

**ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PULAU G TERHADAP  
*THERMAL DISPERSION PLTGU MUARA KARANG*  
CCPP 400 – 500 MW, JAKARTA**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
PRAMUDITA ANGGIT HANANTA  
NPM : 14 02 15479



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2018**

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### **ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PULAU G TERHADAP THERMAL DISPERSION PLTGU MUARA KARANG CCPP 400-500 MW, JAKARTA**

Oleh:

PRAMUDITA ANGGIT HANANTA

NPM. :140215479

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 11 Juli 2018

Pembimbing

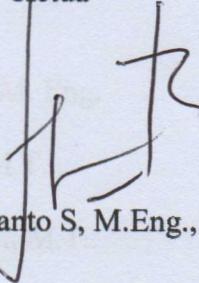


(Agatha Padma L., S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. A.Y. Harijanto S, M.Eng., Ph.D.)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### **ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PULAU G TERHADAP THERMAL DISPERSION PLTGU MUARA KARANG CCPP 400 – 500 MW,**

**JAKARTA**

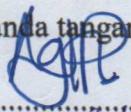
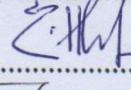
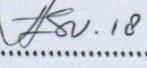


Oleh:

**PRAMUDITA ANGGIT HANANTA**

NPM. :140215479

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: Agatha Padma L., S.T., M. Eng.		03.07/2018
Sekretaris	: Cita Adiningrum S.T., M.T.		30/06/2018
Anggota	: Ir. V. Yenni Endang S.T., M.T.		1/07/2018

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Pramudita Anggit Hananta

NPM : 14 02 15479

PKS : Keairan

Menyatakan bahwa saya akan mengerjakan sendiri dan tidak akan melakukan plagiasi atas Tugas Akhir saya dengan judul:

### **ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PULAU G TERHADAP *THERMAL DISPERSION PLTGU MUARA KARANG CCPP 400-500 MW, JAKARTA***

Apabila selama proses penyusunan Tugas Akhir nantinya terbukti bahwa Tugas Akhir saya dikerjakan oleh pihak lain atau saya melakukan plagiasi, maka Tugas Akhir saya dinyatakan gugur oleh Pengelola Program Studi.

Yogyakarta, Mei 2018

Yang membuat pernyataan



(Pramudita Anggit Hananta)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

“Bapa Kami yang ada di Surga

Dimuliakanlah nama Mu

Datangkanlah Kerajaan Mu

Jadilah kehendak Mu

Di atas Bumi seperti di Surga

Berilah kami rejeki pada hari ini

Dan ampunilah kesalahan kami

Seperti kami mengampuni yang bersalah kepada kami

Dan janganlah masukkan kami ke dalam pencobaan

Tetapi bebaskanlah kami dari yang jahat

Amin “

Malam itu seorang laki-laki memasuki tenda Yakub dan bergulat dengan dia sampai fajar menyingsing. Ketika orang itu melihat bahwa dia tidak dapat mengalahkan Yakub, dia berkata “Biarkanlah aku pergi.” Yakub menjawab, “Aku tidak akan membiarkan engkau pergi, jika engkau tidak memberkati aku.” Lalu kata orang itu: “Namamu tidak akan disebutkan lagi Yakub, tetapi Israel, sebab engkau telah bergumul melawan Allah dan manusia , dan engkau menang.”

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat Kurikulum Strata-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Laporan Tugas Akhir ini membahas tentang Analisis Dampak Reklamasi Pulau G Terhadap *Thermal Dispersion* PLTGU Muara Karang CCPP 400-500 MW, Jakarta.

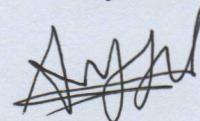
Penyusun menyadari tanpa adanya bimbingan serta petunjuk dari berbagai pihak maka penyusun akan mengalami kesulitan. Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan banyak ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada banyak pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini antara lain kepada :

1. Ibu Agatha Padma L, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Keairan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah berbagi ilmu dan menyediakan kesempatan untuk berdiskusi dengan memberikan bimbingan.
2. Ibu Ir. V. Yenny Endang M.T., selaku Dosen Penguji Keairan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan kepada penyusun dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Ibu Cita Adiningrum, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Keairan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan kepada penyusun laporan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UAJY dengan segala ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penyusun hingga saat ini.

5. Seluruh Bagian Pengajaran dan Staf Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dalam proses administrasi.
6. Seluruh Jajaran Pegawai Proyek PLTGU Muara Karang CCPP 400-500 MW yang selama ini telah membantu saya dalam penelitian.
7. Bapak Raden Achmad Mansyur selaku Project Manager PLTGU Muara Karang CCPP 400-500 MW yang telah membantu penyusun dalam pengumpulan data dan mengijinkan penyusun meninjau proyek sebagai objek penelitian.
8. Bapak Fachrurrazi yang telah mengajar dan berbagi ilmu dalam penggunaan program Delft3D serta memberikan inspirasi kepada penyusun dalam memilih judul Tugas Akhir.
9. Bapak Ali Budiarto dan Ibu Theresia Rumiyati, selaku orang tua dan kakak-kakak penyusun yaitu Dicky Irwanto dan Ferry Indra P yang telah banyak membeikan dukungan doa, motivasi, nasihat, moril dan materil kepada penyusun untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
10. Caessilia Candra Parmasinta Embria Pamungkas, selaku orang tercinta yang selalu mengingatkan, mendukung, mendoakan penyusun dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
11. Sahabat tercinta Dion, Damar, Nio, Hiro, Rofi, Brian, Yulius Hendra Kristanto, Nih Luh Kadek Elsyrawati, Hendra, Otto, Wawan, Oneal, Felix yang selalu menghibur dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penyusun yang telah sedikit banyak memberikan perhatian dan motivasi dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir

Yogyakarta, Mei 2018

Penyusun



Pramudita Anggit H

NPM : 14 02 15479

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMPAHAN .....</b>	v
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xiv
<b>ABSTRAK .....</b>	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	5
1.3    Batasan Masalah.....	6
1.4    Waktu dan Pelaksanaan.....	6
1.5    Keaslian Tugas Akhir.....	7
1.6    Tujuan Tugas Akhir.....	8
1.7    Manfaat Tugas Akhir.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	10
2.1    Sistem Pembangkit Listrik .....	10
2.1.1  Gambaran Umum PLTGU .....	10
2.1.2  Sistem Pembangkit di PLTU .....	12
2.1.3  Sistem Pembangkit di PLTG .....	13
2.1.4  Sistem Pembangkit di PLTGU .....	15
2.2    Sistem Air Pendingin PLTGU.....	16
2.3    Jenis Sistem Air Pendingin PLTGU.....	17
2.3.1  Sistem Air Pendingin Siklus Terbuka.....	17
2.3.2  Sistem Air Pendingin Siklus Tertutup .....	20
2.4    Penelitian Sebelumnya Mengenai Topik Penulisan .....	22
2.5    Hidrodinamika Laut .....	23

2.5.1	Sejarah Hidrodinamika .....	23
2.5.2	Definisi Hidrodinamika .....	25
2.6	Komponen Hidrodinamika .....	26
2.6.1	Temperatur.....	26
2.6.2	Arus Laut .....	28
2.6.2.1	Faktor Pengaruh Arus Laut .....	29
2.6.2.2	Proses Terbentuknya Arus Laut .....	32
2.6.2.3	Klarifikasi Jenis Arus Laut.....	33
2.7	Pasang Surut .....	34
2.8	Debit Aliran .....	36
2.9	Kekasaran Laut dan Viskositas Olakan.....	37
2.10	Permodelan Numerik Hidrodinamika Laut .....	39
2.11	Model Hidrodinamika Delft3D .....	40
2.12	Peta Batimetri .....	43
2.13	Land Boundaries.....	44
2.14	Arah dan Kecepatan Angin .....	45
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	.....	<b>47</b>
3.1	Umum .....	47
3.2	Kerangka Penelitian .....	47
3.3	Studi Literatur.....	49
3.4	Pengumpulan Data .....	50
3.5	Pengolahan Data.....	50
3.6	Permodelan Menggunakan Program Delft3D .....	50
3.7	Validasi.....	51
3.8	Pembahasan .....	51
3.9	Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	51
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>52</b>
4.1	Gambaran Umum Lokasi .....	52
4.2	Persiapan Data .....	55
4.3	Persiapan Domain Model (Area Simulasi).....	56
4.4	Parameter Model .....	59
4.5	Nilai Batas .....	60

4.6	Titik Observasi .....	63
4.7	Hasil Simulasi.....	64
4.7.1	Kondisi Existing (Skenario I) .....	65
4.7.2	Validasi Data.....	68
4.7.3	Kondisi Future (Skenario II).....	69
4.7.4	Trial Solusi (Skenario III).....	73
4.8	Perbandingan Suhu Skenario I, II, III.....	77
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>78</b>
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>81</b>	
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>84</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tata letak bangunan pembangkit listrik di wilayah PJB Muara Karang .....	2
Gambar 1.2 Tata letak pulau – pulau reklamasi pada wilayah Teluk Jakarta .....	4
Gambar 2.1. Grafik hubungan temperatur <i>intake</i> dengan kinerja mesin .....	11
Gambar 2.2. Sistem air pendingin utama siklus terbuka.....	19
Gambar 2.3. Sistem air pendingin utama siklus tertutup .....	21
Gambar 2.4. Pembuangan panas di menara pendingin siklus tertutup.....	22
Gambar 2.5. Komponen fluks panas.....	27
Gambar 2.6. Pola aliran arus laut.....	31
Gambar 2.7. Peta Batimetri.....	44
Gambar 3.1. Diagram Alir Pelaksanaan Analisis.....	48
Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Simulasi Model.....	49
Gambar 4.1. Detail Lokasi Studi.....	53
Gambar 4.2. Detail Sirkulasi Air Pendingin Pada Pembangkit .....	53
Gambar 4.3 Domain Model Simulasi .....	57
Gambar 4.4. Skenario Domain Model dan <i>Land Boundary</i> Simulasi.....	58
Gambar 4.5. Pembagian Domain Model ke dalam <i>Grid</i> .....	59
Gambar 4.6. Grafik Pengukuran Pasut Air Laut .....	60
Gambar 4.7. Penempatan Nilai Batas Permodelan .....	63
Gambar 4.8. Letak Titik Observasi Pada Area Domain Model .....	64
Gambar 4.9. Vektor arus pada domain model.....	65
Gambar 4.10. Detail vektor arus pada outfall dan bangunan intake domain model .....	66
Gambar 4.11. Kec. arus di titik observasi 1 dan 2, kondisi <i>existing</i> .....	67
Gambar 4.12. Permodelan <i>Thermal Dispersion</i> Skenario I .....	67
Gambar 4.13. Grafik Temperatur Pada Titik Observasi .....	68
Gambar 4.14. Perbandingan Grafik Observasi dan Grafik Simulasi .....	69
Gambar 4.15. Vektor arus pada domain model.....	70
Gambar 4.16. Detail vektor arus pada outfall dan bangunan intake domain model .....	70
Gambar 4.16. Kec. arus di titik observasi 1 dan 2, kondisi future (Skenario II).....	71
Gambar 4.17. Permodelan <i>Thermal Dispersion</i> Skenario II.....	72
Gambar 4.18. Grafik Temperatur Pada Titik Observasi .....	73
Gambar 4.19. Vektor arus pada domain model.....	74
Gambar 4.20. Detail vektor arus pada outfall dan bangunan intake domain model .....	74

Gambar 4.21. Kec. arus di titik observasi 1 dan 2, kondisi <i>future</i> (Skenario II).....	75
Gambar 4.22. Permodelan <i>Thermal Dispersion</i> Skenario III .....	76
Gambar 4.23. Grafik Temperatur Pada Titik Observasi .....	76
Gambar 4.24. Grafik Perbandingan Suhu Air pada Bangunan <i>Intake</i> .....	77



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Beberapa Komponen Harmonik Pasang Surut.....	37
Tabel 2.2. Besarnya viskositas olakan berdasarkan jenis aliran .....	38
Tabel 4.1. Penggunaan air untuk pendinginan Pembangkit.....	54
Tabel 4.2. Penggunaan air untuk pendinginan Pembangkit dalam $m^3/s$ .....	54
Tabel 4.3. Elevasi Pengukuran Pasang Surut Juni 2017 .....	61
Tabel 4.4. Komponen Harmonik Pasang Surut.....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Koordinat Rencana Pulau G .....	85
Lampiran 2. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 Intake.....	86
Lampiran 3. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 Kanal Intake .....	96
Lampiran 4. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 100 m from outfall .....	106
Lampiran 5. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 500 m from outfall .....	122
Lampiran 6. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 800 m from outfall .....	132
Lampiran 7. Depth of Averaged Velocity Skenario 1 Outfall .....	142
Lampiran 8. Depth of Averaged Velocity Skenario 2 Intake.....	152
Lampiran 9. Depth of Averaged Velocity Skenario 2 Kanal Intake .....	162
Lampiran 10. Depth of Averaged Velocity Skenario 2 100 m from outfall .....	172
Lampiran 11. Depth of Averaged Velocity Skenario 2 500 m from outfall .....	182
Lampiran 12. Depth of Averaged Velocity Skenario 2 800 m from outfall .....	192
Lampiran 13. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 Intake.....	202
Lampiran 14. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 Kanal Intake .....	212
Lampiran 15. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 100 m from outfall .....	222
Lampiran 16. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 500 m from outfall .....	232
Lampiran 17. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 800 m from outfall .....	242
Lampiran 18. Depth of Averaged Velocity Skenario 3 Outfall .....	252
Lampiran 19. Temperature Skenario 1 Obs 1 .....	262
Lampiran 20. Temperature Skenario 1 Obs 2 .....	272
Lampiran 21. Temperature Skenario 1 Obs 3 .....	282
Lampiran 22. Temperature Skenario 1 Obs 4 .....	292
Lampiran 23. Temperature Skenario 1 Obs 5 .....	302
Lampiran 24. Temperature Skenario 1 Obs 6 .....	312
Lampiran 25. Temperature Skenario 2 Obs 1 .....	322
Lampiran 26. Temperature Skenario 2 Obs 2 .....	332
Lampiran 27. Temperature Skenario 2 Obs 3 .....	342
Lampiran 28. Temperature Skenario 2 Obs 4 .....	352
Lampiran 29. Temperature Skenario 2 Obs 5 .....	362
Lampiran 30. Temperature Skenario 3 Obs 1 .....	372

Lampiran 31. Temperature Skenario 3 Obs 2 .....	382
Lampiran 32. Temperature Skenario 3 Obs 3 .....	392
Lampiran 33. Temperature Skenario 3 Obs 4 .....	402
Lampiran 34. Temperature Skenario 3 Obs 5 .....	412
Lampiran 35. Temperature Skenario 3 Obs 6 .....	422



# **ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PULAU G TERHADAP *THERMAL DISPERSION* PLTGU MUARA KARANG CCPP 400-500 MW, JAKARTA**

**Pramudita Anggit Hananta**

Universitas Atmajaya Yogyakarta

[Alfonsus.anggit@gmail.com](mailto:Alfonsus.anggit@gmail.com)

Program Studi Teknik Sipil

## **ABSTRAK**

Pada pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU), air pendingin memiliki peranan yang sangat penting pada proses pendinginan kondensor (*cooling water system*). Air pendingin yang telah digunakan akan dibuang ke laut melalui *outfall* untuk digunakan kembali atau disirkulasi. Hasil proses pendinginan ini menghasilkan buangan bersuhu tinggi yang mencapai 7 °C dari suhu semula. PLTGU Muara Karang CCPP 400-500 merupakan salah satu pembangkit listrik milik PT. Pembangkit Jawa Bali. Terdapat 4 pembangkit yang sekarang beroperasi dengan sumber air pendingin berasal dari laut yang diambil melalui *intake* sepanjang 1300 m. Sementara itu berdekatan dengan kanal *intake* PLTGU sedang berlangsung reklamasi Pulau G yang tentunya akan berdampak pada area sebaran panas limbah buangan pembangkit. Permodelan pola sebaran panas air buangan ini bertujuan untuk menganalisis dampak berkurangnya area sebaran akibat Pulau G terhadap kenaikan suhu air laut pada bangunan *intake* karena apabila kenaikan suhu melebihi syarat dapat menyebabkan *overheat* pada mesin turbin pembangkit. Dalam permodelan pola sebaran panas air buangan ini digunakan *software* Delft3D untuk memprediksi suhu dan pola arus beserta kecepatannya. Permodelan akan dilakukan dalam 3 kondisi antara lain kondisi *existing*, *future* (Pulau G sudah terbentuk), dan skenario 3(*trial solution*). Dalam model sebaran air buangan dilakukan verifikasi hasil model dengan hasil pengukuran di lapangan, meliputi verifikasi terhadap komponen hidrodinamika (pasang surut air laut). Hasil verifikasi menunjukkan adanya kesamaan pola yang cukup baik antara hasil model dengan pengukuran lapangan.

**Kata Kunci :** Reklamasi, *cooling water system*, hidrodinamika, *thermal dispersion*, *intake*