

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Proyek

Proyek Grand Sungkono Lagoon merupakan sebuah proyek besar yang berada di Jalan KH Abdul Wahab Siamin Blok RA No.Kav 9-10 Surabaya. Proyek ini terdiri dari area bangunan mall, apartement dan hotel. Lokasi Gedung ini sangat strategis dimana dekat dengan area tol bundaran satelit dan tempat-tempat keperluan keluarga lainnya seperti restaurant, mall, rumah sakit, dan lain lain.

4.1.1 Data Umum Proyek

Informasi umum tentang proyek pembangunan Apartement Gunawangsa Tidar sebagai berikut :

Nama Proyek : Grand Sungkono Lagoon – Caspian Tower

Lokasi : Jalan KH Abdul Wahab Siamin Blok RA
No.Kav 9-10 Surabaya.

Pemberi Tugas : PT. PP Properti (Persero) Tbk.

Konsultan Perencana Arsitektur : DP Architect

Konsultan Perencana Struktur : Benjamin Gideon & Associates

Konsultan pengawas : CV. Manajemen Konstruksi Utama

Masa Pelaksanaan : 18 Bulan

Masa Pemeliharaan : 6 Bulan

4.1.2 Data Teknis Proyek

Volume Mass Concrete : 4404.11 m³

Volume Besi Mass Concrete : 133.82 m³

Volume Beton Mass Concrete : 4270.29 m³

4.2 Metode Pelaksanaan *Mass Concrete*

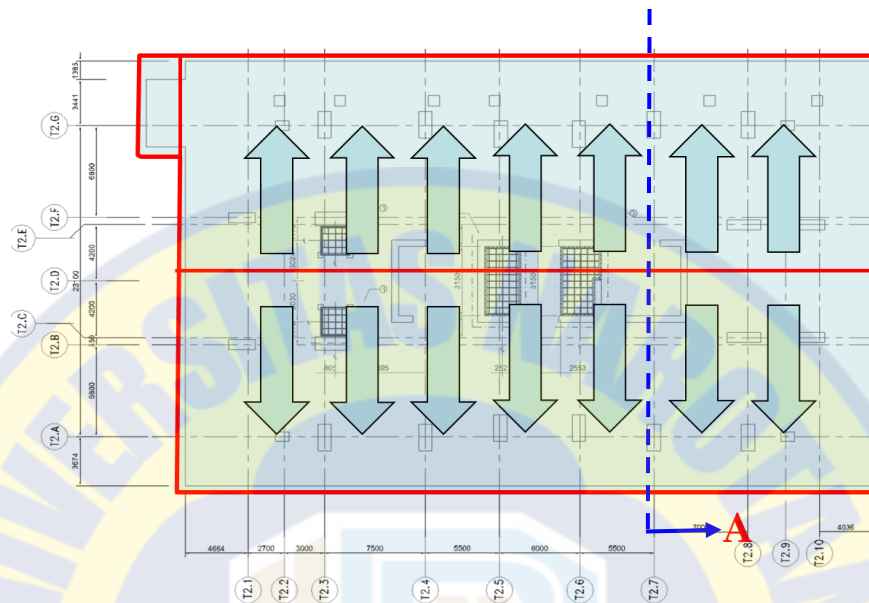
Secara umum semua metode pelaksanaan proyek ini telah diatur di dalam rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) setiap pekerjaan. Semua lingkup pekerjaan harus dikerjakan berdasarkan dengan metode pelaksanaan kerja, maka setiap kontraktor diwajibkan mengerjakan metode pelaksanaan yang sudah di atur dalam RKS yang telah di berikan oleh konsultan dan owner proyek. Pada proyek pembangunan Grand Sungkono Lagoon Surabaya ini memiliki banyak jenis pondasi yang berdimensi besar, untuk itu maka di lakukan mass concrete. Banyak hal yang perlu di perhatikan untuk melaksanakan mass concrete, mulai dari persiapan, eksekusi, hingga perawatannya. Pada pelaksanaan pekerjaan mass concrete memerlukan perencanaan metode yang matang, berikut yang perlu di rencanakan :

- a. Pemasangan tenda
- b. Traffic Manajemen dan Sirkulasi mixer
- c. Pemasangan titik thermocouple
- d. Metode Pengecoran
- e. Perawatan Beton

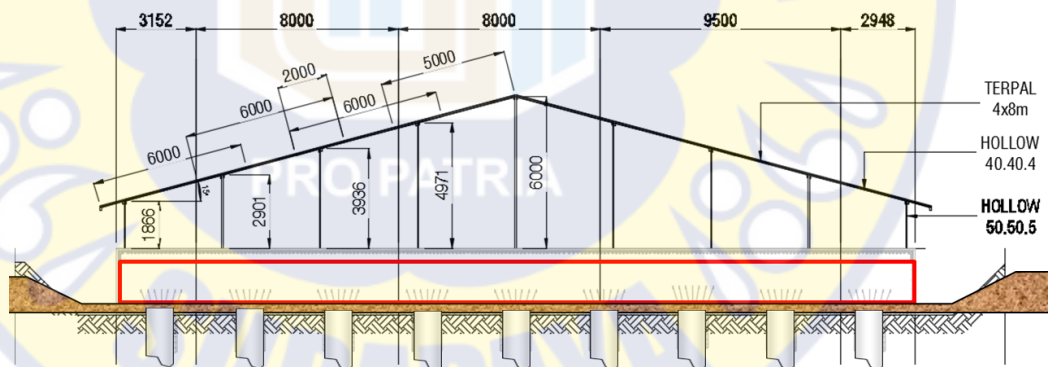
4.2.1 Pemasangan tenda

Sebelum kegiatan *mass concrete* di laksanakan perlu di pasang tenda pada area sekitar *raft foundation* yang sudah siap dipasang. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan tenda pada proyek ini adalah arah angin, karena bila

berlawanan dapat merusak tenda pada waktu pengecoran. Berikut adalah contoh pemasangan tenda mass concrete di proyek Grand sungkono lagoon surabaya.



Gambar 4.1. Denah Pemasangan Tenda dan Arah Angin



Gambar 4.2. Potongan A

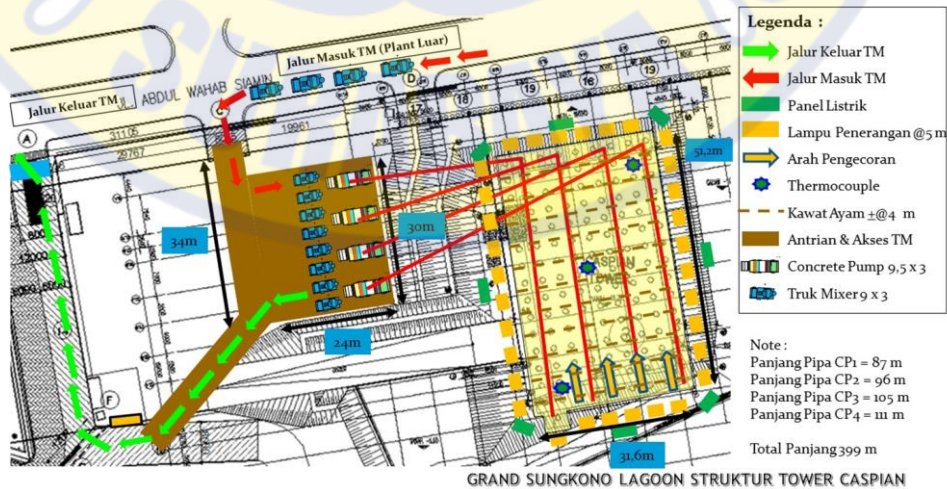
4.2.2 Traffic manajemen dan sirkulasi mixer

Pada proyek ini supplier beton menggunakan PT. Merak Jaya Beton, dan lokasi batching plant yang akan dipakai dalam pembuatan beton ready mix yaitu, lokasi pertama berada di daerah Romokalisari dan lokasi kedua berada di daerah Karangpilang Surabaya. Sirkulasi mixer dari batching plant menuju ke lokasi

proyek memerlukan pengaturan yang extra terutama lalu lintas jalan raya (jalan tol) yang dilewatinya. Masing-masing lokasi batching plant jaraknya lumayan jauh dari lokasi proyek terkadang juga ada kendala macet maka perlu di atur untuk Cycle Time Mixer Trucks.

Berikut yang dimaksud dengan Cycle Time Mixer Trucks

- Kapasitas Pompa : 28 m³/jam.
 - Kapasitas Truk Mixer : 7 m³.
 - Jumlah TM/jam untuk 1 pompa : $28 / 7 = 4$ TM/jam.
- Untuk 4 pompa = 4 TM/jam x 4 = 16 TM/jam.
- Cycle Time Kedatangan Truk Mixer : $60 / 16 = 3.75$ menit.
 - Mesin Vibrator : 3 Mesin Vibrator.
 - Garpu beton : 4 Garpu beton.
 - Man Power : 10 Orang (Untuk pekerjaan pengecoran) dan 1 Orang mengawasi di Batching Plant.
 - Truk Mixer : 44 Truk Mixer



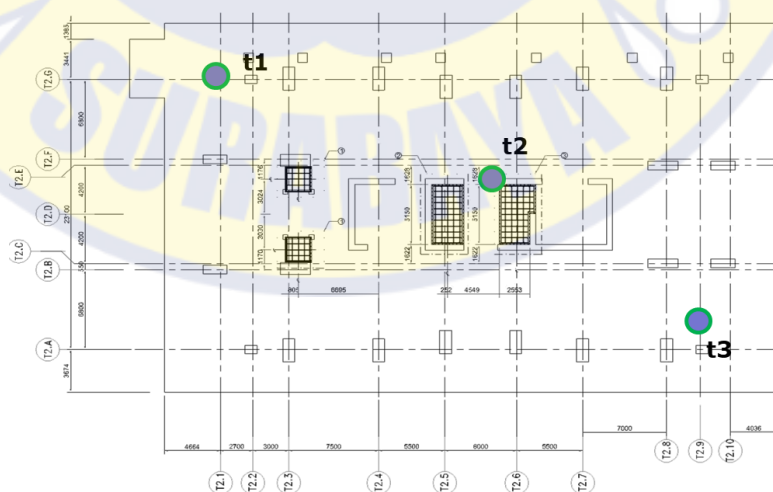
Gambar 4.3. Rencana *Cycle Time* truck mixer



Gambar 4.4. Proses *Cycle Time* truck mixer

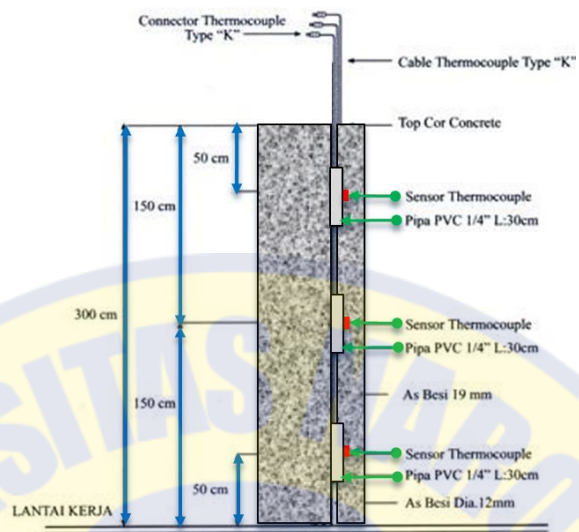
4.2.3 Pemasangan titik *thermocouple*

Bagian ini merupakan hal yang paling penting pada pelaksanaan *mass concrete*, karena sangat berpengaruh terhadap nilai dari temperatur didalam beton. Tujuan pemasangan titik *thermocouple* ini adalah untuk pengukuran suhu beton yang berkelanjutan, *thermocouple* ini dipasang di 3 titik dengan masing-masing titik terdapat 3 lapis seperti pada gambar berikut:



● = posisi *thermocouple*

Gambar 4.5 Denah titik pemasangan *thermocouple*



Gambar 4.6. Detail pemasangan *thermocouple*



Gambar 4.7 *Thermocouple Cable*



Gambar 4.8. Foto pemasangan *thermocouple*

4.2.4 Metode Pengecoran

Pengecoran mass concrete mempunyai sistem tersendiri yang berbeda dengan pengecoran seperti biasanya. Beton segar yang datang dari batching plant harus di uji/tes saat tiba di lokasi proyek. Sistem pengecoran ini harus berurutan agar berjalan lancar. Berikut merupakan urutan-urutan saat pengecoran mass concrete:

a. Pengukuran Suhu Beton Segar

Beton segar yang dibawa dari truck mixer di ambil untuk pengecekan suhu awal. Pengecekan suhu menggunakan termometer untuk beton, kriteria penerimaan beton maksimal suhu beton adalah $\leq 33.79^{\circ} \text{C}$. Di bawah ini adalah contoh pengukuran suhu beton segar :



Gambar 4.9. Pengecekan suhu beton segar 28°C (Data lapangan)

b. Pengukuran *Slump* Tes Beton

Untuk menentukan kekentalan atau kekakuan beton segar yang datang perlu di lakukan uji slump, karena kekentalan beton tersebut dapat menunjukkan kekurangan atau kelebihan campuran dari batching plant.

Beton segar yang telah di ukur suhunya kemudian di ambil untuk menjadi sample mewakili beton yang ada di truck mixer. Adapun alat-alat yang diperlukan antara lain cetakan kerucut terpenggal (Diameter bawah 30 cm, diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm), Batang logam bulat dengan panjang \pm 50 cm diameter 10-16 mm, Pelat Logam rata dan kedap air sebagai alas, sendok adukan dan pengukuran. Langkah-langkah yang dilakukan untuk uji slump tes beton sebagai berikut :

- Sebelum di isi dengan ready mix, cetakan kerucut dan plat di basahi terlebih dahulu, kemudian letakan cetakan di atas plat.
- Ambil beton ready mix dari gerobak yang sudah di ukur suhunya kemudian isi $\frac{1}{3}$ cetakan dengan beton segar, padatkan dengan batang logam sampai merata dengan menusukkannya sampai padat hingga 25-30 kali.
- Isi kembali ke dua $\frac{1}{3}$ bagian berikutnya (menjadi terisi $\frac{2}{3}$) dengan hal yang sama sebanyak 25-30 kali.
- Terakhir isi kembali ke tiga $\frac{1}{3}$ bagian dengan hal yang sama sebanyak 25-30 kali.
- Setelah selesai dipadatkan, ratakan permukaan benda uji, tunggu kira-kira $\frac{1}{2}$ menit
- Cetakan diangkat perlahan tegak lurus ke atas
- Ukur nilai slump dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.
- Ukur menggunakan meteran

- Nilai slump beton yang terukur antara 12 ± 2 cm



Gambar 4.10. Pengecekan uji *slump* beton

c. Pengambilan Sample atau benda uji

Setelah pengukuran suhu beton segar dan pengukuran uji slump beton kemudian di ambil sampel untuk benda uji. Untuk benda uji tidak setiap dari truk mixer di ambil karena ada ketentuan pengambilan benda uji setiap 60 m³ (10 truk mixer) diambil 1 set (minimal 4 benda uji).

- 1 benda uji untuk umur 7 hari
- 2 benda uji untuk umur 28 hari
- 1 benda uji untuk umur 56 hari (cadangan)



Gambar 4.11 Pengambilan sample atau benda uji

d. Proses Pengecoran

Pengecoran di lakukan setelah ketiga tahap di atas, beton yang sesuai dengan mix desain akan dituangkan dari truck mixer ke concrete pump. Pada proyek grand sungkono lagoon menggunakan empat concrete pump, 1 concrete pump di supplay dengan 2 truck mixer beton. Sebelum pengecoran pertama, dilakukan pemberian mortar pada area pengecoran menggunakan triplek, setelah mengeras kemudian mortar dipindahkan dengan TC. Pemberian mortar pada concrete pump bertujuan untuk membersihkan concrete pump dari sisa-sisa beton dari pengecoran sebelumnya dan melancarkan proses memompa beton ke dalam *raft foundation*.



Gambar 4.12. Proses pengecoran *mass concrete*

f. Tabel Quality Control Beton Mass Concrete

Pengecoran massa yang di kerjakan akan memakan waktu yang sangat lama dan panjang, sehingga perlu di data agar dapat di identifikasi. Pada saat awal mula pengecoran perlu di buat tabel quality control sebagai acuan pihak kontraktor dan pihak supplier beton.

Tabel 4.1. Tabel *Quality Control Mass Concrete*

NO	TANGGAL	NO T.M	BATCHING PLANT			BERANGKAT	TIBA	VOLUME (m3)		SLUMP	SUHU	BENDA UJI		APPROVE	KET
								m3/TM	Akumulatif			cm	°C		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															

Keterangan :

- Suhu rata-rata = °C
- Slump rata-rata = cm

Diperiksa Oleh
CV. MKU

Dibuat Oleh
PT. PP (Persero) Tbk

Mengetahui
PT. PP Property

4.2.5 Perawatan Beton

Karena tahap pengecoran telah selesai maka langkah selanjutnya adalah perawatan beton sebagai penutup pekerjaan *mass concrete*. Untuk bagian ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah permukaan beton yang rata, tidak retak dan halus. Perawatan ini tidak ada pengaruhnya dengan kekuatan tekan beton tapi juga di maksudkan untuk memperbaiki mutu dan keawetan beton. Ada dua tahapan perawatan beton yang dilakukan di proyek ini yaitu :

- a. Penghalus dan perkuat Permukaan Beton (Floor hardener)

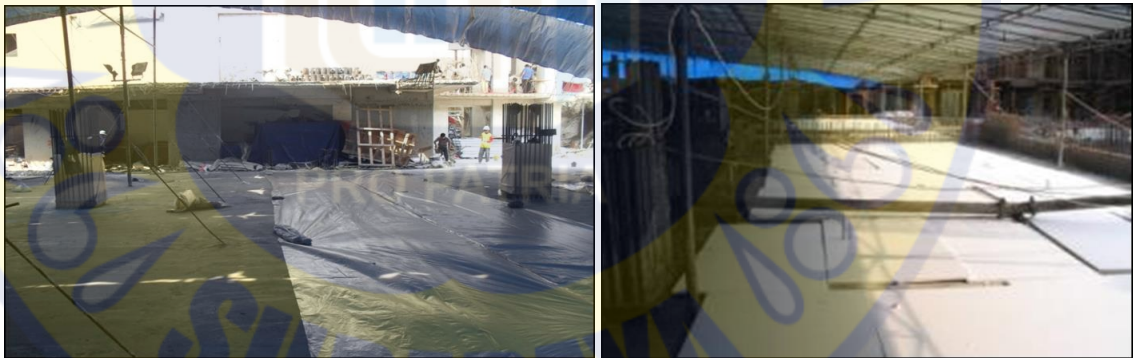
Untuk mendapatkan permukaan beton yang rata dan halus di gunakan mesin poles beton. Hal ini harus dilaksanakan karena finishing dari lantai tersebut adalah hardener sistem tabur. Pekerjaan ini dilakukan sebelum curing dan penutupan dengan sterofom.



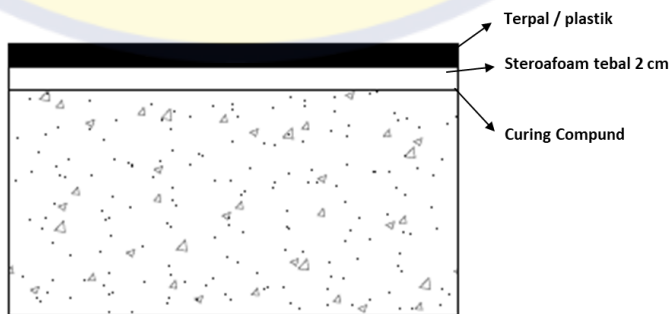
Gambar 4.13. Proses *trowel floor hardener*

b. Pekerjaan Curing Beton

Pekerjaan Curing Beton dilaksanakan dengan cara menyemprotkan Curing Compound ke permukaan beton . curing beton bertujuan untuk mempertahankan jumlah air didalam beton selama proses pengerasan awal, Mengurangi hilangnya air pada permukaan beton, Mempercepat perkembangan kuat tekan menggunakan panas serta penambahan kelembaban.



Gambar 4.14. Pekerjaan curing



Gambar 4.15. Detail curing dan sterofom

4.3 Perhitungan Temperatur *Mass Concrete*

Perhitungan temperature *mass concrete* adalah untuk mengetahui *initial temperature*, temperatur puncak, waktu temperatur puncak, kehilangan temperatur, dan tegangan dalam beton massa, maka diharuskan dilakukan metode perencanaan oleh kontraktor pelaksana sebelum dimulainya pekerjaan pengecoran *raft foundation*. Dalam perencanaan banyak contoh perhitungan sederhana untuk memperkirakan temperatur yang terjadi berdasarkan mix desain. Dalam perhitungan temperatur *raft foundation* proyek Grand sungkono lagoon menggunakan metode PCA initial temperature.

4.3.1 Metode PCA

Metode ini merupakan metode yang cenderung banyak di gunakan oleh kontraktor dan supplier beton untuk memprediksi temperature saat pelaksanaan pekerjaan *mass concrete*. Metode ini dapat memprediksi intial temperature dan puncak temperature dari data-data laboratorium yang di peroleh dari supplier beton PT. Merak Jaya Beton berikut ini :

Perkiraan suhu (T_0) Pada malam hari

- T_a (suhu agregate) = 29.2° C
- T_c (Suhu semen) = 70° C
- T_f (Suhu fly ash) = 54° C
- T_w (Suhu air) = 29.4° C
- W_i (Berat Es) = 0 Kg (tanpa es)

- Wa (Berat Agregate) = 1.771 Kg
- Wc (Berat Semen) = 299 Kg
- Wf (Berat Fly ash) = 70 Kg
- Ww (Berat air tambah) = 180 lt
- Wwa (Berat air Teresap) = 28 lt
- L (rasio es equivalent) = 80° C

Dari data di atas maka didapatkan perkiraan suhu awal :

$$T_0 \text{ Rencana} = \frac{0.22 (T_a W_a + T_c W_c + T_f W_f) + T_w W_w + T_a W_{wa} - L W_i}{0.22 (W_a + W_c + W_f) + W_w + W_{wa} + W_i}$$

$$= \frac{0.22 (29.2 \times 1.771 + 70 \times 229 + 54 \times 70) + 29.4 \times 180 + 29.4 \times 28 - 80 \times 0}{0.22 (1.771 + 299 + 70) + 180 + 28 + 0}$$

$$= 32.22^\circ \text{ C (suhu minimum)}$$

Perkiraan suhu (To) Pada siang hari

- Ta (suhu agregate) = 32.0° C (dengan penyiraman)
- Tc (Suhu semen) = 70° C
- Tf (Suhu fly ash) = 54° C
- Tw (Suhu air) = 29.4° C
- Wi (Berat Es) = 0 Kg (tanpa es)
- Wa (Berat Agregate) = 1.771 Kg
- Wc (Berat Semen) = 299 Kg
- Wf (Berat Fly ash) = 70 Kg
- Ww (Berat air tambah) = 180 lt
- Wwa (Berat air Teresap) = 28 lt

$$- L \text{ (rasio es equivalent)} = 80^\circ \text{ C}$$

Dari data di atas maka didapatkan perkiraan suhu awal :

$$T_o \text{ Rencana} = \frac{0.22 (T_a W_a + T_c W_c + T_f W_f) + T_w W_w + T_a W_{wa} - L W_i}{0.22 (W_a + W_c + W_f) + W_w + W_{wa} + W_i}$$

$$= \frac{0.22 (32 \times 1.771 + 70 \times 229 + 54 \times 70) + 29.4 \times 180 + 29.4 \times 28 - 80 \times 0}{0.22 (1.771 + 299 + 70) + 180 + 28 + 0}$$

$$= 33.79^\circ \text{ C (suhu maksimum)}$$

Metode PCA dapat memperkirakan temperatur puncak berdasarkan initial temperatur, kandungan semen, dan fly ash. Untuk itu perlu di hitung Temperatur

Puncak sebagai berikut :

$$T_p = T_o + (\text{kadar semen}/100) \times f$$

Keterrangan :

T_p = Temperatur puncak

T_o = Temperatur awal beton (actual)

f = di ambil 12° C

Dari data initial temperature didapat data : $T_o \text{ Malam} = 32.22^\circ \text{ C}$

$$T_o \text{ Siang} = 33.79^\circ \text{ C}$$

$$W_c = 369 \text{ kg}$$

$$1. \quad T_p \text{ Malam} = 32.22^\circ \text{ C} + (369/100) \times 12^\circ \text{ C} = 76.5^\circ \text{ C}$$

$$2. \quad T_p \text{ Siang} = 33.79^\circ \text{ C} + (369/100) \times 12^\circ \text{ C} = 78.07^\circ \text{ C}$$

Maka dapat diambil kesimpulan T puncak di perkirakan antara **76.5° C sampai dengan 78.07° C**

Dengan kondisi temperatur puncak tersebut dapat di lakukan pengecoran *raft foundation*, tetapi untuk meminimalisir resiko yang akan terjadi akibat temperatur puncak tersebut maka perlu dilakukan metode-metode pengendaliannya.

4.4 Analisa Pendetangan Suhu Beton Segar

Analisa dilaksanakan dengan memperhitungkan temperatur beton segar pada concrete pump (CP) sesuai waktu kedatangannya. Dari data di lapangan, suhu beton segar tidak melebihi suhu izin 38° C. Berikut hasil analisa suhu beton segar.

- Rata-rata suhu beton segar = 27.17° C

Tabel 4.2. Hasil Analisa suhu beton segar

Tabel Quality Control Beton Mass Concrete
Grand Sungkono Lagoon- Caspian Tower Surabaya

02 Mei 2017 - 03 Mei 2017

No	Tanggal	No. TM	Batching Plan			Jam Berangkat	Jam Tiba	Volume (m3)		Slump (cm)	Suhu (°C)	Benda Uji		Approve Y/N	Keterangan
			romo	karang pilang	kedung			m3/TM	Akumulatif			Y/N	jumlah		
1	02 Mei 2016	617	ya			15.21	15.45	7	7	10	30			oke	
2	02 Mei 2016	677	ya			15.23	15.46	7	14	11	27			oke	
3	02 Mei 2016	812		ya		15.26	15.47	7	21	11	29			oke	
4	02 Mei 2016	813		ya		15.38	15.49	7	28	12	24			oke	
5	02 Mei 2016	688	ya			16.01	16.01	7	35	11	24			oke	
6	02 Mei 2016	678	ya			16.09	16.05	7	42	10	22			oke	
7	02 Mei 2016	1031	ya			15.56	16.09	7	49	12	27			oke	
8	02 Mei 2016	717		ya		15.45	16.13	7	56	10	26			oke	
9	02 Mei 2016	719		ya		16.11	16.33	7	63	11	25	ya	4	oke	
10	02 Mei 2016	714		ya		16.10	16.33	7	70	12	25			oke	
11	02 Mei 2016	715	ya			16.27	16.33	7	77	12	24			oke	
12	02 Mei 2016	818		ya		16.15	16.45	7	84	11	23			oke	
13	02 Mei 2016	765		ya		16.47	17.02	7	91	12	23			oke	
14	02 Mei 2016	767	ya			16.57	17.19	7	98	12	26			oke	Integral
15	02 Mei 2016	769		ya		16.56	17.20	7	105	11	27			oke	
16	02 Mei 2016	825	ya			17.21	17.23	7	112	12	30			oke	
17	02 Mei 2016	829	ya			17.11	17.33	7	119	11	28			oke	
18	02 Mei 2016	612		ya		17.34	17.47	7	126	11	22	ya	4	oke	
19	02 Mei 2016	636		ya		17.35	17.56	7	133	11	29			oke	
20	02 Mei 2016	1008		ya		17.47	18.01	7	140	12	27			oke	
21	02 Mei 2016	1018	ya			17.47	18.02	7	147	12	30			oke	
22	02 Mei 2016	978	ya			17.51	18.05	7	154	11	32			oke	
23	02 Mei 2016	967	ya			18.01	18.30	7	161	10	32			oke	
24	02 Mei 2016	956		ya		18.04	18.32	7	168	11	26			oke	
25	02 Mei 2016	965	ya			18.09	18.32	7	175	11	27			oke	
26	02 Mei 2016	943		ya		18.35	18.54	7	182	12	28	ya	4	oke	
27	02 Mei 2016	923	ya			18.46	18.55	7	189	12	27			oke	
28	02 Mei 2016	777		ya		18.36	18.57	7	196	11	30			oke	
29	02 Mei 2016	787		ya		18.47	19.05	7	203	12	29			oke	
30	02 Mei 2016	567	ya			18.49	19.05	7	210	12	30			oke	
31	02 Mei 2016	568	ya			18.56	19.23	7	217	12	26			oke	
32	02 Mei 2016	987	ya			19.01	19.25	7	224	11	29			oke	
33	02 Mei 2016	656	ya			19.05	19.25	7	231	11	28			oke	
34	02 Mei 2016	678		ya		19.07	19.27	7	238	12	28			oke	
35	02 Mei 2016	698	ya			19.18	19.35	7	245	12	31	ya	4	oke	
36	02 Mei 2016	700		ya		19.21	19.47	7	252	12	25			oke	
37	02 Mei 2016	792	ya			19.23	19.47	7	259	12	24			oke	
38	02 Mei 2016	645		ya		19.21	19.56	7	266	11	28			oke	Integral

4.5 Monitoring Suhu *Mass Concrete*

Pelaksanaan monitoring suhu ini di lakukan setelah 2 jam dari pelaksanaan curing. Suhu yang di monitor dibuat 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, Siang 12.00, Sore 17.00 dan Malam 20.00 selama 7 hari.

Dari pelaksanaan monitoring tersebut maka akan di dapat nilai suhu beton masing-masing titik yang telah ditentukan dan waktu pantauanya. Berikut adalah alat monitoring suhu tiap lapisan dan masing-masing titik yaitu :



Gambar 4.16. Alat Monitoring suhu didalam *raft foundation*

Pengamatan temperatur *mass concrete* pada proyek ini untuk *raft foundation* ini ada 3 titik pengamatan. Pada setiap pengamatan di tetapkan 3 elevasi kabel termocouple pengukuran yaitu atas (± 50 cm dari top level pondasi), tengah dan bawah (± 50 cm dari bottom level pondasi), karena penyebaran panas

hidrasi dianggap sama kesemua arah (beton dianggap homogen) maka perhitungan suhu di lakukan secara vertical.



Gambar 4.17. Proses monitoring suhu *raft foundation* (Data lapangan)

4.5.1 Monitoring *raft foundation*

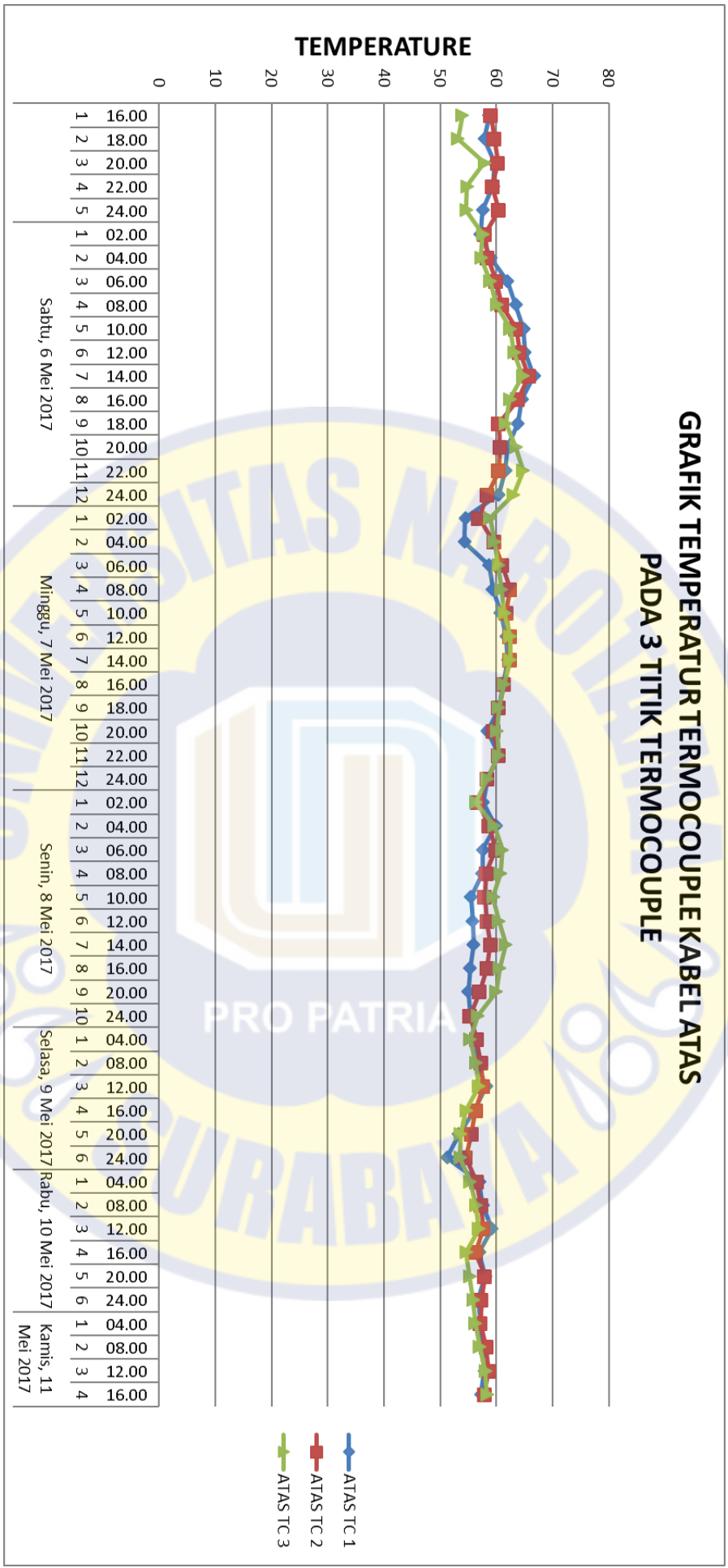
1. Monitoring suhu atas

Tabel 4.3. Tabel monitoring thermocouple suhu lapis atas (Data lapangan)

	NO	JAM	ATAS		
		PANTAU	TC 1	TC 2	TC 3
Jum'at, 5 Mei 2017	1	16.00	58.8	59.1	54
	2	18.00	57.9	59.7	53.2
	3	20.00	59.7	60.3	57.9
	4	22.00	59.5	59.3	54.8
	5	24.00	57.6	60.5	54.7
Sabtu, 6 Mei 2017	1	02.00	57.2	58	57.6
	2	04.00	59	58.5	57.3
	3	06.00	62	60	58.9
	4	08.00	63.5	61	60.1
	5	10.00	64.9	63.6	62.5
	6	12.00	65.1	64.2	63.2
	7	14.00	66.7	65.8	64.7
	8	16.00	64.6	63.9	62.4
	9	18.00	63.9	60.5	61.7
	10	20.00	62.1	60.7	63.5
	11	22.00	61.6	60.5	64.8
	12	24.00	60.5	58.5	63.1

Minggu, 7 Mei 2017	1	02.00	54.5	56.9	58.9
	2	04.00	54.4	59.6	59.7
	3	06.00	58.8	61.1	60.4
	4	08.00	59.4	62.5	60.9
	5	10.00	60.8	61.8	61.5
	6	12.00	61.8	62.4	62.5
	7	14.00	62.1	62.5	62.5
	8	16.00	61.3	61.4	61.4
	9	18.00	60.5	60.5	60.5
	10	20.00	58.5	59.5	60.2
	11	22.00	60.5	60.5	60.5
	12	24.00	58.5	58.5	58.5
Senin, 8 Mei 2017	1	02.00	57.7	56.8	56.4
	2	04.00	59.9	58.8	59.7
	3	06.00	57.6	59.9	61.1
	4	08.00	57.5	58.2	60.8
	5	10.00	55.5	58	59.5
	6	12.00	55.8	58.4	60.5
	7	14.00	56	59	61.7
	8	16.00	55.4	58.4	60.6
	9	20.00	55.1	57.1	60
	10	24.00	55.4	55.4	56.8
Selasa, 9 Mei 2017	1	04.00	56.5	56.5	55.4
	2	08.00	56.6	57.3	56.4
	3	12.00	58.2	57.7	56.9
	4	16.00	56.2	56.4	54.7
	5	20.00	53.4	55.6	53.7
	6	24.00	51.3	54.6	53.6
Rabu, 10 Mei 2017	1	04.00	57	56.5	55.4
	2	08.00	57.6	57.3	56.4
	3	12.00	59.2	57.7	56.9
	4	16.00	57	56.4	54.7
	5	20.00	58.1	58	55.3
	6	24.00	56.8	57.4	55.9
Kamis, 11 Mei 2017	1	04.00	57.2	57.2	56.3
	2	08.00	57.4	58.2	57.1
	3	12.00	57.9	58.7	58.1
	4	16.00	57.3	57.9	58.4

GRAFIK TEMPERATUR TERMOCOCUPLE KABEL ATAS PADA 3 TITIK TERMOCOCUPLE

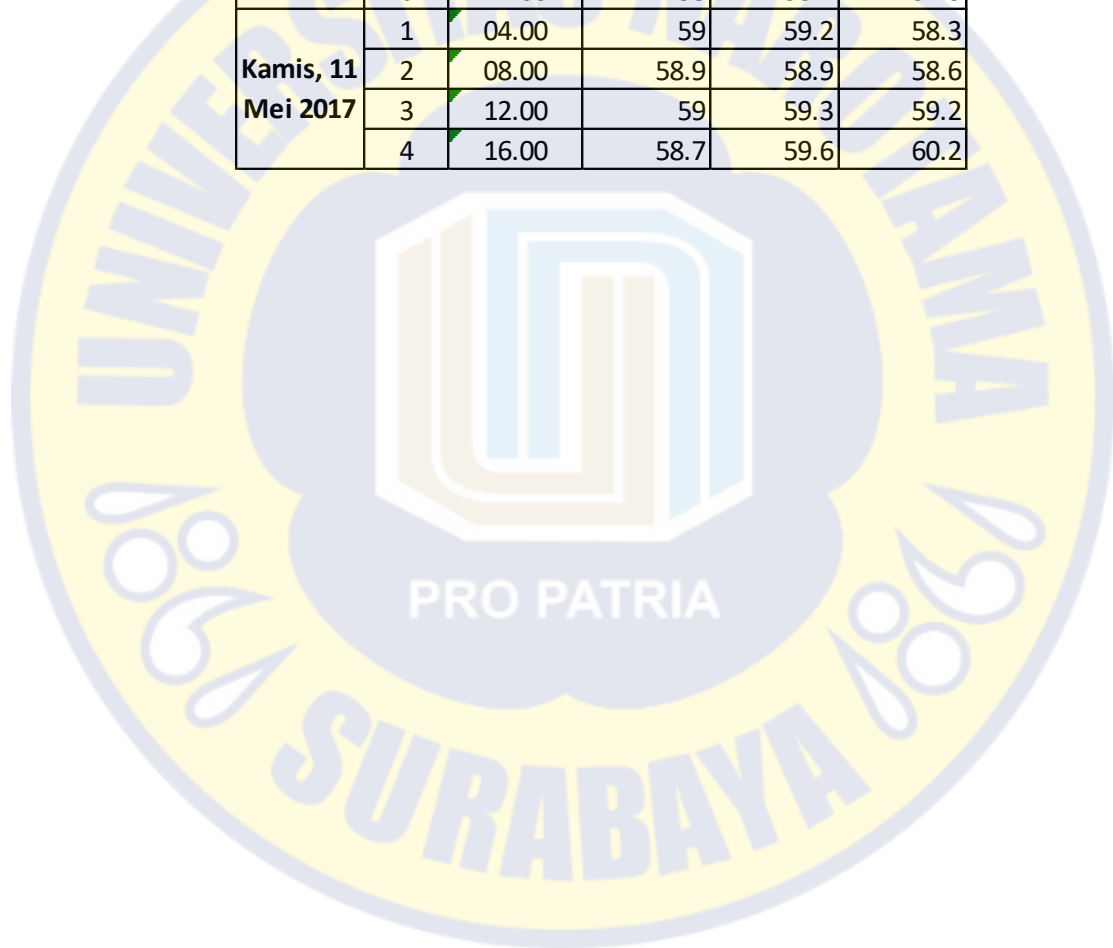


2. Monitoring suhu tengah

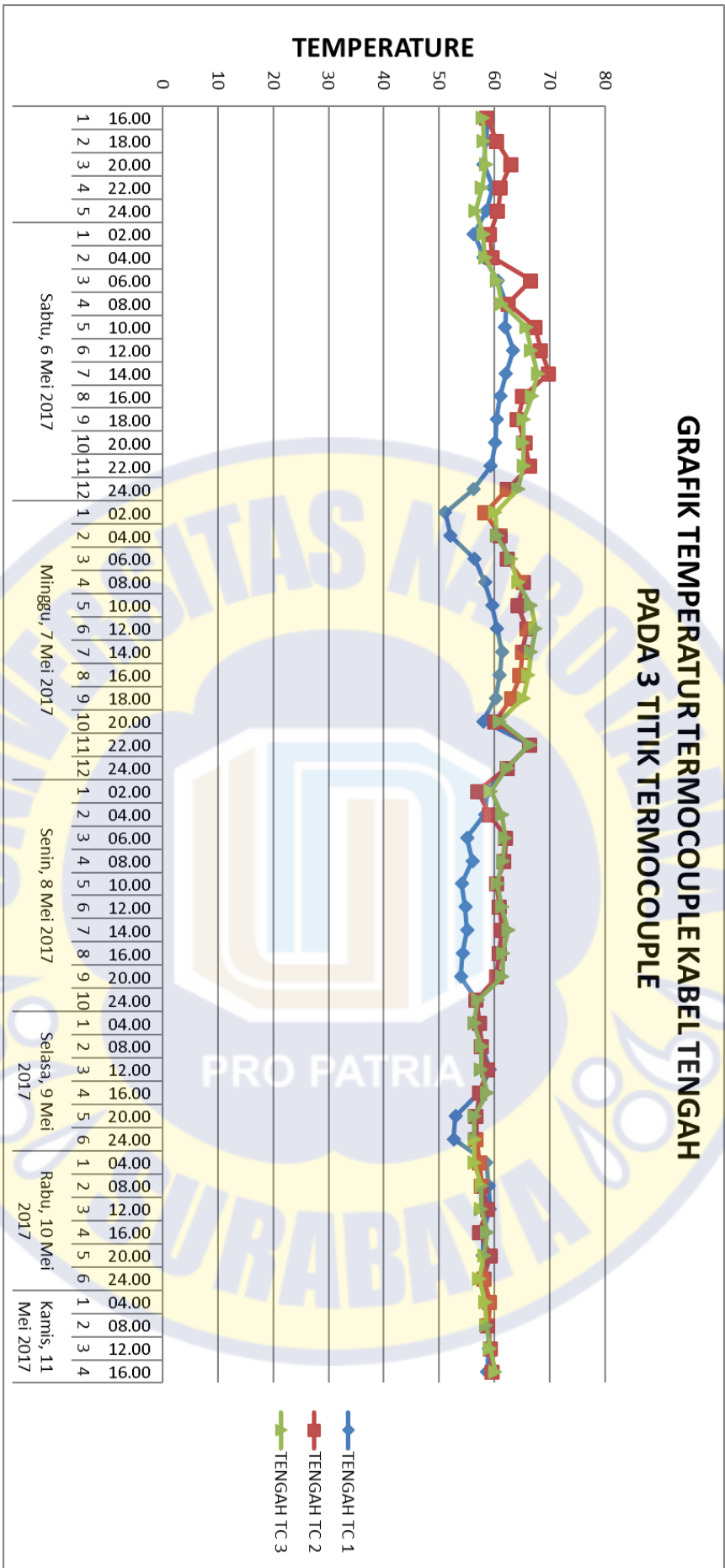
Tabel 4.4. Tabel monitoring thermocouple suhu lapis tengah

	NO	JAM	TENGAH		
		PANTAU	TC 1	TC 2	TC 3
Jum'at, 5 Mei 2017	1	16.00	58.9	58.7	57.9
	2	18.00	58.4	60.4	58.1
	3	20.00	58.1	63	58.5
	4	22.00	59.7	61.2	57.8
	5	24.00	58.6	60.7	56.6
Sabtu, 6 Mei 2017	1	02.00	56.3	59.2	58
	2	04.00	58.1	59.6	58.3
	3	06.00	60.6	66.7	60.5
	4	08.00	62.1	62.5	61.3
	5	10.00	62	67.4	65.8
	6	12.00	63.4	68.4	66.7
	7	14.00	62.1	69.9	67.9
	8	16.00	61.1	65.2	66.8
	9	18.00	60.4	64.2	65.3
	10	20.00	60.2	65.6	65.2
	11	22.00	59.4	66.4	65.3
	12	24.00	56.2	62.4	64.3
Minggu, 7 Mei 2017	1	02.00	51.1	58.3	60.2
	2	04.00	52.1	61.2	60.4
	3	06.00	56.5	62.4	63
	4	08.00	58.3	65.4	64.3
	5	10.00	59.6	64.3	66.7
	6	12.00	60.5	65.9	67.5
	7	14.00	61.4	65.1	66.7
	8	16.00	61	64.7	66.2
	9	18.00	60.3	63.2	65.3
	10	20.00	58	60.2	61
	11	22.00	66.4	66.4	66.4
	12	24.00	62.4	62.4	62.4
Senin, 8 Mei 2017	1	02.00	58.8	57	59.4
	2	04.00	58.3	59.1	61.4
	3	06.00	55.1	62.1	62
	4	08.00	56.1	61.8	61.6
	5	10.00	54.1	60.4	60.6
	6	12.00	54.8	61	61.4
	7	14.00	55.1	61.3	62.5
	8	16.00	54.3	60.9	61.6
	9	20.00	54	60.4	61.5
	10	24.00	56.8	56.8	57

Selasa, 9 Mei 2017	1	04.00	57.2	57.4	56.4
	2	08.00	57.8	57.8	57.7
	3	12.00	59.2	58.8	57.6
	4	16.00	57.2	57.4	58.7
	5	20.00	53	56.8	56.4
	6	24.00	52.7	56.8	56.4
Rabu, 10 Mei 2017	1	04.00	58.6	57.4	56.4
	2	08.00	59	57.8	57.7
	3	12.00	59.2	58.8	57.6
	4	16.00	57.9	57.4	58.7
	5	20.00	57.9	59.3	58.2
	6	24.00	58	58.2	57.3
Kamis, 11 Mei 2017	1	04.00	59	59.2	58.3
	2	08.00	58.9	58.9	58.6
	3	12.00	59	59.3	59.2
	4	16.00	58.7	59.6	60.2



GRAFIK TEMPERATUR TERMOCOUPLE KABEL TENGAH PADA 3 TITIK TERMOCOUPLE



3. Monitoring suhu bawah

Tabel 4.5. Tabel monitoring thermocouple suhu lapis bawah

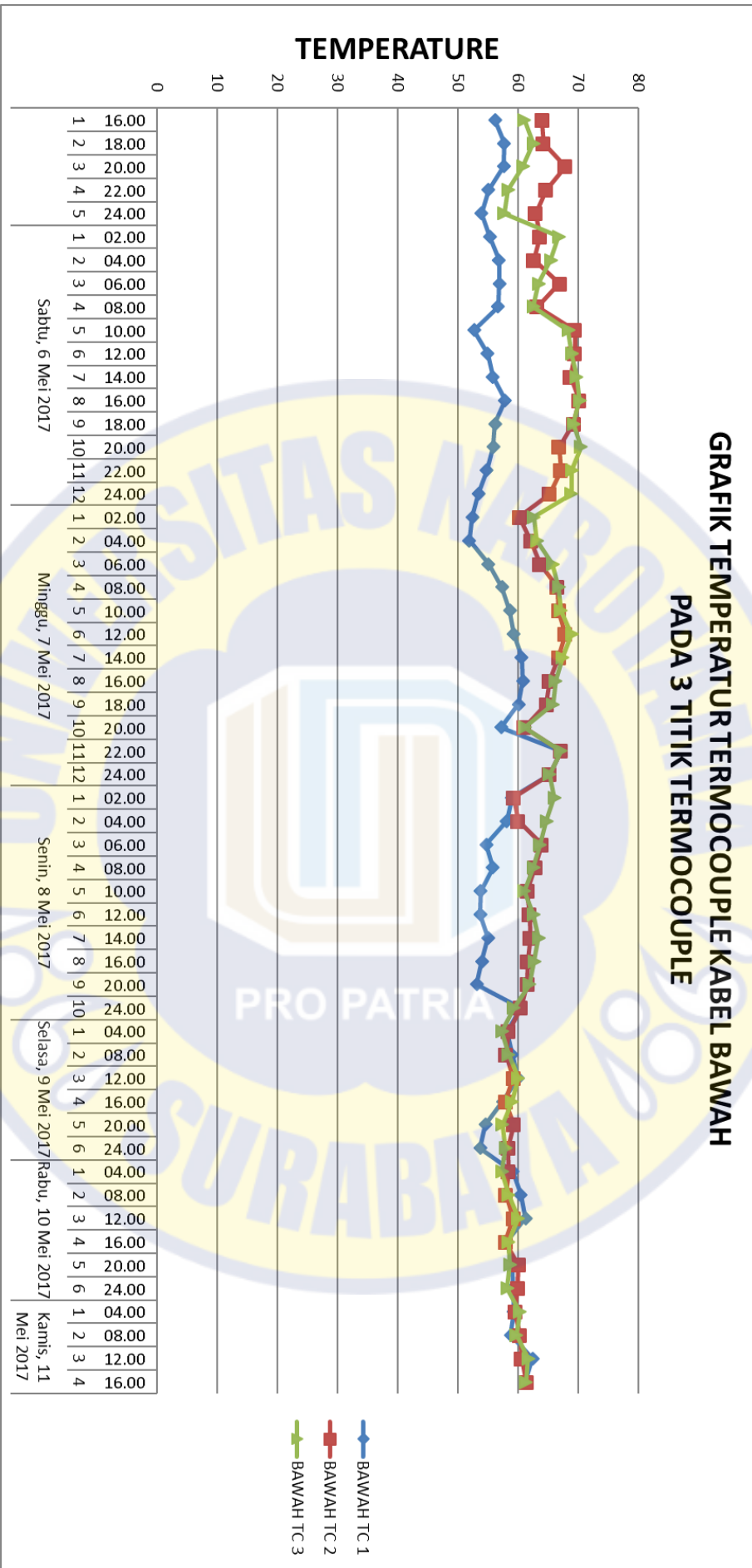
	NO	JAM	BAWAH		
		PANTAU	TC 1	TC 2	TC 3
Jum'at, 5 Mei 2017	1	16.00	56.2	64	61
	2	18.00	57.7	64.2	62.5
	3	20.00	57.6	67.8	60.8
	4	22.00	55.1	64.6	58.3
	5	24.00	53.9	62.9	57.7
Sabtu, 6 Mei 2017	1	02.00	55.3	63.6	66.7
	2	04.00	56.8	62.6	65.4
	3	06.00	56.9	66.9	63.4
	4	08.00	56.7	63.2	62.5
	5	10.00	52.7	69.4	68.3
	6	12.00	54.9	69.4	68.9
	7	14.00	55.8	68.7	69.7
	8	16.00	57.8	70.1	70.2
	9	18.00	56.2	69.2	69.2
	10	20.00	55.9	66.8	70.4
	11	22.00	54.8	67.1	68.9
	12	24.00	53.4	65.2	68.8
Minggu, 7 Mei 2017	1	02.00	52.4	60.2	62.6
	2	04.00	51.9	62.1	63.1
	3	06.00	55.1	63.6	65.7
	4	08.00	57.3	66.5	66.7
	5	10.00	58.6	66.7	67.1
	6	12.00	59.3	67.8	68.9
	7	14.00	60.6	66.7	67.4
	8	16.00	60.8	65.2	66.2
	9	18.00	60.1	64.7	65.8
	10	20.00	57.2	61	61.1
	11	22.00	67.1	67.1	67.1
	12	24.00	65.2	65.2	65.2

Senin, 8 Mei 2017	1	02.00	59	59.3	66
	2	04.00	58.1	60	64.7
	3	06.00	54.7	63.9	63.6
	4	08.00	55.8	62.8	62.5
	5	10.00	53.8	61.5	61
	6	12.00	53.7	61.9	62.5
	7	14.00	55	62	63.4
	8	16.00	54	61.6	62.7
	9	20.00	53.1	61.5	61.9
	10	24.00	60.4	60.4	59.3
Selasa, 9 Mei 2017	1	04.00	58.2	58.4	57.3
	2	08.00	59	58	58.4
	3	12.00	60	59.2	60
	4	16.00	57.5	57.9	59
	5	20.00	54.6	59.3	57.4
	6	24.00	53.7	58.3	57.9
Rabu, 10 Mei 2017	1	04.00	59.1	58.4	57.3
	2	08.00	60.4	58	58.4
	3	12.00	61.2	59.2	60
	4	16.00	58.2	57.9	58.4
	5	20.00	59	60.1	58.6
	6	24.00	59.1	59.9	58.2
Kamis, 11 Mei 2017	1	04.00	59.3	59.5	60.3
	2	08.00	58.8	60.3	59.7
	3	12.00	62.4	60.6	61.7
	4	16.00	61.2	61.4	61.3

PRO PATRIA

SURABAYA

**GRAFIK TEMPERATUR TERMOCOUPLER KABEL BAWAH
PADA 3 TITIK TERMOCOUPLER**



4.5.2 Hasil Monitoring Suhu *raft foundation*

Pada perhitungan beton massa di dapat temperature puncak (T_p) sebesar 78.07°C . Dengan monitoring suhu selama 1 minggu seperti pada tabel tersebut di dapat data sebagai berikut :

1. Rata-rata monitoring suhu *raft foundation*

- Jumlah data = 165
- Rata-rata lapis atas = 58.89°C
- Rata-rata lapis tengah = 60.21°C
- Rata-rata lapis bawah = 61.13°C

4.6 Analisis perhitungan suhu beton dengan *thermocouple*

Agar *mass concrete* tidak terjadi retak thermal menurut (Bamforth P.B., 1982) adalah perbedaan suhu antara permukaan beton dengan suhu di dalam beton yang diperbolehkan adalah sebesar $20^\circ \text{C} - 39^\circ \text{C}$. Untuk proyek Grand Sungkono Lagoon spesifikasi tekniknya telah menetapkan untuk selisih perbedaan suhu yang di ijinan adalah sebesar 20°C .

Data dari monitoring suhu pengecoran *raft foundation* dicek dengan menghitung selisih temperatur atas tidak boleh melebihi 20°C dengan ketentuan :

- a. $\Delta 1$ yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Atas
- b. $\Delta 2$ yaitu selisih antara beda suhu Tengah dengan Suhu Bawah
- c. $\Delta 3$ yaitu selisih antara beda suhu Bawah dengan Suhu Atas

Berikut hasil rata-rata perhitungan deviasi antara suhu atas, bawah dan tengah pada ke 3 *thermocouple raft foundation*

- Hasil pengecoran mass concrete didapatkan hasil deviasi maximum sebesar **1.32° C**

Sehingga hasil dari pengecoran pada *raft foundation* tersebut berarti masuk kategori aman dan tidak terjadi retak thermal karena tidak melebihi deviasi ijin yaitu 20° C.

