4	18,0	34,2
34	68,4	34,8	17,6	33,6
36	69,4	34,2	20,3	35,2
38	69,1	38,1	21,6	31,0
40	69,9	37,4	27,3	32,5
42	70,3	37,1	25,6	33,2
44	71,2	38,9	24,6	32,3
46	70,5	39,6	22,6	30,9
48	70,9	35,9	22,4	35,0
50	69,6	34,1	21,0	35,5
52	67,8	34,7	20,4	33,1
54	68,6	33,0	18,7	35,6
56	69,4	33,4	18,0	36,0
58	69,1	34,8	17,6	34,3
60	68,8	34,2	20,3	34,6
62	68,9	38,1	21,6	30,8
64	69,1	37,4	27,3	31,7
66	69,4	33,4	19,2	36,0
68	69,7	34,8	22,2	34,9
70	70,4	34,2	24,0	36,2
72	71,0	38,1	23,9	32,9
74	70,3	38,1	24,5	32,2
76	68,7	37,4	21,7	31,3



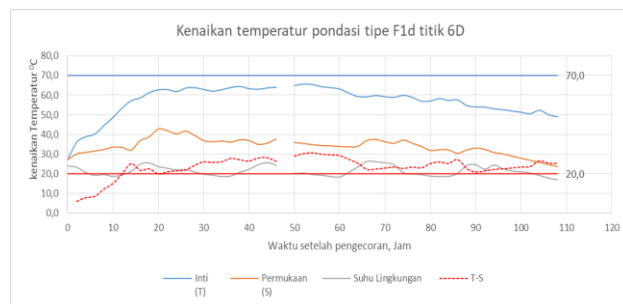
Gambar 4 pengambilan data pada pondasi tipe F1g titik 2F setiap 2 jam

Pada gambar 4 diatas menunjukkan kenaikan suhu pada pondasi tipe F1g titik 2F pada pondasi struktural *Turbine House* selama 2 x24 jam. Pengamatan pada parameter suhu inti beton menunjukkan mencapai suhu tertinggi setelah 50 jam dengan suhu 74,2°C dengan suhu awal 27,3 °C . Suhu lebih dari 69 °C terjadi dari rentang waktu 50 – 100 jam (50 jam) setelah penguangan beton dan mengalami penurunan suhu setelah itu (<69 °C). Perbedaan nilai suhu inti dan permukaan telah melebihi batas yang disarankan yaitu 19,5°C setelah waktu pengamatan 6 jam.

Dari gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan bahwa beton berdimensi besar tipe F1g yang berukuran 6,5 m x 4 m x 1,85 m dengan total volume 48,1 m³ dan menggunakan semen *type V* sebanyak 435 kg/m³ menghasilkan laju kenaikan suhu 0,9 –

78	68,6	37,4	20,5	31,2
80	69,4	35,4	23,1	34,0
82	68,7	34,8	19,6	33,9
84	70,1	35,0	19,0	35,1
86	70,7	35,7	18,2	35,0
88	70,0	34,5	18,7	35,5
90	69,4	33,7	20,8	35,7
92	70,8	34,3	25,6	36,5
94	69,8	35,8	26,5	34,0
96	68,5	34,8	26,4	33,7
98	67,9	35,1	27,2	32,8
100	69,5	35,7	25,1	33,8
102	68,1	34,2	24,5	33,9
104	67,4	34,5	24,8	32,9
106	65,2	32,3	24,9	32,9
108	64,3	32,1	25,1	32,2

6	44,6	35,9	18,8	8,7
8	48,8	38,4	18,7	10,4
10	49,3	39,3	20,9	10,0
12	51,4	39,6	22,3	11,8
14	53,7	41,8	24,6	11,9
16	54,2	43,1	25,7	11,1
18	56,4	44,0	24,3	12,4
20	hujan	hujan	hujan	hujan
22	59,2	41,6	20,1	17,6
24	59,7	42,2	20,3	17,5
26	59,9	43,6	19,6	16,3
28	60,1	43,2	19,3	16,9
30	60,4	42,6	18,6	17,8
32	60,6	41,9	18,4	18,7
34	60,6	41,7	20,8	18,9
36	59,5	41,2	23,9	18,3
38	58,7	40,6	26,0	18,1
40	61,8	43,7	26,4	18,1
42	61,1	43,2	25,7	17,9
44	61,0	43,6	24,6	17,4
46	63,4	44,4	20,7	19,0
48	62,5	43,9	19,8	18,6
50	60,8	42,5	19,7	18,3
52	61,5	43,1	18,9	18,4
54	60,6	42,7	18,4	17,9
56	60,9	41,9	18,6	19,0
58	62,4	41,7	20,2	20,7
60	59,7	40,7	24,3	19,0
62	58,9	40,2	24,5	18,7
64	57,8	39,7	22,5	18,1
66	59,9	39,8	24,4	20,1
68	59,0	39,2	22,5	19,8
70	58,2	38,9	21,6	19,3
72	57,0	38,6	20,4	18,4
74	56,3	36,6	19,6	19,7
76	57,0	35,4	18,3	21,6
78	58,8	34,6	17,6	24,2
80	59,0	33,9	17,2	25,1
82	59,2	33,2	19,7	26,0
84	58,5	36,6	23,3	21,9
86	58,4	37,7	25,8	20,7
88	59,1	37,8	24,6	21,3
90	58,3	35,8	24,7	22,5
92	58,4	36,5	23,9	21,9
94	58,1	36,8	20,5	21,3
96	57,9	35,6	19,9	22,3
98	57,8	33,2	19,5	24,6
100	57,0	33,8	18,9	23,2
102	56,7	33,5	18,6	23,2
104	56,2	33,2	19,3	23,0
106	55,3	32,5	20,8	22,8



Gambar 5 pengambilan data pada pondasi tipe F1d titik 6D setiap 2 jam

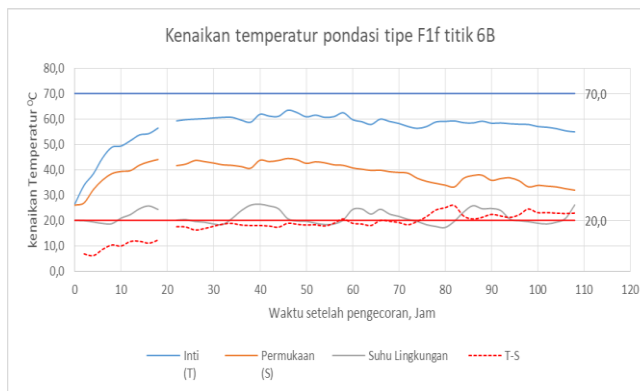
Pada gambar 5 diatas menunjukkan adanya kenaikan suhu pada pondasi tipe F1d titik 6D pada pondasi struktural Turbine House selama 2 x 24 jam. Adanya data yang terputus pada gambar diatas dikarenakan kondisi hujan deras yang tidak memungkinkan untuk mengambil data.

Pada gambar 5 diatas menunjukkan adanya kenaikan suhu inti yang mencapai nilai maksimal pada 44 jam dengan suhu maksimal 71,2°C dari suhu awal 27,1°C. perbedaan suhu T-S mencapai lebih dari nilai yang disarankan yaitu 19,5°C setelah pengamatan 12 jam.

Tabel 3 Data Pengukuran Suhu pondasi tipe F1f titik 6B

Waktu dari Pengecoran	Titik Pengukuran (°C)			
	Tengah (Core)	Dekat Permukaan	Suhu Lingkungan	Selisih Suhu Tengah dan Permukaan
0	26,4	26,0	20,0	
2	33,8	26,9	19,9	6,9
4	38,3	32,1	19,4	6,2

108	54,9	31,9	26,1	23,0
-----	------	------	------	------



Gambar 6 pengambilan data pada pondasi tipe F1f titik 6B setiap 2 jam

Pada gambar 6 diatas menunjukkan adanya kenaikan suhu pada pondasi tipe F1f titik 6B pada pondasi struktural *Turbine House* selama 2 x 24 jam. Adanya data yang terputus pada gambar diatas dikarenakan kondisi hujan deras yang tidak memungkinkan untuk mengambil data.

Pada gambar 6 diatas menunjukkan adanya kenaikan suhu inti yang mencapai nilai maksimal pada 46 jam dengan suhu maksimal 63,4⁰C dari suhu awal 26,4⁰C. perbedaan suhu T-S mencapai lebih dari nilai yang disarankan yaitu 19,5⁰C setelah pengamatan 58 jam.

Dari gambar 5 dan gambar 6 menunjukkan bahwa beton berdimensi besar tipe F1d dan F1f yang berdimensi 4 m x 4 m x 1,25 m dengan volume 20 m³ menghasilkan suhu maksimal dibawah 70⁰C dan laju kenaikan temperatur berkisar antara 0,7 – 0,9⁰C /jam. Hal ini menunjukkan bahwa design mix ini baik digunakan beton berdimensi tersebut.

Dari keseluruhan data ditemukan kondisi bahwa perbedaan nilai suhu inti dan permukaan yang melebihi batas yang disarankan yaitu 19,5⁰C, hal ini dapat memicu terjadinya retak micro di bagian dalam terutama interfacial zone antara binder dengan agregat yang dapat menimbulkan retak dalam.

3.2 Pengaruh jumlah semen type V pada pondasi *Turbine House Building* terhadap suhu tertinggi dan laju *heat hydration*.

Dari hasil pengamatan analisa kenaikan suhu pada pondasi struktur *Turbine House Building* di lokasi yang telah ditentukan, maka

didapat nilai pencapaian suhu tertinggi di tiap-tiap lokasi adalah sebagai berikut:

Lokasi	Suhu Tertinggi	Volume	Jumlah Semen
F1g titik 2G	71,2 °C	48,1 m ³	20,923 ton
F1g titik 2F	74,2 °C	48,1 m ³	20,923 ton
F1d titik 6D	71,2 °C	20 m ³	8,7 ton
F1f titik 6B	63,4 °C	20 m ³	8,7 ton

Tabel 5 Hasil akhir analisa suhu tertinggi di tiap lokasi.

Berdasarkan tabel tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa jumlah semen tidak mempengaruhi kenaikan suhu. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi kenaikan suhu adalah seperti:

1. Pengaruh perawatan Cover atau tutup dari pondasi setelah pengecoran kurang maksimal, sehingga dapat menyebabkan kenaikan suhu pada pondasi setelah penguangan beton.
2. Faktor lingkungan Suhu sekitar terkadang tidak menentu dan sangat mempengaruhi kenaikan suhu. Sedangkan kelembaban atau temperatur di lokasi pengecoran sangat berpengaruh. Dalam hal ini untuk kelembaban maksimal sebesar 85%.
3. Faktor Cuaca Cuaca bisa juga menghambat laju kenaikan suhu. Pada saat proses pengambilan data, sempat terjadi hujan sehingga berdampak pada hasil analisa kenaikan suhu.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada penelitian analisa kenaikan temperatur pada beton berdimensi besar (*mass concrete*) dengan semen *type V* sebagai berikut:

1. Beton *Footing type* F1g, F1d dan F1f yang diamati menghasilkan perbedaan suhu inti (T) dan permukaan (S) lebih dari nilai yang disarankan (19,5⁰C), hal ini dapat memicu terjadinya retak micro di bagian dalam terutama interfacial zone antara binder dengan agregat yang dapat menimbulkan retak dalam.
2. Kenaikan suhu pada beton *type* F1g baik yang berlokasi pada titik 2G dan 2F dengan; volume 48,1 m³

menghasilkan suhu inti tertinggi 71,2 °C dan 74,2 °C dan type F1d yang berlokasi di titik 6D volume 20 m³ menghasilkan suhu inti tertinggi 71,2 °C (> 70 °C) yang berpotensi tinggi terjadinya salah satu cacat beton yaitu DEF (*Deferred Ettringite Formation*).

3. Kenaikan suhu pada beton type F1f yang berlokasi di titik 6B dengan volume 20 m³ menghasilkan suhu inti tertinggi 63,4°C masih dibawah batas yang disarankan (70 °C). Dari kedua hasil analisa, jumlah semen tidak mempengaruhi laju heat hydration.
4. Laju kenaikan suhu beton *Footing* type F1g, F1d dan F1f yang menggunakan komposisi semen 435 kg/m³ adalah 0,7-1 °C/jam.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan ini maka saran yang dapat diberikan adalah :

1. Untuk pengembangan penelitian pengaruh semen type V pada beton berdimensi besar ini dapat berfokus pada dampak dari defect DEF (*Deferred Ettringite Formation*) secara dampak struktural.
2. Perlu dievaluasi untuk material yang digunakan sebagai insulasi beton yang lebih efektif untuk menjaga perbedaan suhu permukaan dan inti beton tidak lebih dari yang disarankan 19,5 °C.
3. Perlu dievaluasi untuk analisa kenaikan suhu beton dipengecekan mutu beton di atas 28 hari (56 hari).

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 116R-90. 1990. Cement and Concrete Terminology.
- ACI 207.2R-95. 1995. Effect of Restraint, Volume Change, and Reinforcement on Cracking of Mass Concrete.
- ACI 211.2-98. 1998. Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete.
- ACI 224R-01. 2001. Control of Cracking of Concrete Structures.
- ASTM C 330. Standart Spesification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete.
- Bowless, Joseph E. *Foundation Analysis and Design 5th Edition*. New York : McGraw-hill.

Rochaeti, JulEndawati, LilianDiastiDessiWiduri, dan Moeljono. "Pengaruh Panas Hidrasi Beton Dengan Semen Type II Terhadap Ketebalan Elemn Beton" dalam *jurnal Teknik Sipil & Perencanaan Nomor 2 Volume 16 (hlm. 183-194)*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

- SNI 03-2834. 1993. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6820. 2002. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen.
- Ilmubeton.com, Masalah Pengecoran Beton Pada Kondisi Cuaca Panas (Temperatur Tinggi), Juli 2018
- Seputar Ilmu Beton, Langkah-perawatan-pada-beton (curing), Agustus 2013