ISBN. 978-602-60766-9-4

P R O S I D I N G

SEMINAR NASIONAL PENELITIAN & PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (SNP2M) 2020 (TEKNOLOGI & SOSIAL SAINS)

(Bidang Ilmu Teknik Mesin, Industri, Energi Terbarukan, Teknologi Pertahanan, Teknologi Ramah Lingkungan, Teknologi Tepat Guna dan Teknologi Pertanian)

"Percepatan Hilirisasi Penelitian Sebaai Penguatan Link & Match Pendidikan Vokasi dengan DUDI"

UNIT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR, 7 NOVEMBER 2020

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENELITIAN & PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (SNP2M) 2020 (TEKNOLOGI DAN SOSIAL SAINS)

ISBN. 978-602-60766-9-4

Pelindung / Penanggung Jawab
Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.

Ketua Penyunting
Dr. Ir. Firman, M.T.

Sekertaris
Nahlah, S.Si., M.Si

Penyunting Ahli
Dr. Ir. Muhammad Suradi, M.Eng.Sc.
Dr.Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.
Dr. Bahri S.E., M.Si.
Drs. Mastang, M.Hum.
A.M Shiddiq Yunus, S.T.,M.Eng.Sc., Ph.D.
Dr. Ir. Hafsah Nirwana,M.T
Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si.
Ir. Prihadi Murdiyat, M.T., Ph.D. (Politeknik Negeri Samarinda)
Dr. Drs. La Ode Hasiara, SE.,MM.,M.Pd.,Akt.,CA (Politeknik Negeri Samarinda)
Ahyar M. Diah, SE., MM., Ph.D. (Politeknik Negeri Samarinda)

Administrasi
Maryani, SE.

Layout & IT
Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.

Alamat Redaksi
Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Lt.2 Gedung Adm Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan km.10 Tamalanrea, Makassar 90245.
Telp. (0411) 585 365
Email : snp2m@poliupg.ac.id
Website: http://snp2m.poliupg.ac.id/2020

DAFTAR ISI PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PENELITIAN & PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (SNP2M) 2020 (TEKNOLOGI DAN SOSIAL SAINS)

(BIDANG ILMU TEKNIK MESIN, INDUSTRI, ENERGI TERBARUKAN, TEKNOLOGI PERTAHANAN, TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, TEKNOLOGI TEPAT GUNA DAN TEKNOLOGI PERTANIAN)

AULA POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG, 7 NOVEMBER 2020

ISBN 978-602-60766-9-4

BIDANG TEKNIK MESIN, INDUSTRI, ENERGI TERBARUKAN, TEKNOLOGI PERTAHANAN, TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, TEKNOLOGI TEPAT GUNA DAN TEKNOLOGI PERTANIAN			
NO	**JUDUL**	**ID PAPER**	**HALAMAN**
1	ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN WAKTU TERHADAP KEKUATAN HASIL LAS PLAT 1 MILIMETER DENGAN MENGGUNAKAN SPOTWELDING *Penulis: Ani Fatmawati, Ruspita Sihombing, Abdul Najib, Rizky Sulvika Puspa Rinda, Muhammad Kasim, Achmad Fatona*	11	1-3
2	OPTIMALISASI PROSES PERAJANGAN KOPRA DENGAN MERANCANG DAN MEMBUAT MESIN PERAJANG KOPRA *Penulis: Ahmad Zubair Sultan, Jeremiah Ritto, Siti Sahriana, Muh. Syakur Hasan, Meli Marliana*	35	4-9
3	PENGONTROLAN RUMAH TANAMAN HIDROPONIK *Penulis: Sukma Abadi, Peri Pitriadi, Cici Nurfaidah, Muh. Faizal*	37	10-15
4	EFEK PERLAKUAN NATRIUM HIDROKSIDA TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA *Penulis: Muhammad Arsyad, Yan Kondo*	40	16-21
5	PENGARUH KERUSAKAN MESIN CONVEYOR BATUBARA PADA PROSES PRODUKSI DI PT.KITADIN EMBALUT SITE *Penulis: Suwarto, Rohadi, Asnadi*	42f	22-29
6	PERANCANGAN DAN ANALISA PRODUKSI MESIN TEPAT GUNA (PENGGILING KUNYIT) SEBAGAI BAHAN BAKU JAMU DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR BENSIN *Penulis: Imam, Suparno, Doni Riyanto*	42g	30-35
7	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MAGNET SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN UNTUK PENGUSAHA TAMBAK IKAN DI MUARA BADAK KUTAI KARTANEGARA *Penulis: Suwarto, Rohadi, Muhammad Risky Angga*	42h	36-41
8	SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN DISSIMILAR FRICTION STIR WELDING ANTARA ALUMINIUM PADUAN AL-MG DAN AL-MG-SI *Penulis: Muhammad Arsyad Suyuti, Apollo*	47	42-47
9	EFEK ZEOLITE ZSM-5 SEBAGAI KATALIS CRACKING PIROLISIS LIMBAH PLASTIK UNTUK MEMPEROLEH BAHAN BAKAR ALTERNATIF *Penulis: Ramli Thahir, Alwathan, Ramli, Muh. Irwan*	62	48-53
10	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULATOR LIGHTING SYSTEM & HORN SYSTEM UNIT ALAT BERAT CATERPILLAR 914G WHEEL LOADER *Penulis: Darma Aviva, Abdul Halik*	70	54-59
11	KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA PADA WASTEWATER PIT DENGAN BERBAGAI TIPE SIRIP RODA AIR *Penulis: Firman, Muh. Anshar, Muh. Yusuf Yunus, Yiyin Klistafani, Reski U, Ifren J. P., Achmad S, Maghfirah*	88	60-65

12	ANALISIS KINERJA ALAT PENGHASIL ASAP CAIR TERINTEGRASI DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI BIOMASSA *Penulis: Yiyin Klistafani, Muh. Iqbal M, Sukma Abadi, Dwi Esti Amalia, Aryo Wicaksono*	89	66-72
13	REKONSTRUKSI BERBASIS RESILIENSI PADA RUMAH KAYU DI LINGKUNGAN RAWAN LONGSOR (STUDI KASUS :PERMUKIMAN BUKIT SELILI SAMARINDA) *Penulis: Zakiah Hidayati, Mafazah Noviana*	98	73-78
14	OPTIMASI PARAMETER PROSES PEMESINAN CNC TURNING TERHADAP KESILINDRISAN BENDA KERJA DENGAN MODEL PEMBUBUTAN TIRUS DIVERGEN TANPA MENGGUNAKAN TAIL STOCK *Penulis: Mohammad Anas Fikri, Auliana Diah Wilujeng*	108	79-84
15	PENINGKATAN KINERJA PEMANAS SURYA METODE REFLEKTOR DENGAN SISTEM HYBRID *Penulis: Sri Suwasti, Abdul Rahman*	153	85-89
16	PERANCANGAN SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN MOTOR BLDC DENGAN PENGGERAK DEPAN UNTUK AREA PERUMAHAN *Penulis: Arman, Muhammad Jufri Dullah, Abdul Kadir Muhammad*	158	90-96
17	ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO ADC12 HASIL PENGECORAN SEMI SOLID DENGAN PRECIPITATION HARDENING *Penulis: Muas M, Syaharuddin Rasyid, Anwar M*	170	97-102
18	PENGEMBANGAN DESAIN MESIN BELAH BAMBU *Penulis: Muh. Rusdi, Mastang*	191	103-107
19	KAJI EXPERIMENTAL PHOTOVOLTAIC THERMAL (PV/T) PENDINGIN PANEL SURYA *Penulis: Musrady Mulyadi, Nur Rahmah H.Anwar, Aditya Mishbah Ihsan, Shindy*	196	108-111
20	PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA KEKERASAN DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADUAN AL-SI-MG *Penulis: Nur Hamzah, Ahmad Zubair Sultan, La Ode Musa, Andareas Pangkung*	201	112-117
21	PENGARUH BAHAN PEREKAT DAN PUTARAN MESIN TERHADAP KUALITAS DAN KAPASITAS PRODUKSI PAKAN AYAM MENGGUNAKAN MESIN PELET SISTEM ULIR DAYA *Penulis: Arthur Halik Razak, Abram Tangkemanda, Syaharuddin Rasyid, Pabbenteng*	207	118-123
22	PENGARUH POWER MOTOR TERHADAP KECEPATAN FIXED WING UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) *Penulis: Imran Habriansyah, Dermawan*	217	124-127
23	PERAN POSISI PEMANAS UDARA PADA PENGERINGAN VAKUM TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIK DARI KAYU KUMEA BATU (MANIKARRA MERRILLIANA,H.J.L.) *Penulis: Chandra Bhuana, Sonong*	218	128-134
24	RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS BAWANG MERAH *Penulis: Tri Agus Susanto, Muh. Yusuf Yunus*	219	135-137
25	INCREASED LOW CARBON STEEL HARDNESS BY CARBURIZING METHOD *Penulis: Ikram, Muh lqbal*	220	138-142
26	RANCANG BANGUN MESIN PENGERING KOKON ULAT SUTERA PADA PERAJIN BENANG SUTERA *Penulis: Anwar, Agussalim*	240	143-147
27	ANALISIS KINERJA DAN LAJU PENGERINGAN PADA PENGERING HYBRID DENGAN VARIASI SUMBER ENERGI PEMANAS *Penulis: Jamal Jamal, Lewi Lewi*	248	148-153

28	PERENCANAAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGHANCUR KOTORAN SAPI DAN KAMBING MENJADI PUPUK KOMPOS ORGANIK *Penulis: Alimuddin, Moh. Kiswanto, Sudirman*	283	154-159
29	PENGARUH KONSENTRASI CH3COOH PADA PEMBUATAN PULP DARI BATANG PISANG DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO *Penulis: Kusyanto, Ibnu Eka Rahayu, Andi Nandayani*	290	160-163
30	PENGEMBANGAN DIGITAL TRAINEER *Penulis: Daniel Kambuno, Luther Sonda, Kartika Dewi, Nuraeni Umar*	291	164-169
31	RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM PENERANGAN MOBIL *Penulis: Muh. Imam Raharjo, Mudjahidin, Asnawir*	308	170-172
32	RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER CUTTING SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN *Penulis: Abdul Salam, Mukhtar, Trisbenheiser*	315	173-178
33	PENGONTROLAN GETARAN PADA MANIPULATOR FLEKSIBEL MENGGUNAKAN KONTROL PID *Penulis: Dermawan*	317	179-183
34	PERBANDINGAN KINERJA SISTEM PANEL SURYA DENGAN DAN TANPA PENJEJAK MATAHARI *Penulis: Marhatang Marhatang, R. Tandioga*	319	184-190
35	THE EFFECT OF HEAT SINK VARIATION ON AIRFLOW PROPERTIES ON THE THERMOELECTRIC COOLING BOX: AN EXPERIMENTAL STUDY *Penulis: Rahman Hakim, Amrullah*	322	191-195
36	PROTOTIPE DRONE UNTUK EVAKUASI KORBAN BENCANA *Penulis: Akhmad Taufik, Remigius Tandioga, Chaerul Ahyar, Faisal, Ahmad Syahrizal, Adam Palilu*	329	196-201
37	RANCANG BANGUN MESIN PENJUAL MINUMAN RINGAN OTOMATIS *Penulis: Pria Gautama, Sarwo Pranoto, Tri Agus Susanto*	350	202-207

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) 2020 Politeknik Negeri Ujung Pandang dapat diterbitkan.

Prosiding ini mempunyai misi menyebarluaskan hasil-hasil penelitian dibidang keteknikan dan social science yang terbit setiap tahun. Untuk menjaga konsistensi kualitas prosiding, penulis diharapkan memperhatikan petunjuk atau tata cara penulisan artikel ilmiah. Prosiding ini hanya memuat artikel hasil penelitian/pengabdian kepada masyarakat bidang keteknikan dan social science yang dipresentasikan pada seminar nasional yang dilaksanakan oleh Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Ujung Pandang setiap tahun.

Kami mengucapkan terima kasih dan selamat kepada penulis yang artikelnya telah diterbitkan. Semoga prosiding ini dapat menjadi rujukan bagi peneliti lain baik dari lingkungan sendiri maupun dari luar.

Makassar, November 2020

Penyunting

KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA PADA WASTEWATER PIT DENGAN BERBAGAI TIPE SIRIP RODA AIR

Firman[1)], Muh. Anshar[1)], Muh. Yusuf Yunus[1)], Yiyin Klistafani[1)], Reski U[2)], Ifren J. P.[2)], Achmad S[2)], Maghfirah[2)]
[1)] *Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar*
[2)] *Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar*

ABSTRACT

Heat dissipation by using a long channel is one way that can be used to achieve the requirements for wastewater quality standards. However, it is not an effective way because it requires more costs so that new innovations are needed. The purpose of this study was to determine the characteristics of fluid flow due to the addition of a water wheel turbine to the wastewater pit and to determine the effect of additional water wheel turbine on the performance of the wastewater pit. The method of this study is a combination of experimental and numerical studies. The numerical method was carried out using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method with Ansys Fluent 2020 R1 software. The results showed that the addition of a water wheel turbine had a positive impact on the performance of the wastewater pit in reducing the fluid temperature both experimentally and numerically.

Keywords: CFD, Power Plants, Wastewater Pit, Water Wheel

1. PENDAHULUAN

Sistem pendingin yang digunakan pada PLTU sebagian besar menggunakan air laut sebagai fluida kerja pada media pendingin. Sistem pendingin merupakan suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over-heating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin bisa bekerja secara stabil [1]. Salah satu komponen vital pada PLTU yang membutuhkan air laut sebagai media pendingin adalah kondensor. Kondensor memanfaatkan air laut sebagai media pendingin untuk mengubah fasa uap yang telah melewati *LP turbine* menjadi fasa cair yang kemudian dialirkan ke *hotwell* untuk disirkulasikan agar hasil kondensasi dapat digunakan kembali pada proses selanjutnya. Sebelum air laut masuk ke *intake*, diinjeksikan *chemical* berupa *chlorin* untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan juga menghindari *fouling*[2]. Sistem yang digunakan pada proses tersebut ialah *open loop* sehingga air laut yang telah dimanfaatkan akan dibuang kembali ke sumbernya. Ada beberapa macam proses pembuangan air limbah yang dapat digunakan pada PLTU dengan sistem pendingin *open loop* antara lain pembuangan permukaan, pembuangan bawah permukaan, dan pembuangan difusi. Di antara ketiga macam proses tersebut, proses pembuangan permukaan adalah yang paling banyak digunakan pada PLTU.

Kualitas air pendingin yang akan digunakan sebagai pendingin harus memenuhi persyaratan yang sesuai dengan komponen atau struktur yang dirumuskan dalam spesifikasi kualitas air pendingin. Permasalahan utama yang selalu muncul dari kegiatan buangan air hasil proses *Cooling Water System* adalah suhu air buangan dari sistem tersebut jauh lebih tinggi daru suhu lingkungan di sekitarnya [3]. Peraturan mengenai air limbah buangan dari suatu pembangkit, khususnya untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) terdapat dua parameter yang harus diperhatikan yaitu kenaikan suhu / temperatur dan kandungan klorin dari air limbah suatu pembangkitan [4].

Salah satu kendala pada sistem pendingin *open loop* ialah air laut yang hendak dibuang kembali ke sumbernya belum memenuhi syarat ketentuan baku mutu air limbah pembangkitan, khususnya temperatur air yang masih tinggi. *Wastewater pit* membutuhkan konstruksi saluran yang panjang agar dapat menurunkan temperatur fluida tersebut. Konstruksi saluran *wastewater pit* yang panjang dibutuhkan agar terjadi perpindahan panas secara konveksi pada saluran air tersebut untuk mencapai syarat temperatur air limbah pembangkitan yaitu sekitar 30°C [5].

Pembuangan kalor dengan menggunakan saluran yang panjang merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencapai syarat ketentuan baku mutu air limbah. Namun pembuangan kalor dengan saluran panjang bukanlah cara yang efektif karena membutuhkan *cost* yang lebih banyak sehingga dibutuhkan inovasi baru berupa pengaplikasian roda air yang berfungsi untuk mempercepat penurunan temperatur air buangan limbah.

Berbagai jenis tipe sirip akan diaplikasikan pada penelitian ini. Tipe sirip roda air sangat menentukan kecepatan putaran pada turbin roda air. Hal tersebut tentu berpengaruh terhadap karakteristik fluida (air buangan) yang terbentuk pada *wastewater pit*. Studi karakteristik aliran fluida pada *wastewater pit* menjadi

[1] Korespondensi penulis: Firman, Telp 081342369805, firman@poliupg.ac.id

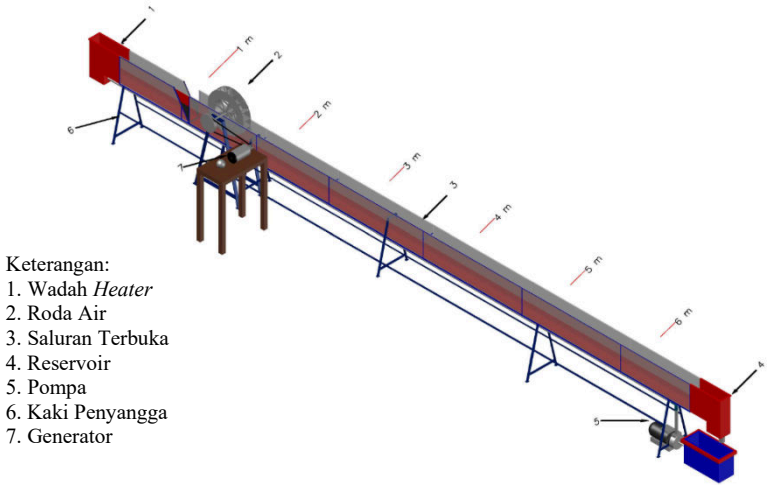
sangat penting untuk dilakukan guna mengetahui efektifitas kinerja roda air dalam menurunkan temperatur air buangan limbah PLTU ke laut.

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang tersebut maka sangat menarik untuk dicermati bahwa desain sirip roda air menjadi salah satu faktor yang menentukan efektifitas penggunaan turbin roda air pada *wastewater pit* dalam menurunkan temperatur air buangan limbah PLTU. Pada penelitian kali ini akan dilakukan pengujian terhadap roda air dengan berbagai variasi sirip. Sirip yang ditambahkan pada roda air diharapan mampu meingkatkan turbulensi/olakan air disekitarnya, sehingga berdampak positif terhadap penurunan temperatur.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik aliran fluida pada *wastewater pit* sistem PLTU dengan dan tanpa turbin roda air, mengetahui pengaruh tipe sirip terhadap kinerja turbin roda air yang diaplikasikan pada *wastewater pit* sistem PLTU, dan mengetahui besar perbedaan penurunan temperatur pada pendinginan limbah air di *wastewater pit* dengan dan tanpa menggunakan turbin roda air.

2. METODE PENELITIAN

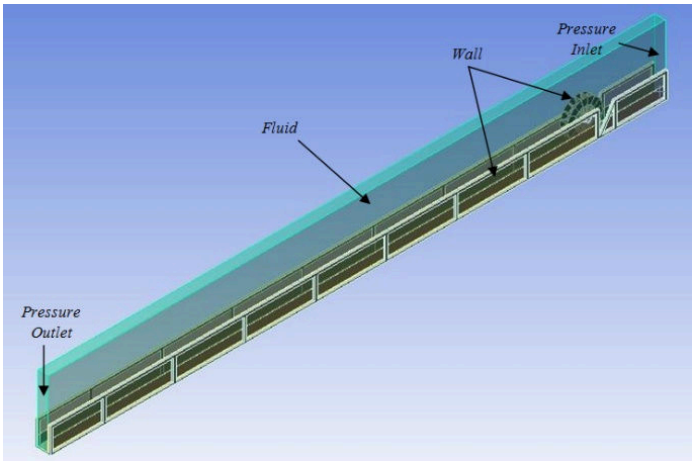
Studi karakteristik aliran fluida pada *wastewater pit* dengan berbagai tipe sirip roda air merupakan gabungan dari Studi Ekperimen dan Numerik yang dilakukan secara bersamaan. Metode numerik dilakukan dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (*CFD*) dengan *software Ansys Fluent 2020 R1*. saluran terbuka (open channel) yang didesain menyesuaikan data lapangan terkait dimensi dan bentuk *wastewater pit* pada sistem PLTU. Roda air dipasang pada *wastewater pit* dengan jarak yang telah ditentukan. Detail desain alat percobaan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alat percobaan eksperimen *wastewater pit* dilengkapi roda air

Eksperimen yang dilakukan terdiri dari dua pengujian yaitu pengujian *wastewater pit* tanpa roda air dan pengujian *wastewater pit* dilengkapi roda air dengan berbagai tipe sirip. Adapun prosedur pengujian yaitu dengan mengisi *reservoir* dengan air sebanyak 1500 liter, menyalakan pompa untuk mengalirkan air ke heater. Menyalakan *heater* untuk memanaskan air sampai temperatur 50 ^{o}C, kemudian mengalirkan air melalui saluran terbuka, mengukur temperatur air dengan variasi jarak yang berbeda, dan mengukur laju aliran air. Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi debit dengan dan tanpa roda air.

Metode numerik yang dilakukan terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap *pre-processing*, tahap *processing/solving*, tahap *post-processing*, tahap validasi data. Tahap *pre-procesing* yaitu pembuatan geometri dengan bantuan *software Autocad*. Desain geometri *wastewater pit* dan turbin roda air dapat dilihat pada gambar 2 dan 3. Sedangkan rincian dimensi dari desain *wastewater pit* dapat dilihat pada Tabel 1 dan rincian dimensi dari desain konfigurasi sirip turbin roda air dapat dilihat pada Tabel 2. Pembuatan mesih dilakukan dengan bantuan software *ANSYS Workbench 2020 R1*. Kondisi bata inlet yaitu *pressure inlet* dan kondisi batas *outlet* adalah *pressure outlet*. Sedangkan konstruksi *wastewater pit* dan roda air ditetapkan dengan kondisi batas *wall*. Debit aliran pada pengujian ini sebesar $1{,}736\times10^{-3}$ m^3/s.



Gambar 2. Kondisi batas simulasi *wastewater pit* dengan menggunakan turbin roda air

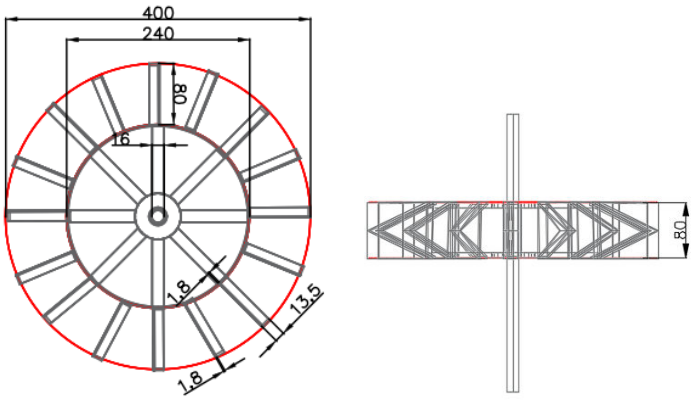
Tabel 1. Dimensi geometri *wastewater pit*

Spesifikasi	Desain *wastewater pit*
Lebar Saluran, (cm)	10
Panjang Saluran, L (m)	7
Tinggi Saluran (cm)	27
Tinggi dari permukaan (m)	1,3
Tebal fiber (cm)	1
Dimensi kaki segitiga (cm)	4 × 8

Tabel 2. Dimensi geometri turbin roda air

Spesifikasi	Desain turbin roda air			
	A	B	C	D
Tipe sirip	Dua sirip siku-empat paralel melintang	Dua sirip siku-empat paralel membujur	Sirip siku-empat bentuk V	Sirip siku-empat bentuk Λ
Diameter Dalam, D (cm)	24			
Diameter Luar, D (cm)	40			
Jumlah sudu (buah)	16			
Panjang sudu, L(cm)	8			
Lebar sudu (cm)	8			

Turbulance model yang digunakan adalah *SST k-ω* merujuk pada Menter [6]. Tahap simulasi dengan menggunakan *software ANSYS Fluent 2019 R2*. Pemilihan model *solver* dan penentuan *SST k-ω* sebagai *turbulence model* yang digunakan juga merujuk pada penelitian terdahulu [7] yang menjelaskan bahwa model tersebut sangat bagus dalam memprediksi karakteristik aliran di dekat dinding. Penetapan jenis material yang digunakan yaitu disesuaikan dengan material air laut. Kriteria konvergensi yang ditetapkan sebesar 10^{-6} untuk semua kriteria dan diakhiri dengan tahap iterasi hingga konvergen.



(a) (b)

Gambar 3. Desain turbin roda air (a) tampak depan (b) tampak atas Keterangan: satuan dalam mm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

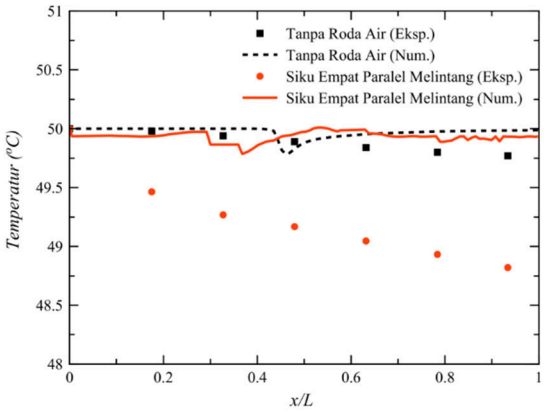
Studi eksperimen dan numerik karakteristik aliran fluida pada *wastewater pit* memberikan beberapa hasil diantaranya yaitu distribusi temperatur fluida, visualisasi kontur temperatur dan temperature volume rendering. Hasil eksperimen terkait temperatur rata-rata di sepanjang *wastewater pit* tanpa turbin roda air dan dengan penggunaan turbin roda air berbagai tipe sirip dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Temperatur rata-rata di sepanjang wastewater pit dengan dan tanpa penggunaan turbin roda air hasil pengujian secara eksperimen

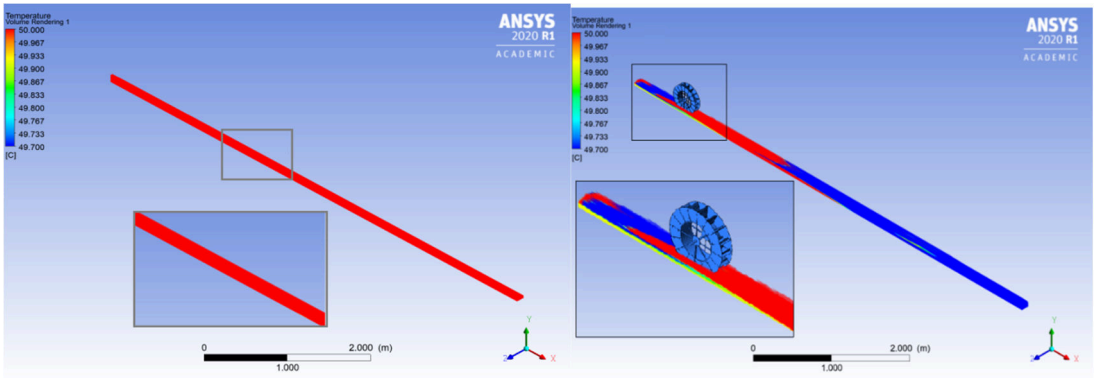
Titik Uji (x/L)	Temperatur (°C)				
	Tanpa Roda Air	Siku Empat Paralel Melintang	Siku Empat Paralel Membujur	sirip siku-empat bentuk V	sirip siku-empat bentuk Λ
0	50	50	50	50	
0,175	49,98	49,464	49,464	49,48	49,64
0,327	49,94	49,268	49,62	49,336	49,552
0,479	49,89	49,168	49,16	49,274	49,514
0,632	49,84	49,046	49,092	49,248	49,484
0,784	49,8	48,932	49,024	49,21	49,446
0,934	49,77	48,82	48,964	49,176	49,408
Penurunan Temperatur	0,23	**1,18**	1,032	0,824	0,592

Berdasarkan tabel 3, nilai penurunan temperatur wastewater pit tanpa turbin roda air sangat rendah dibandingkan dengan *wastewater pit* yang dilengkapi dengan turbin roda air. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan roda air memberikan dampak positif terhadap kinerja *wastewater pit* dalam menurunkan temperatur fluida. Berbagai variasi sirip roda air yang diujikan memberikan hasil yang berbeda-beda. Dari hasil eksperimen didapatkan bahwa turbin roda air dengan sirip siku empat paralel melintang memiliki performa paling unggul dibandingkan tiga jenis sirip lainnya, dimana penurunan temperatur yang dihasilkan yaitu sebesar 1,18 °C atau sekitar 5,13 kali penurunan temperatur yang dihasilkan oleh *wastewater pit* tanpa roda air. Semakin besar penurunan temperatur yang dihasilkan maka semakin meningkatkan performa *wastewater pit* dalam hal mereduksi nilai temperatur air buangan limbah PLTU hingga mencapai ketentuan standar temperatur air buangan limbah ke laut lepas.

Hasil numerik melalui *computational fluid dynamic* menggunakan *software Fluent* menunjukkan bahwa ada kesesuaian hasil antara komputasi dengan eksperimen untuk distribusi wastewater pit tanpa roda air. Seperti yang terlihat pada gambar 4. Keduanya memperlihatkan bahwa *wastewater pit* tanpa roda air belum optimal dalam menurunkan temperatur buangan air limbah. Hal ini dikarenakan penurunan temperatur yang sangat kecil. Sedangkan hasil numerik untuk distribusi temperatur *wastewater pit* dengan turbin roda air jenis sirip siku empat paralel melintang memiliki perbedaan hasil dengan eksperimen. Tentunya hal ini dikarenakan banyak faktor, salah satunya karena prediksi turbulensi aliran fluida akibat adanya olakan dari turbin roda air merupakan kondisi yang kompleks. Namun hasil komputasi tetap memiliki keunggulan dalam memperlihatkan visualisa distribusi temperatur secara keseluruhan (3D) melalui hasil temperature volume renderin yang dapat dilihat pada Gambar 5.



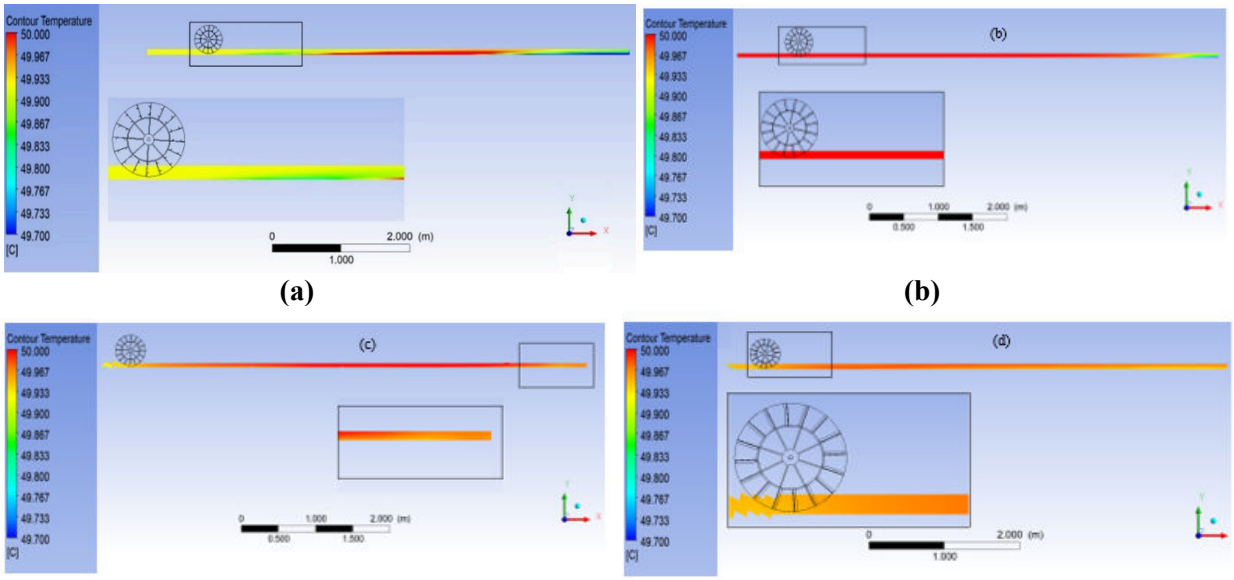
Gambar 4. Distribusi temperatur air disepanjang *wastewater pit*



Gambar 5. *Temperatue volume rendering wastewater pit* (a) tanpa turbin roda air dan (b) dengan turbin roda air tipe sirip siku empat paralel melintang

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa terdapat perbedaan tampilan visualisasi temperature volume rendering antara *wastewater pit* tanpa roda air dengan *wastewater pit* dengan roda air sirip siku empat paralel melintang. Penambahan turbin roda air memberikan dampak positif dalam menurunkan temperatur wastewater yang lebih efektif dibandingkan tanpa turbin roda air. Seperti terlihat pada gambar 5 (b), distribusi warna merah dan biru dalam *wastewater* menunjukkan adanya perbedaan temperatur fluida, dimana warna biru mengindikasikan nilai temperatur lebih rendah daripada warna merah. Hal ini dapat dilihat pada skala warna temperatur pada gambar tersebut.

Hasil visualisasi komputasi berupa kontur temperatur dapat dilihat pada gambar 6. Variasi jenis sirip pada roda air memberikan hasil kontur temperatur yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk sirip roda air mempengaruhi karakteristik aliran di dalam *wastewater pit* sehingga penurunan temperatur yang dihasilkan juga berbeda-beda. Berdasarkan gradasi warna pada gambar 6, terlihat bahwa sirip siku empat melintang memiliki distribusi temperatur paling rendah (warna biru) di akhir wastewater pit. Sehingga berdasarkan hasil numerik tersebut, dapat disimpulkan bahwa sirip siku empat melintang memiliki performa paling baik. Hal ini sesuai dengan hasil eksperimen, berdasarkan uraian pembahasan sebelumnya pada tabel 3 dan gambar 4 yang menjelaskan bahwa hasil eksperimen untuk sirip siku empat melintang memiliki performa terbaik. Oleh karena itu prediksi hasil komputasi numerik yang telah dilakukan sesuai dengan hasil eksperimen di lapangan, walaupun terdapat sedikit perbedaan prediksi nilai temperatur pada kasus tertentu.



(a) **(b)**

(c) **(d)**

Gambar 6. Kontur temperatur dengan turbin roda air tipe sirip (a) siku empat paralel melintang; (b) siku empat paralel membujur; (c) sirip siku-empat bentuk V; dan (d) sirip siku-empat bentuk Λ

4. KESIMPULAN

Studi ekperimen dan numerik karakteristik aliran fluida pada wastewater pit dengan berbagai tipe sirip roda air telah dilakukan. Studi ini bermanfaat dalam riset pengaplikasian sistem saluran buangan air limbah PLTU ke laut. Beberapa kesimpulan utama dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1) Penambahan turbin roda air memberikan dampak positif terhadap kinerja *wastewater pit* dalam menurunkan temperatur fluida baik secara eksperimen maupun secara komputasi numerik.
2) Turbin roda air dengan sirip siku empat paralel melintang memiliki performa paling unggul dibandingkan tiga tipe sirip lainnya, dimana penurunan temperatur yang dihasilkan yaitu sebesar 1,18 °C (hasil eksperimen).
3) Hasil visualisasi numerik juga memperlihatkan kesesuaian dengan hasil eksperimen dimana tipe sirip siku empat paralel melintang mampu menurunkan temperatur paling besar dibandingkan dengan tipe lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] C. Anam, "Studi Pola Sebaran Panas Air Pendingin di PT. Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkit Gresik (PT. PJB UP Gresik)." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

[2] A. Hasan, "Dampak penggunaan klorin," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 7, no. 1, 2006.

[3] I. W. Nurjaya and H. Surbakti, "Thermal Dispersion Model of Water Cooling Pltgu Cilegon Ccpp Discharge Into Margasari Coastal Waters at the Western Coast of Banten Bay," *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 2, no. 1, 2010.

[4] B. ULUM, "PEMODELAN KUALITAS AIR PERAIRAN JENEPONTO STUDI/KASUS SEBARAN AIR PENDINGIN PLTU JENEPONTO, DESA PUNAGAYA KECAMATAN BANGKALA KABUPATEN JENEPONTO."

[5] M. Y. Yunus and F. Firman, "PENGARUH AGITATOR TERHADAP PENURUNAN TEMPERATUR AIR BUANGAN PADA WASTE WATER PIT SISTEM PLTU," in *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 2019, pp. 107–111.

[6] F. R. Menter, "Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications," *AIAA J.*, vol. 32, no. 8, pp. 1598–1605, 1994.

[7] Y. Klistafani, "Karakteristik Aliran Fluida di Dalam Asymmetric Diffuser dengan Penambahan Vortex Generator," *INTEK J. Penelit.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–27, 2018.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada unit Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan hibah dana PNBP/DIPA 2020 Politeknik Negeri Ujung Pandang kepada penulis sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik.