

**PERANCANGAN *GRAVITATIONAL WATER VORTEX POWER*
PLANT DI UMBUL INGAS KLATEN**

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

Oleh :
RICHARDO SURYA PRATAMA
NPM : 17 02 17040



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2020**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN *GRAVITATIONAL WATER VORTEX POWER PLANT* DI UMBUL INGAS KLATEN

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Januari 2021

Yang membuat pernyataan,

(Richardo Surya Pratama)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN *GRAVITATIONAL WATER VORTEX POWER* *PLANT* DI UMBUL INGAS KLATEN

Oleh :

RICHARDO SURYA PRATAMA

NPM : 17 02 17040

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing



(Dr. Ing. Agustina Kiky A., S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua

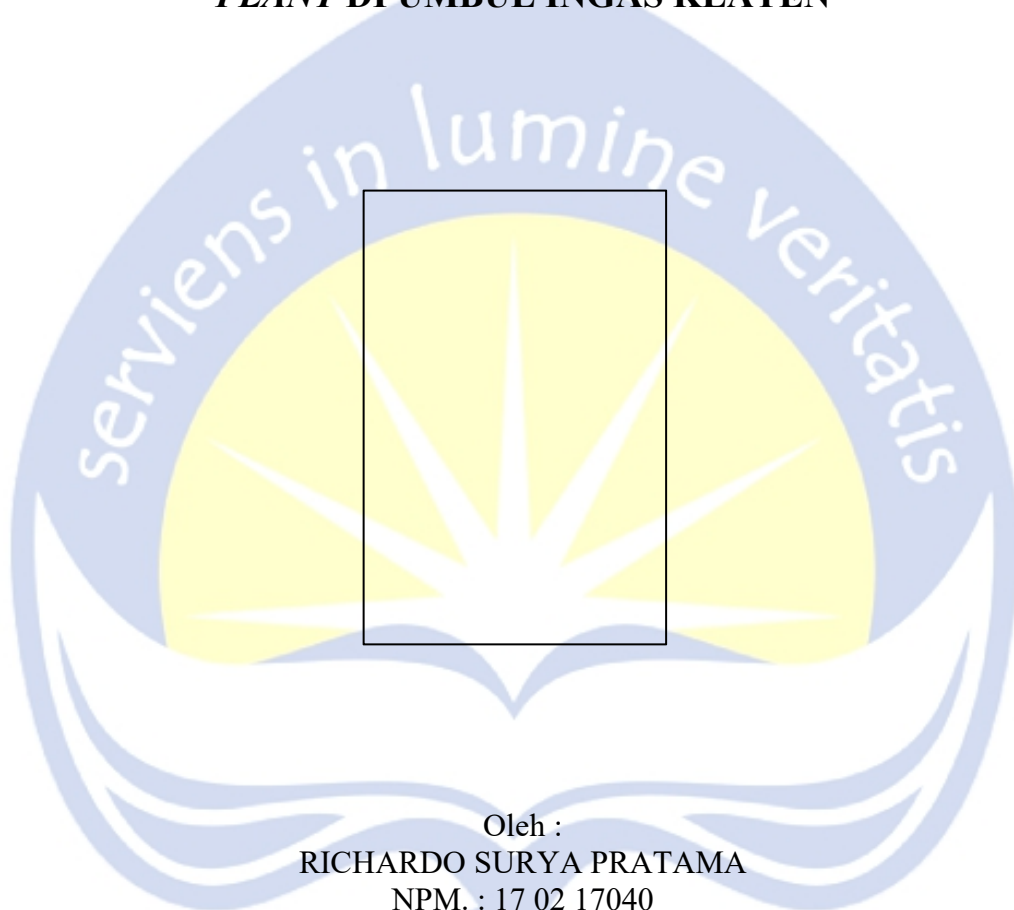


(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN *GRAVITATIONAL WATER VORTEX POWER* *PLANT* DI UMBUL INGAS KLATEN



Oleh :
RICHARDO SURYA PRATAMA
NPM. : 17 02 17040

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng
Anggota	: Eva Lianasari A., ST., MT
Anggota	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
Bapak Deddy Supardianto dan Ibu Mariana Sri Amini

"I'm beautiful in my way

Cause God makes no mistakes"

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Esa, karena berkat, rahmat, dan cinta yang dilimpahkan penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir, antara lain:

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Ing. Agustina Kiky A., S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam membimbing penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku koordinator Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil.
6. Babeh, Mami, Mbak Ochie, Odelo, Ko Jaya, dan Wira yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan cinta selama proses pengerjaan Tugas Akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar.
7. Sahabat-sahabat terbaik antara lain Koko, Yoga, Ica, Jihan, Gaby yang selalau hadir memberi semangat dan menjadi tempat keluh kesah selama perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir di masa pandemi.
8. Tim yang membantu penelitian di Kawasan Wisata Mata Air Cokro, Irfan, Yudana, Titan, Randy, Michael Jose, Yoga, dan Jihan. Terima kasih atas waktu dan bantuannya.
9. Grup TGA Air, Natania Karina dan Cindy, yang selalu menjadi kawan seperjuangan dalam menjalani Tugas Akhir Keairan.
10. Kawan-kawan *student staff* KPBB, Keren, Karina, Arya, dan Dewi yang selalu membantu dikala tugas kantor menumpuk.
11. Anggota SIGMA PERS, Sigma Julid 6, antara lain Bima, Okti, Titan, Jun, Chyntia, Fatin, Kezya yang selalu memberikan warna dan bantuan selama ini, terima kasih banyak.
12. Pihak Kawasan Wisata Objek Mata Air Cokro, Dinas Pariwisata Kabupaten Klaten, dan PDAM Kota Solo yang berbaik hati membantu kelancaran penelitian Tugas Akhir.

13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan waktu, tenaga, dan semangat dalam masa perkuliahan serta pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis,

Richardo Surya Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Umum.....	12
3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	12
3.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	14
3.4 <i>Gravitation Water Vortex Power Plant</i>	17
3.5 Komponen-komponen GWVPP.....	18
3.6 <i>TURBULENT NV</i>	20
3.7 Debit Air dan Daya.....	22
3.8 Rumah Pembangkit (<i>Power House</i>).....	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	24
4.1 Umum.....	24

4.2 Studi Literatur.....	26
4.3 Penentuan Turbin.....	26
4.4 Pengumpulan Data.....	26
4.5 Analisis Data dan Perhitungan.....	27
4.5.1 Analisis Debit.....	27
4.5.2 Tinggi Jatuh.....	29
4.5.3 Perancangan Inlet dan Inlet <i>Gate</i>	30
4.5.4 Perancangan Basin.....	30
4.5.5 Tinggi Jagaan.....	31
4.5.6 Daya yang Dihasilkan.....	31
BAB V PEMBAHASAN.....	32
5.1 Analisis Debit.....	32
5.1.1 Perhitungan Kecepatan.....	32
5.1.2 Perhitungan Luas Penampang.....	33
5.1.3 Perhitungan Debit.....	34
5.2 Tinggi Jatuh Air.....	35
5.3 Turbin.....	36
5.4 Lebar Inlet <i>Gate</i> dan Lebar Inlet.....	37
5.6 Basin.....	37
5.6 Perhitungan Tinggi Jagaan.....	38
5.7 Perhitungan Daya yang Dihasilkan.....	39
BAB VI PENUTUP.....	40
6.1 Kesimpulan.....	40
6.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai GWVPP.....	10
Tabel 2.1	Tabel Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai GWVPP (Lanjutan).....	11
Tabel 5.1	Tabel Kecepatan di Titik A (Hulu).....	33
Tabel 5.2	Tabel Kecepatan di Titik B (Tengah).....	34
Tabel 5.3	Tabel Kecepatan di Titik C (Hilir)	34
Tabel 5.4	Tabel Luas Penampang di Titik A (Hulu).....	36
Tabel 5.5	Tabel Luas Penampang di Titik B (Tengah).....	36
Tabel 5.6	Tabel Luas Penampang di Titik C (Hilir).....	36
Tabel 5.7	Tabel Perhitungan Tinggi Jatuh Air.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	PLMTH dengan turbin rotor sekrup.....	15
Gambar 3.2	Turbin Gorlov.....	15
Gambar 3.3	Turbin Kaplan.....	16
Gambar 3.4	PLMTH dengan turbin kincir air.....	16
Gambar 3.5	PLTMH dengan turbin <i>vortex</i> dari <i>TURBULENT</i>	17
Gambar 3.6	Lebar Inlet.....	18
Gambar 3.7	Basin dan <i>orifice</i>	19
Gambar 3.8	Rentang pengaplikasian turbin hidrolik.....	19
Gambar 3.9	Perbandingan efisiensi turbin <i>vortex</i> dengan turbin jenis Kaplan dan Francis.....	20
Gambar 3.10	<i>Single turbine in river/canal</i> dengan terjunan air langsung.....	21
Gambar 3.11	<i>Single turbine in river/canal</i> dengan terjunan air bertahap.....	21
Gambar 4.1	Bagan alir penelitian tugas akhir.....	25
Gambar 4.2	Penentuan titik untuk penghitungan kecepatan aliran rerata.....	28
Gambar 4.3	Skema pengukuran tinggi jatuh berdasarkan level.....	29
Gambar 5.1	Visualisasi penampang saluran.....	33
Gambar 5.2	Tinggi <i>head</i> air.....	35
Gambar 5.3	Penentuan penggunaan model turbin dari <i>TURBULENT</i>	36
Gambar 5.4	Lebar terjunan air.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Teknik Rancangan Bangunan GWVPP.....	46
Gambar 3D GWVPP	47
Gambar Visualisai Pengaplikasian GWVPP.....	48
Peta Situasi Kawasan Objek Mata Air Cokro.....	49

INTISARI

PERANCANGAN *GRAVITATIONAL WATER VORTEX POWER PLANT* DI UMBUL INGAS KLATEN, Richardo Surya Pratama, NPM 170217040, Tahun 2021, Bidang Peminatan Keairan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kontribusi listrik nasional dari pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) masih berada di angka 14,8%, padahal Indonesia sendiri memiliki potensi energi yang dari EBT sebesar 400 gigawatt. Salah satu solusi pemanfaatan potensi ini adalah dengan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLMTH). Salah satu jenis PLMTH yang dapat dikembangkan yaitu *gravitational water vortex power plant* (GWVPP). Di Indonesia, saat ini masih hanya terdapat satu GWVPP, yaitu GWVPP *TURBULENT* Green School, Bali. Hadirnya *TURBULENT* di Indonesia membuka peluang pengembangan GWVPP semakin lebar. Pemilihan PLMTH berjenis GWVPP, khususnya menggunakan turbin dari *TURBULENT* karena selain dapat bekerja dengan *head* yang rendah, efisiensi turbin terbilang cukup tinggi dibandingkan turbin jenis Kaplan dan Francis, sehingga listrik yang dihasilkan pun dapat lebih maksimal. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui potensi debit dan daya listrik yang dapat dihasilkan dari aliran limpasan mata air di Kawasan Wisata Objek Mata Air Cokro dan rancangan sederhana GWVPP untuk lokasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu studi literatur dan observasi langsung. Studi literatur digunakan untuk mengetahui debit limpasan dan membandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya untuk perancangan dasar GWVPP dengan turbin *TURBULENT*. Sedangkan observasi langsung dilakukan untuk memeriksa debit limpasan, *head*, dan kebutuhan listrik kawasan.

Hasil dari penelitian ini didapatkan debit limpasan sebesar 1,195 m³/s dan *head* setinggi 2,02 m, sehingga lokasi cocok dikembangkan menjadi GWVPP. Dari analisis, didapatkan daya yang dapat dihasilkan sebesar 14,208 kW sehingga dapat membantu PLMTH yang sudah ada dalam memenuhi kebutuhan listrik untuk pompa air kolam renang dengan total daya 35 kW dan kebutuhan lainnya. Dari perancangan didapatkan lebar inlet *gate* sebesar 3,7 m, lebar inlet 0,56 m, diameter basin 4,44 m, dan tinggi jagaan 1 m.

Kata kunci: PLMTH, GWVPP, *TURBULENT*, Debit, Daya Listrik