

PROPOSAL

**PENELITIAN SKEMA SAINS TEKNOLOGI DAN SENI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**ANALISIS PENINGKATAN PERFORMANSI PLTP RANTAU DEDAP
DENGAN MODIFIKASI SIKLUS KOMBINASI SINGLE FLASH-KALINA
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI**



OLEH


Ketua Peneliti : Ir. Dyos Santoso, M.T. ; 0023126009
Anggota Peneliti : 1. M. Ihsan Riady, S.T., M.T. ;0013108702
2. Oktaviani, S.P., M.Si. ; 0031109801
Mahasiswa : 1. Muhammad Adam Wildan ; 03051282025064
2. Riyos Dinanto ; 03051282025024

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2024**

**HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL
SKEMA PENELITIAN SAINS, TEKNOLOGI, DAN SENI**

1. Judul Penelitian : Analisis Peningkatan Performansi PLTP Rantau Dedap Dengan Modifikasi Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina Menggunakan Analisis Eksergi
2. Bidang Penelitian : Rekayasa
3. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ir. Dyos Santoso, M.T.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP/NIDN : 196012231991021001 / 0023126009
- d. Pangkat dan Golongan : Penata Muda Tingkat 1 - III/b
- e. Pendidikan Terakhir : S-2
- f. Jabatan Fungsional : Lektor
- g. Fakultas/Jurusan/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
- h. Alamat/Kantor : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya
- i. Telepon/Faks : (0711) 580739 / (0711) 580741
- j. Alamat Rumah : Jl. Dwikora 2 Lrg. Sekundang No. 1736
- k. Telepon/HP/Faks/E-mail : 081377675175
4. Jumlah Anggota Peneliti : 2 orang
- a. Nama Anggota I : M Ihsan Riady, S.T., M.T.
NIDN : 0013108702
- b. Nama Anggota II : Oktaviani, S.P., M.Si
NIDN : 0031109801
5. Tempat/Lokasi Penelitian : Sumatera Selatan
6. Jangka Waktu Penelitian : 1 tahun
7. Jumlah Dana yang Diajukan : Rp. 30.000.000,-
8. Target Luaran TKT : TKT 3 (Pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental)
9. Nama, NIM dan Jurusan/Program Studi/BKU Mahasiswa yang Terlibat : 1. M Adam Wildan / 03051282025064 / S1 Teknik Mesin
2. Riyos Dinanto / 03051282025024 / S1 Teknik Mesin

Ketua UPPM Fakultas,



Dr. Rosidawani S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

Palembang, 24 Februari 2024
Ketua Peneliti,



Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP. 196012231991021001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL	i
DAFTAR ISI	i
IDENTITAS PENELITI	1
RINGKASAN	2
PENDAHULUAN	2
A. Latar Belakang	2
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Roadmap Penelitian	4
B. Konsep Eksergi	6
C. Eksergi Fisik	9
D. Efisiensi Hukum Kedua	10
E. PLTP	11
F. Komponen Utama PLTP	14
G. Pemilihan Fluida Kerja	16
METODE PENELITIAN	17
A. Diagram Alir	17
B. Pengumpulan Data	17
C. Analisis PLTP pada Kondisi Modifikasi	18
D. Tim Penelitian dan Tahapan Pelaksanaan	19
LUARAN DAN TARGET CAPAIAN	21
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA	22
DAFTAR PUSTAKA	24

IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan : Analisis Peningkatan Performansi PLTP Rantau Dedap Dengan Modifikasi Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina Menggunakan Analisis Eksergi
2. Ketua Peneliti
 - (a) Nama Lengkap : Ir. Dyos Santoso, M.T.
 - (b) Bidang Keahlian : Konversi Energi
3. Anggota Peneliti :

No	Nama dan Gelar	Keahlian	Institusi
1	M. Ihsan Riady, S.T., M.T.	Termodinamika dan Eksergi	Fakutas Teknik UNSRI
2	Oktaviani, S.P., M.Si	Proteksi	Fakultas Pertanian UNSRI

4. Isu Strategis : Peraturan Presiden (Perpres) No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang bertujuan untuk menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri
5. Topik Penelitian : Analisis eksergi pada peningkatan performansi masing-masing komponen pada siklus kombinasi singleflash-kalina.
6. Objek Penelitian : Performansi PLTP Rantau Dedap Dengan Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina
7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Unsri
8. Hasil yang Ditargetkan : Memperoleh Nilai Performansi masing-masing komponen pada siklus kombinasi singleflash-kalina dengan menggunakan analisis eksergi.
9. Institusi lain yang terlibat : Tidak ada
10. Sumber biaya lain : Tidak ada
11. Keterangan lain yang perlu : Tidak ada

RINGKASAN

Setiap tahunnya penggunaan energi listrik selalu meningkat. Ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil dalam memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri masih tinggi. Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong Pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi (DEN, 2019). Berdasarkan peraturan Presiden nomor 22 Tahun 2017 tentang rencana umum energi nasional, pemodelan pengembangan pembangkit listrik energi baru terbarukan tahun 2015-2050, Pengembangan panas bumi untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 7,2 GW pada tahun 2025 dan 17,6 GW pada tahun 2050 atau 59% dari potensi panas bumi sebesar 29,5 GW. Potensi tersebut dapat meningkat seiring dengan peningkatan eksplorasi dan penemuan cadangan baru. Dengan potensi itu, Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia. Energi panas bumi atau geothermal energy adalah salah satu sumber daya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk di dalam reservoir bumi melalui pemanasan air di bawah permukaan bumi oleh batuan panas. Air panas atau uap yang berada di dalam reservoir bumi merupakan salah satu sumber energi panas bumi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan salah satunya sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP).

Eksergi adalah bagian dari energi yang dapat dimanfaatkan dan dapat musnah (exergy destruction), sedangkan anergi adalah bagian dari energi yang tidak dapat dimanfaatkan. Analisis eksergi mengacu pada hukum pertama dan kedua termodinamika. Eksergi dapat terbuang seiring terjadinya proses pada suatu sistem. Dengan menggunakan metode analisis eksergi, destruksi eksergi pada tiap-tiap komponen dapat diketahui. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis exergi untuk meningkatkan performansi dari Pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1 dengan siklus single flash steam. Hal ini dikarenakan nilai eksergi brine yang diinjeksikan ke dalam reinjection well masih tinggi. Maka yang akan dikaji pada penelitian ini adalah bagaimana peningkatan performansi sistem bila brine dimanfaatkan dengan mengaplikasikan siklus kombinasi single flash-kalina. Output dari penelitian ini nantinya akan dipublikasi pada Jurnal Nasional Terakreditasi yaitu Jurnal Dinamika Penelitian Industri Sinta 2 pada tahun berikutnya.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini energi listrik menjadi bagian penting dari kehidupan manusia. Banyak aktivitas yang memerlukan energi listrik baik di sektor industri maupun rumah tangga. Setiap tahunnya penggunaan energi listrik selalu meningkat. Ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil dalam memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri masih tinggi. Energi fosil memberikan kontribusi 94,3% dari total kebutuhan energi nasional (Mary et al., 2017). Hal tersebut tidak sejalan apabila kita masih menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak untuk menghasilkan energi listrik dikarenakan cadangannya semakin menipis. Oleh karena itu, permasalahan tersebut dapat diatasi bila kita menggunakan energi baru terbarukan (EBT).

Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong Pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi (DEN, 2019). Pada tahun 2019 bauran EBT baru mencapai 9,3% dari total penyediaan energi primer. Pada tahun 2025 pangsa EBT diperkirakan hanya sebesar 15,2% dan tahun 2050 sebesar 18,0% yang masih cukup jauh dari target kebijakan energi nasional (KEN) (BPPT, 2021).

Sebagian besar wilayah Indonesia terletak pada jalur vulkanik aktif (ring of fire). Berdasarkan peraturan Presiden nomor 22 Tahun 2017 tentang rencana umum energi nasional, pemodelan pengembangan pembangkit listrik energi baru terbarukan tahun 2015-2050, Pengembangan panas bumi untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 7,2 GW pada tahun 2025 dan 17,6 GW pada tahun 2050 atau 59% dari potensi panas bumi sebesar 29,5 GW. Potensi tersebut dapat meningkat seiring dengan peningkatan eksplorasi dan penemuan cadangan baru. Dengan potensi itu, Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia. Kapasitas ini merupakan 40% dari potensi geothermal dunia (Andianto Pintoro and Siregar, 2019). Namun pada kenyataannya sebagian potensi ini belum digunakan. Saat ini, Indonesia hanya menggunakan 8,9% dari potensi panas bumi untuk menghasilkan energi listrik. Optimalisasi potensi geothermal dapat menutup kebutuhan listrik yang akan semakin meningkat (Meilani and Wuryandani, 2010).

Energi panas bumi atau geothermal energy adalah salah satu sumber daya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk di dalam reservoir bumi melalui pemanasan air di bawah permukaan bumi oleh batuan panas. Energi panas bumi merupakan sumber energi yang sustainable dan memproduksi emisi gas yang rendah (Aneke, Agnew and Underwood, 2011). Air panas atau uap yang berada di dalam reservoir bumi merupakan salah satu sumber energi panas bumi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan salah satunya sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP).

Pada hukum pertama termodinamika dinyatakan bahwa energi tidak bisa diciptakan dan tidak bisa dimusnahkan hanya dapat berubah satu bentuk ke bentuk lainnya, namun tidak semua energi dapat dimanfaatkan karena energi dibagi menjadi 2, yaitu eksergi dan anergi. Eksergi adalah bagian dari energi yang dapat dimanfaatkan dan dapat musnah (exergy destruction), sedangkan anergi adalah bagian dari energi yang tidak dapat dimanfaatkan. Analisis eksergi mengacu pada hukum pertama dan kedua termodinamika. Eksergi dapat terdestruksi seiring terjadinya proses pada suatu sistem. Dengan menggunakan metode analisis eksergi, destruksi eksergi pada tiap-tiap komponen dapat diketahui.

Berdasarkan jurnal yang berjudul "Country Update: The Fast Growth of Geothermal Energy Development in Indonesia" yang ditulis oleh Surya Darma, Yaumil L. Imani, M. Naufal A. Shidqi, Tavip Dwiko Riyanto, dan M. Yunus Daud menyebutkan bahwa siklus yang paling banyak digunakan dalam pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia adalah single flash steam. (Darma et al., 2020). Single flash steam merupakan siklus yang paling sederhana pada pembangkit listrik tenaga panas bumi. Namun pada siklus single flash steam, brine yang diinjeksikan kembali ke dalam reinjection well masih memiliki suhu tinggi, yang menunjukkan adanya potensi sebagai sumber energi tambahan, sehingga performansinya dapat ditingkatkan (Nasruddin et al., 2015). Pada jurnal yang berjudul "Performance Improvement of Single-Flash Geothermal Power Plant Applying Three Cases Development Scenarios Using Thermodynamic Methods" yang ditulis oleh Nugroho Agung Pambudi, Ryuichi Itoi, Saeid Jalilinasrabad

dan Khasani Jaelani bahwa performansi yang dihasilkan siklus single flash steam dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, salah satunya dengan mengaplikasikan siklus kombinasi single flash-kalina (Pambudi et al., 2015). Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan modifikasi sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT. Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1 yang dimana sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi di perusahaan ini menerapkan siklus single flash steam sehingga penulis akan meningkatkan performansi sistem dengan cara mengaplikasikan siklus kombinasi single flash-kalina. Penelitian akan dilakukan dengan menerapkan metode analisis eksergi yang mengacu pada hukum pertama dan kedua termodinamika.

B. Rumusan Masalah

Pembangkit listrik tenaga panas bumi di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1 dengan siklus single flash steam masih dapat ditingkatkan performansinya. Hal ini dikarenakan nilai eksergi brine yang diinjeksikan ke dalam reinjection well masih tinggi. Maka yang akan dikaji pada penelitian ini adalah bagaimana peningkatan performansi sistem bila brine dimanfaatkan dengan mengaplikasikan siklus kombinasi single flash-kalina.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis eksergi pada sistem PLTP untuk kondisi existing maupun modifikasi yang kemudian dilakukan komparasi untuk performansi yang dihasilkan pada sistem PLTP dari kedua kondisi tersebut

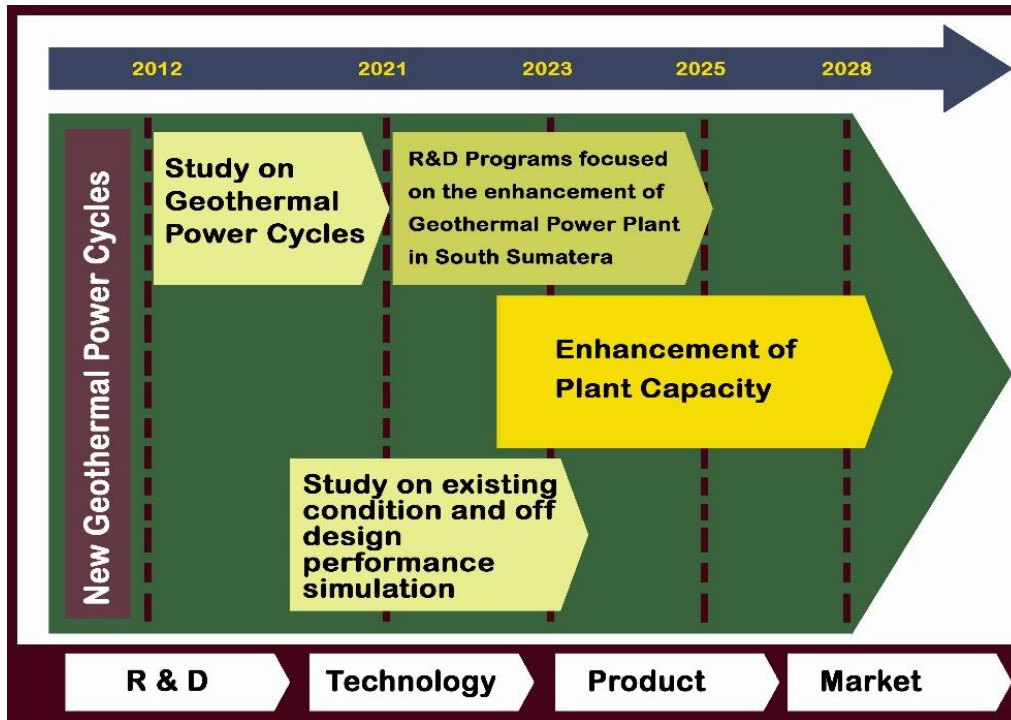
D. Manfaat Penelitian

- 1) Penelitian terus mendorong peningkatan efisiensi teknis dari PLTP, termasuk pengembangan teknologi pembangkitan, transfer panas, dan konversi energi. Ini membantu mengoptimalkan kinerja PLTP dan mengurangi biaya operasional..
- 2) Energi panas bumi adalah sumber energi yang dapat diandalkan dan stabil karena tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti energi angin atau matahari. Dengan penelitian yang tepat, PLTP dapat dioptimalkan untuk memberikan pasokan energi listrik yang andal sepanjang waktu..
- 3) Memberikan informasi dan dapat dijadikan sebagai bahan referensi analisis kinerja pembangkit listrik untuk penelitian selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian yang telah dan akan dilakukan oleh peneliti ditunjukkan oleh Gambar 6.1. Penelitian ini fokus dalam peningkatan performansi PLTP Rantau Dedap Dengan Modifikasi Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina Menggunakan Analisis Eksergi.



Gambar 1. Roadmap Penelitian

Penjelasan tentang eksergi dari buku karya Yunus A. Cengel dan Michael A. Boles terbitan tahun 2015 untuk edisi ke delapan yang berjudul “Thermodynamics An Engineering Approach” menjelaskan bahwa eksergi merupakan potensi kerja yang dapat dimanfaatkan dari sumber energi yang tersedia. Eksergi juga disebut availability atau available energi (Cengel and Boles, 2015).

Buku karya T.J. Kotas yang berjudul “The Exergy Method of Thermal Plant Analysis” menggolongkan energi menjadi dua, yaitu ordered energy dan disordered energy. Pada buku ini analisis eksergi pada sistem disordered energy lebih banyak dibahas karena adanya keterkaitan nilai eksergi dengan suhu lingkungan (Kotas, 1985).

Kemudian buku karya Ibrahim Dincer yang berjudul “Comprehensive Energy Systems” untuk edisi pertama yang membahas secara mendalam mengenai pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus single flash steam, double flash steam, triple flash steam, dry steam, kalina cycle, dan combined cycle (Ozturk and Dincer, 2018).

Adrian Bejan, George Tsatsaronis, dan Michael Moran dalam bukunya dengan judul “Thermal Design & Optimization” menjelaskan mengenai efisiensi eksergitik dari suatu sistem dapat dihitung sebagai persentase eksergi yang dipasok ke sistem dengan produk yang dihasilkan oleh sistem (Bejan, Tsatsaronis and Moran, 1996).

Jurnal yang berjudul “Preliminary Analysis of Single-Flash Geothermal Power Plant by Using Exergy Method: A Case Study from Ulubelu Geothermal Power Plant in Indonesia” yang ditulis oleh Alimuddin, Armansyah H. Tambunan, Machfud, dan Andi Novianto telah meneliti mengenai sistem PLTP siklus single flash steam yang berlokasi di Ulubelu dengan menghitung nilai eksergi pada setiap keadaan dan menghitung nilai destruksi eksergi di seluruh komponen sistem yang terdiri atas separator, demister, turbin, kondensor, dan cooling tower (Alimuddin et al., 2018).

Penelitian oleh Ir. Dyos Santoso, M.T dan Randy Maulana Yusuf, S.T berjudul “Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) UBP Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat” menerapkan metode analisis eksergi untuk

mengkaji performansi sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus single flash steam di Kamojang, Jawa Barat. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan destruksi eksergi pada masing–masing subsistem, didapati bahwa destruksi eksergi terbesar terjadi pada turbin uap (Santoso and Yusuf, 2012).

Jurnal karya Mehmet Kanoglu dan Ali Bolatturk dalam jurnalnya yang Berjudul “Performance and Parametric Investigation of a Kalina Geothermal Power Plant by Exergy” telah melakukan penelitian dengan menerapkan analisis eksergi untuk mengetahui performansi sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus kalina. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan destruksi eksergi dan efisiensi eksergi pada masing– masing subsistem, didapati bahwa destruksi eksergi dan efisiensi eksergi terkecil terjadi pada pompa dan kondensor (Kanoglu and Bolatturk, 2008).

Behnam Radmehr, Sajjad Radmehr, Khosrow Bakhtari dan Hooman Farzaneh telah melakukan penelitian mengenai peningkatan sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus single flash steam menjadi siklus kombinasi single flash-kalina yang berlokasi di Meshkinshahr, Iran. Didapati dengan memanfaatkan brine untuk memanaskan fluida ORC, performansi yang dihasilkan semakin tinggi. Penelitian ini diterbitkan dalam sebuah jurnal yang berjudul “Thermodynamic Modeling and Exergy Analysis of a Heat Recovery System in Meshkinshahr Geothermal Power Plant, Iran” (Radmehr et al., 2010).

Mortaza Yari dalam jurnalnya yang berjudul “Exergetic Analysis of Various Types of Geothermal Power Plants” telah melakukan penelitian dengan menerapkan analisis eksergi untuk mengetahui performansi dari beberapa model sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus kalina. Penelitian dilakukan untuk membandingkan daya netto dari beberapa model pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan siklus kalina, didapati bahwa siklus kalina dengan jenis simple ORC memiliki daya netto terbesar (Yari, 2010).

Penelitian oleh Eda Didem Yildirim dan Gulden Gokcen berjudul “Exergy analysis and performance evaluation of Kizildere Geothermal Power Plant, Turkey” menerapkan metode analisis eksergi untuk mengkaji performansi sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus single flash steam di Kizildere, Turki. Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi performansi sistem, didapati nilai eksergi yang masuk ke dalam sistem adalah 53586 kW dan yang dikonversikan untuk menghasilkan energi listrik hanya sebesar 27,2% dari nilai eksergi yang masuk ke sistem (Yildirim and Gokcen, 2004).

Daril Ridho Zuchrillah, Renanto Handogo, dan Juwari telah melakukan penelitian mengenai peningkatan sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus single flash steam menggunakan beberapa cara, yaitu double flash, combined kalina cycle, dan dual kalina cycle. Didapati pada combined kalina cycle menghasilkan daya listrik dan efisiensi yang paling tinggi. Penelitian ini diterbitkan dalam sebuah jurnal yang berjudul “Pemilihan Teknologi Proses Geothermal Secara Teknis pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi di Indonesia” (Zuchrillah, Handogo and Juwari, 2017).

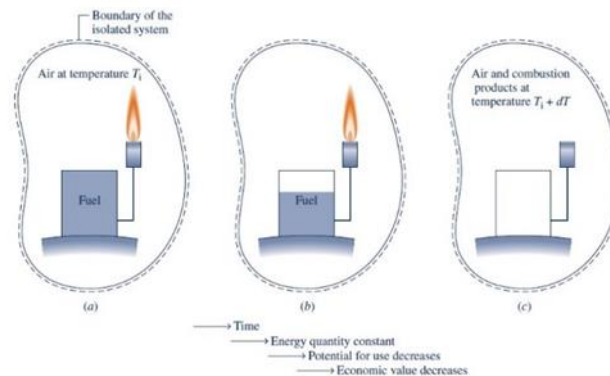
B. Konsep Eksergi

Eksergi adalah energi yang dapat dimanfaatkan (available energy) atau jumlah kerja maksimum yang dihasilkan oleh suatu energi yang diperoleh dari hasil kesetimbangan dengan lingkungan. Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa energi bersifat kekal, tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Hukum I Termodinamika membahas energi dalam segi kuantitas sedangkan Hukum II Termodinamika membahas

energi dalam segi kualitas. Analisis eksergi mengikuti Hukum I dan II Termodinamika sehingga dapat terjadinya penurunan kualitas dimana ia berada dalam keseimbangan penuh dengan sekitarnya (dead state) dan tidak dapat dimanfaatkan lagi. Penurunan kualitas tersebut berupa pemusnahan eksergi atau irreversibility. Oleh karena itu, Konsep eksergi secara eksplisit memperlihatkan kualitas suatu energi.

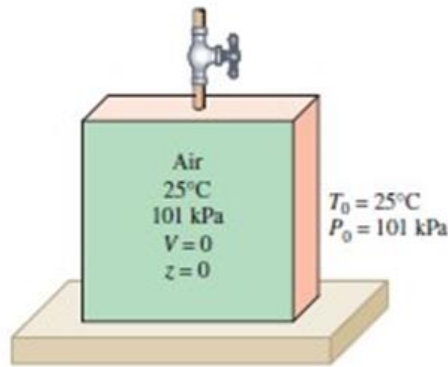
Salah satu kegunaan utama dari konsep eksergi adalah keseimbangan eksergi dalam analisis sistem termal. Keseimbangan eksergi (analisis eksergi) dapat dipandang sebagai pernyataan hukum energi degradasi. Analisis eksergi berguna dalam mengidentifikasi penyebab, lokasi, dan besaran inefisiensi proses. Identifikasi dan kualifikasi kerugian ini memungkinkan untuk evaluasi dan perbaikan desain sistem termal.

Sebuah sistem terisolasi dimana di dalamnya terdapat bahan bakar dan api dengan nilai temperatur lingkungan tertentu. Berdasarkan hukum termodinamika pertama, dalam sistem terisolasi tersebut tidak ada energi yang musnah ataupun tercipta. Energi dalam sistem tersebut hanya berubah bentuk dari energi kimia bahan bakar menjadi energi kalor di sekeliling bahan bakar dan api. Namun seiring dengan berjalannya waktu, kualitas dari energi tersebut berkurang karena energi kalor dalam sistem tersebut sulit atau tidak bisa dirubah bentuknya untuk dimanfaatkan berbeda dengan bahan bakar yang mudah dirubah bentuknya. Dengan kata lain, kualitas energi atau eksergi dalam sistem tersebut berkurang seiring dengan berkurangnya bahan bakar akibat pembakaran yang dilakukan. Eksergi akan habis sampai kondisi dalam sistem tersebut mencapai suatu titik kesetimbangan (dead state).



Gambar 2. Konsep eksergi (*Moran et al., 2014*)

Ketika sistem dan lingkungan berada pada kesetimbangan (dead state), tidak ada perubahan state pada sistem secara mendadak yang bisa terjadi dan dengan demikian tidak ada kerja yang dilakukan. Khususnya, sebuah sistem pada dead state secara termal dan mekanikal setimbang dengan lingkungan pada T_0 dan P_0 . Syarat tambahan dead state adalah kecepatan dari fluida sistem tertutup atau arus fluida adalah nol dan energi potensial juga nol. Pembatasan temperatur, tekanan, kecepatan, dan karakter ketinggian adalah sebuah pembatasan dead state yang berhubungan dengan kesetimbangan termomekanikal dengan atmosfer. Seperti pada Gambar 2.2 terdapat sistem yang memiliki temperatur dan tekanan sama dengan lingkungan serta memiliki kecepatan dan ketinggian sebesar nol sehingga dapat dikatakan sistem dan lingkungan sudah berada pada kesetimbangan (dead state).



Gambar 3. Sistem dalam keadaan dead state (Cengel and Boles, 2015)

Eksergi yang Berkaitan dengan Kerja

Kerja ekuivalen dari suatu bentuk energi adalah ukuran dari ekserginya. Dengan begitu, perpindahan eksergi dapat ditentukan besar dan arahnya dengan perpindahan kerja yang sesuai. Simbol yang digunakan adalah (\dot{W}) untuk perpindahan laju kerja atau daya, dan yang berkaitan dengan laju perpindahan eksergi. Laju eksergi yang berkaitan dengan kerja dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut :

$$\dot{E}_w = \dot{W} \quad (1)$$

Eksergi yang Berkaitan dengan Perpindahan Kalor

Potensi kerja dari energi yang ditransfer dari sumber panas dengan temperatur T adalah kerja maksimum yang dapat diperoleh sampai sumber energi tersebut mempunyai temperatur yang sama dengan lingkungannya T_0 dan kerja maksimum ini sama dengan kerja yang dihasilkan oleh mesin Carnot yang berkerja pada sumber panas dan lingkungannya.

Tidak semua energi panas yang ada pada suatu sumber panas dapat diubah seluruhnya menjadi kerja, karena sebagian energi panas dibuang ke lingkungannya. Sehingga kerja yang dapat dimanfaatkan (eksergi) pada sebuah sumber energi dengan temperatur T serta temperatur lingkungannya T_0 adalah sebagai berikut :

$$\dot{W}_{max} = \dot{E}_q = \dot{Q}\tau \quad (2)$$

$$\tau = 1 - \frac{T_0}{T} \quad (3)$$

Eksergi yang Berkaitan dengan Perpindahan Massa

Massa memiliki eksergi, seperti massa memiliki energi dan entropi, sebaliknya kuantitas eksergi, energi dan entropi dari suatu sistem sebanding (*proportional*) dengan massanya. Aliran massa adalah suatu mekanisme (*transport*) eksergi, energi, dan entropi dari atau ke suatu sistem. Komponen eksergi yang berkaitan dengan perpindahan massa adalah sebagai berikut :

$$E = E^{PH} + E^{KN} + E^{PT} + E^{CH} \quad (4)$$

Dimana E^{PH} adalah eksergi fisik, E^{KN} adalah eksergi kinetik, E^{PT} adalah eksergi potensial, dan E^{CH} adalah eksergi kimia.

Eksergi Kinetik dan Potensial

Energi kinetik dan potensial dapat dikonversi secara menyeluruh menjadi kerja atau dapat dimanfaatkan seluruhnya. Energi kinetik dan potensial merupakan bagian dari *ordered energy*. Besarnya spesifik eksergi kinetik dan potensial dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut :

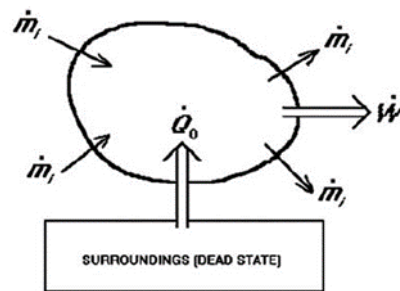
$$e^{KN} = \frac{1}{2} v^2 \quad (5)$$

$$e^{PT} = gz \quad (6)$$

Dimana v adalah kecepatan, g adalah percepatan gravitasi, dan z adalah ketinggian.

C. Eksergi Fisik

Eksergi fisik merupakan jumlah kerja maksimum yang dapat diperoleh ketika aliran zat dibawa dari keadaan awalnya ke keadaan lingkungan, dengan proses fisik yang hanya melibatkan interaksi termal dengan lingkungan. Eksergi merupakan kombinasi dari hukum pertama dan kedua termodinamika, maka dari itu persamaan eksergi fisik bisa didapat berdasarkan persamaan energi dan entropi. Sebagai contoh, terdapat sistem seperti pada Gambar 2.3 yang memiliki massa masuk dan keluar \dot{m} . Diasumsikan perubahan energi kinetik dan potensial diabaikan. Interaksi yang terjadi dengan aliran pada proses ini hanya perpindahan kalor dengan lingkungan \dot{Q}_0 .



Gambar 4. Eksergi fisik (Dipippo, 2012)

Persamaan energi :

$$\dot{Q}_0 - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (7)$$

Persamaan entropi :

$$-\dot{m}(s_1 - s_2) - \frac{\dot{Q}_0}{T_0} = 0 \quad (8)$$

Substitusi persamaan (2.8) ke persamaan (2.7), sehingga didapatkan :

$$\dot{W} = \dot{m}[h_1 - h_2 - T_0(s_1 - s_2)] \quad (9)$$

Ditetapkan bahwa keadaan keluar sistem (2) identik dengan keadaan *dead state* (0), maka didapatkan daya keluaran maksimum :

$$\dot{W}_{max} = \dot{m}[h_1 - h_0 - T_0(s_1 - s_0)] \quad (10)$$

Keluaran daya maksimum ini dinamakan laju eksergi, dengan demikian kesetimbangan laju eksergi fisik adalah :

$$\dot{E}_{ph} = \dot{m}[h_1 - h_0 - T_0(s_1 - s_0)] \quad (11)$$

Laju eksergi merupakan perkalian antara laju aliran massa dengan eksergi spesifik, oleh karena itu eksergi fisik spesifik memiliki persamaan :

$$e_{ph} = [h_1 - h_0 - T_0(s_1 - s_0)] \quad (12)$$

Destruksi Eksergi

Ireversibilitas seperti gesekan, *heat transfer*, ekspansi selalu mengakibatkan terjadinya pembangkitan entropi (*generate entropy*) dan apapun yang mengakibatkan terbentuknya entropi selalu diikuti oleh destruksi eksergi. Besarnya destruksi eksergi dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut :

$$E_d = T_0 S_{Gen} \quad (13)$$

Kesetimbangan Eksergi Pada Volume Kendali

Pada volume kendali terdapat tiga macam transfer eksergi yang dapat melintasi *boundaries* :

- 1 Perpindahan eksergi dalam bentuk kalor
- 2 Perpindahan eksergi dalam bentuk kerja
- 3 Perpindahan eksergi yang berkaitan dengan perpindahan massa

Secara umum kesetimbangan laju eksergi pada volume kendali, seperti gambar dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sum \dot{E}_{m,in} + \sum \dot{E}_{q,in} + \sum \dot{E}_{w,in} = \sum \dot{E}_{m,out} + \sum \dot{E}_{q,out} + \sum \dot{E}_{w,out} + \dot{E}_D \quad (14)$$

D. Efisiensi Hukum Kedua

Pada hukum pertama dan kedua termodinamika, efisiensi berbeda satu sama lainnya. Hukum pertama berdasarkan pada prinsip kekekalan. Disisi lain entropi dan eksergi dari pandangan hukum kedua adalah sifat yang tidak kekal. Dengan kehadiran *irreversibility*, entropi dihasilkan dan eksergi dimusnahkan. Oleh karena itu, efisiensi energi seringkali menyesatkan karena tidak selalu memberikan ukuran seberapa mendekati kinerja suatu sistem terhadap idealitas. Kerugian termodinamika yang terjadi dalam suatu sistem seringkali tidak secara akurat diidentifikasi dan dinilai dengan analisis energi sehingga efisiensi lebih berarti dievaluasi dengan analisis eksergi daripada analisis energi. Besarnya efisiensi hukum kedua termodinamika (efisiensi eksergi) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\varepsilon = \frac{\dot{E}_P}{\dot{E}_F} = 1 - \frac{\dot{E}_D + \dot{E}_L}{\dot{E}_F} \quad (15)$$

Dimana \dot{E}_P adalah laju eksergi produk, \dot{E}_F adalah laju eksergi bahan bakar, \dot{E}_D adalah laju destruksi eksergi, dan \dot{E}_L adalah laju kerugian eksergi.

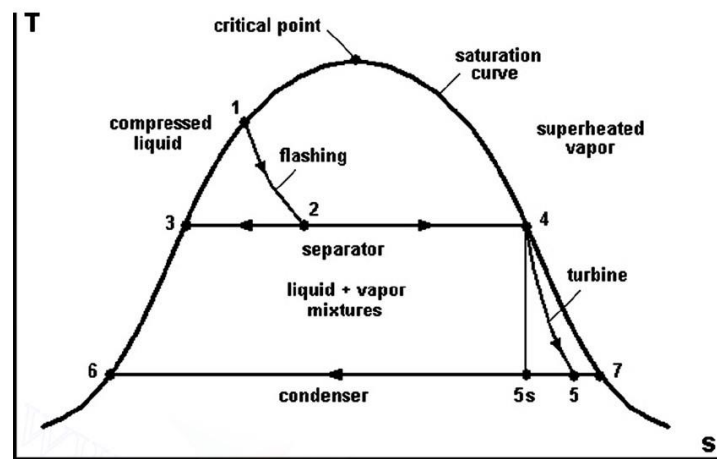
Rasio Laju Destruksi Eksergi Terhadap Laju Eksergi Bahan Bakar

Laju destruksi eksergi di dalam sebuah komponen sistem dapat dibandingkan dengan laju eksergi bahan bakar yang diberikan ke seluruh sistem (y_D) menggunakan persamaan berikut :

$$y_D = \frac{\dot{E}_D}{\dot{E}_F} \quad (16)$$

Baumann Rule

Pada sistem PLTP, turbin umumnya beroperasi pada *wet region*. Efisiensi isentropik turbin dipengaruhi oleh kelembaban yang ada selama proses ekspansi, semakin tinggi kelembaban maka semakin rendah efisiensinya. Efek ini dapat diukur dengan menggunakan *Baumann rule* yang mengatakan bahwa 1% kelembaban rata-rata menyebabkan sekitar 1% penurunan efisiensi turbin. Berikut persamaan dari *baumann rule* :



Gambar 5. Diagram T-s PLTP single flash steam (Dipippo, 2012)

Berdasarkan Gambar 2.4, kualitas pada keluaran turbin (5) tergantung pada efisiensi turbin. Keadaan 5 ditentukan menggunakan efisiensi turbin dan sifat fluida pada keadaan keluaran turbin yang ideal (5s), yang dihitung berdasarkan tekanan yang diketahui dan nilai entropi pada keadaan 5s. Keluaran yang ideal untuk entalpi menggunakan persamaan berikut :

$$h_{5s} = h_6 + (h_7 - h_6) x \left(\frac{s_4 - s_6}{s_7 - s_6} \right) \quad (17)$$

Berikut persamaan untuk entalpi pada keadaan keluaran turbin yang sebenarnya :

$$h_5 = \frac{h_4 - A \left(1 - \frac{h_6}{h_7 - h_6} \right)}{1 + \frac{A}{h_7 - h_6}} \quad (18)$$

Dimana faktor A adalah sebagai berikut :

$$A = 0,425(h_4 - h_{5s}) \quad (19)$$

E. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Pembangkit listrik tenaga panas bumi merupakan pembangkit listrik yang menggunakan fluida dari inti bumi sebagai energi penggerakannya. Energi panas bumi merupakan energi dari fluida yang memiliki suhu dan tekanan tinggi. Cara memanfaatkan energi panas bumi untuk digunakan dalam sistem pembangkit listrik dilakukan secara tidak langsung. Pemanfaatan tidak langsung panas bumi adalah kegiatan pemanfaatan panas bumi melalui proses konversi energi. Untuk menghasilkan energi listrik tersebut melalui tiga tahap, yaitu eksplorasi, eksploitasi, dan pemanfaatan.

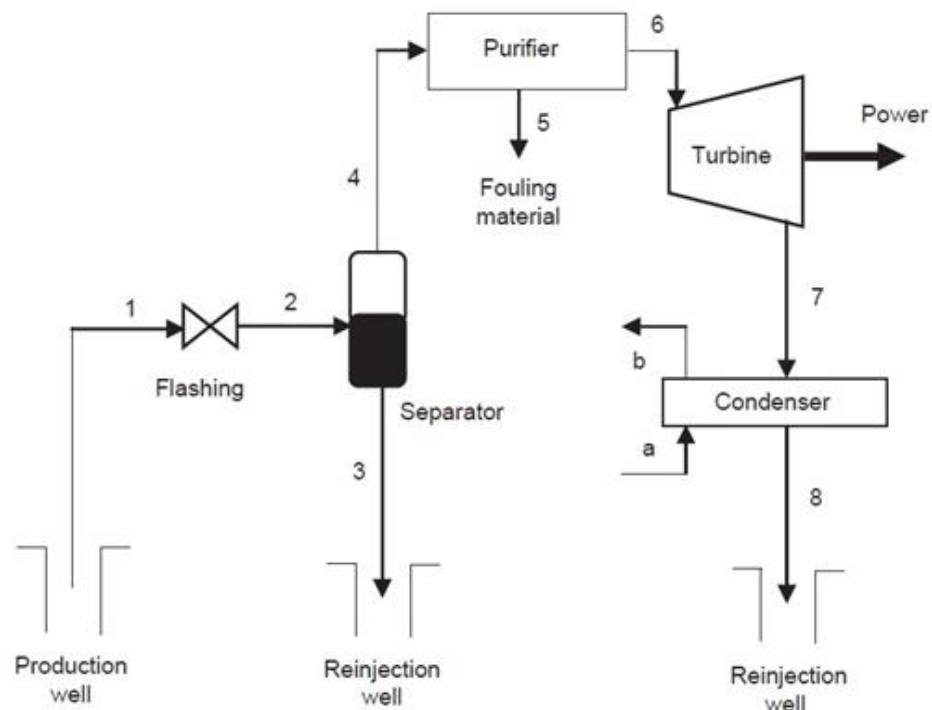
Sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi memiliki kesamaan prinsip kerja dengan sistem pembangkit listrik tenaga uap, namun pada pembangkit listrik tenaga panas bumi fluida kerja yang berupa uap dihasilkan oleh reservoir panas bumi bukan *boiler*. Terdapat beberapa jenis siklus pada pembangkit listrik tenaga panas bumi, yaitu *single flash steam*, *double flash steam*, *triple flash steam*, *dry steam*, siklus *kalina*, dan siklus kombinasi *single flash-kalina*. Jika fluida di kepala sumur berupa uap, dapat diproses menggunakan siklus *dry steam*. Jika fluida di kepala sumur berupa fluida dua fasa dapat diproses menggunakan siklus *flash steam*. Jika fluida di kepala sumur mempunyai temperatur sedang, dapat diproses menggunakan siklus *kalina*.

Single Flash Steam Power Plant

Single flash steam merupakan siklus yang paling sederhana dan paling banyak digunakan di pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia. Pembangkit listrik panas

bumi jenis ini biasa digunakan pada sumber panas bumi yang didominasi oleh fasa cair. Pembangkit listrik tenaga panas bumi jenis *single flash steam* memiliki beberapa komponen utama, yaitu *production well*, separator, purifier, turbin, kondensor, dan *reinjection well*.

Fluida yang berasal dari *production well* mengalami proses *flashing* secara isentalpik sehingga fasanya menjadi fasa campuran uap dan cair. Hal ini terjadi sebagai akibat dari penurunan tekanan fluida panas bumi menjadi dibawah tekanan saturasinya. Kemudian fluida dengan fasa campuran uap dan cair tersebut dipisahkan pada separator menjadi fasa uap jenuh dan cair jenuh. Hasil pemisahan tersebut yang memiliki fasa cair jenuh disebut *brine*. *Brine* akan diinjeksikan kembali ke dalam *reinjection well*, sedangkan uap akan diteruskan ke purifier (demister) untuk memisahkan *moisture* yang terkandung dalam uap sehingga uap yang masuk ke dalam turbin berupa uap kering. Selanjutnya uap diteruskan ke turbin yang sudah dikopel dengan generator untuk diekspansikan dan menghasilkan energi listrik. Setelah itu, fluida yang keluar dari turbin dikondensasikan didalam kondensor untuk diinjeksikan kembali ke dalam *reinjection well*.

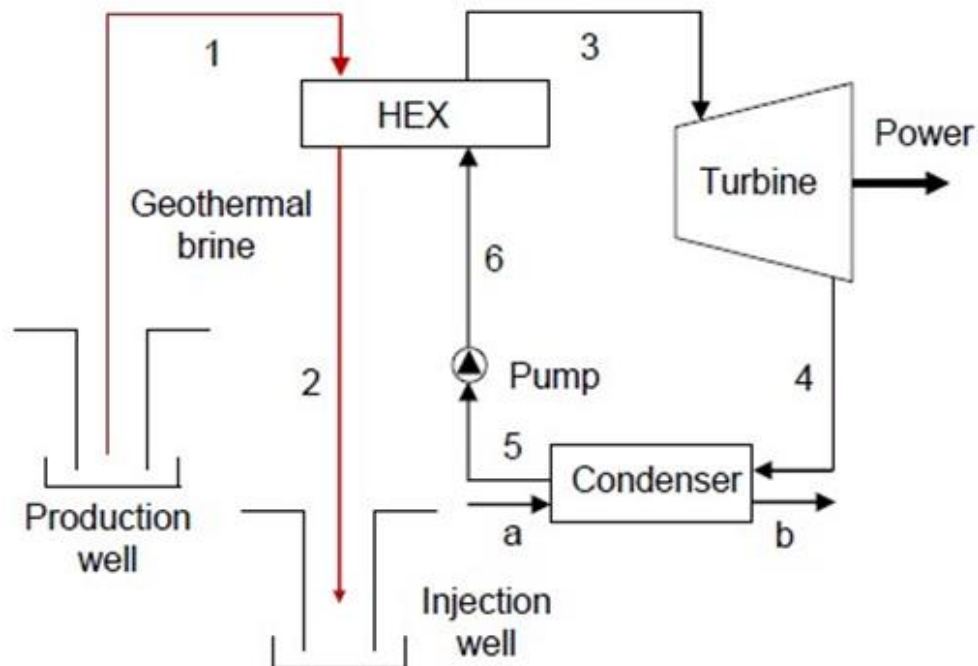


Gambar 6. Skematik PLTP *single flash steam* (Ozturk and Dincer, 2018)

Kalina Cycle Power Plant

Pembangkit listrik tenaga panas bumi jenis *kalina cycle* memiliki beberapa komponen utama, yaitu *production well*, *heat exchanger*, pompa, turbin, kondensor, dan *reinjection well*. *Kalina cycle power plant* merupakan pembangkit listrik yang menggunakan fluida yang berasal dari *production well* sebagai pemanas fluida sekunder. Fluida sekunder mempunyai titik didih yang lebih rendah dibandingkan fluida yang berasal dari *production well* sehingga fluida sekunder dapat membentuk uap bila dipanaskan dengan fluida yang berasal dari *production well*, lalu diteruskan ke turbin yang sudah dikopel dengan generator untuk diekspansikan dan menghasilkan energi listrik. Keluar dari turbin, fluida diteruskan ke kondensor untuk dikondensasi menjadi

fase cair jenuh untuk dipanaskan kembali dengan fluida yang berasal dari *production well* dan seterusnya. Pada siklus ini fluida yang berasal dari *production well* tidak diambil massanya namun hanya diekstraksi panasnya untuk memanaskan fluida sekunder pada *heat exchanger* setelah itu fluida panas bumi diinjeksikan kembali ke dalam *reinjection well*. Siklus ini merupakan siklus tertutup karena tidak ada gas buang ke atmosfer.

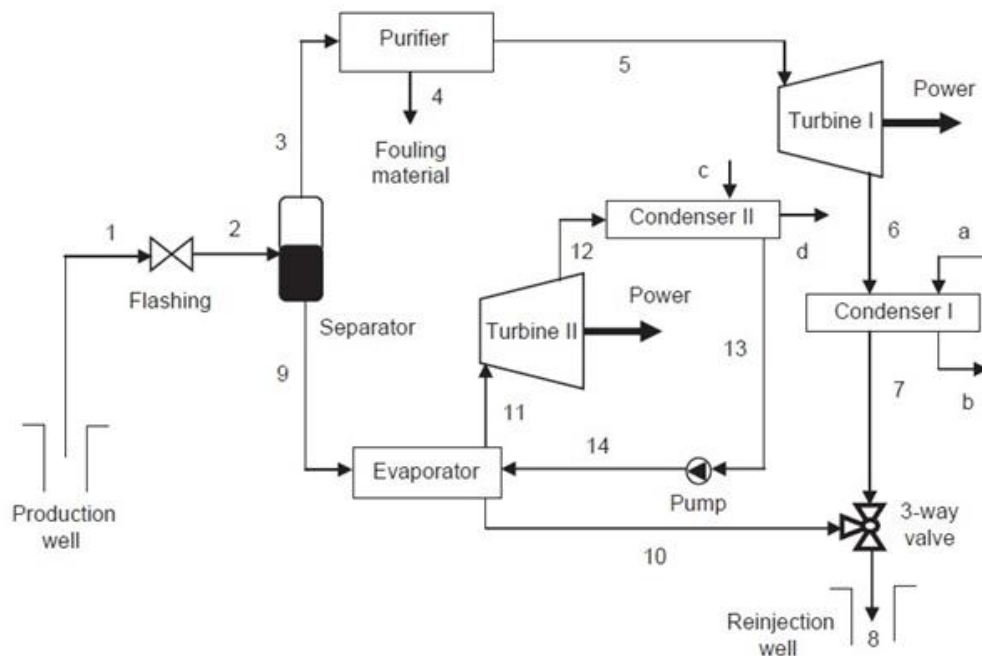


Gambar 7. Skematik PLTP kalina cycle (Ozturk and Dincer, 2018)

Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina Power Plant

Siklus kombinasi *single flash-kalina* merupakan gabungan antara siklus *single flash steam* dan siklus *kalina*. Performansi siklus ini lebih besar dibandingkan dengan *single flash steam* karena memanfaatkan *brine* hasil pemisahan dari separator untuk memanaskan fluida ORC pada siklus *kalina*.

Fluida yang berasal dari *production well* mengalami proses *flashing* secara isentalpik kemudian dialirkan ke dalam separator. Separator berfungsi untuk memisahkan fluida dua fasa menjadi uap jenuh dan cair jenuh. Hasil pemisahan tersebut yang memiliki fasa cair jenuh disebut *brine*. Uap akan diteruskan ke purifier (demister) untuk memisahkan *moisture* yang terkandung dalam uap sehingga uap yang masuk ke dalam turbin berupa uap kering. Selanjutnya uap diteruskan ke turbin yang sudah dikopel dengan generator untuk diekspansikan dan menghasilkan energi listrik. Setelah itu, fluida yang keluar dari turbin dikondensasikan di dalam kondensor untuk diinjeksikan kembali ke dalam *reinjection well*. *Brine* hasil pemisahan pada separator digunakan untuk memanaskan Fluida ORC pada evaporator kemudian terbentuk fasa uap lalu diteruskan ke turbin yang sudah dikopel dengan generator untuk diekspansikan dan menghasilkan energi listrik. Keluar dari turbin, fluida diteruskan ke kondensor untuk dikondensasi menjadi fase cair jenuh untuk dipanaskan kembali dengan *brine* dan seterusnya.



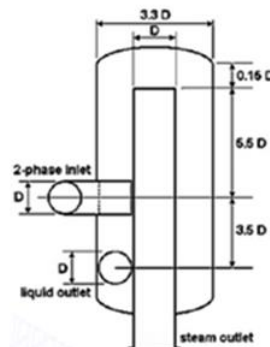
Gambar 8. Skematik PLTP siklus kombinasi *single flash-kalina* (Ozturk and Dincer, 2018)

F. Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Pembangkit listrik tenaga panas bumi pada umumnya memiliki komponen utama, yaitu separator, demister, turbin uap, pompa dan kondensor.

Separator

Separator berfungsi untuk memisahkan fluida menjadi *liquid* dan *steam* dengan cara menurunkan tekanan secara isentalpik. Pada umumnya sumur panas bumi memiliki fluida dengan fasa campuran uap dan cair sementara yang dibutuhkan untuk memutar sudu turbin uap pada pembangkit listrik tenaga panas bumi yaitu fasa uap sehingga dibutuhkan separator untuk memisahkan fluida 2 fasa ini. Pada umumnya jenis separator yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah *cyclone separator*.

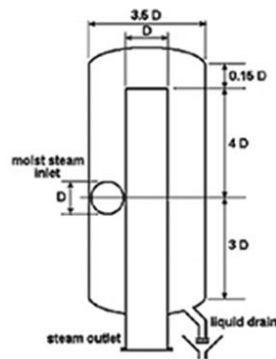


Gambar 9 Separator (Dipippo, 2012)

Demister

Demister berfungsi untuk memisahkan *moisture* yang terkandung dalam uap hasil dari separator sehingga uap yang masuk ke dalam turbin berupa uap kering. Pada

umumnya jenis demister yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah *cyclone demister*.



Gambar 10 Demister (Dipippo, 2012)

Turbin Uap

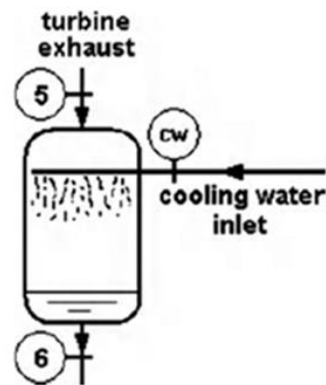
Pada turbin uap sebagian energi potensial terkonversi menjadi energi kinetik pada *nozzle*, kemudian uap yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu pengarah kecepatan aliran uap berubah sehingga terjadi perubahan momentum yang menghasilkan energi mekanik berupa gerakan poros turbin. Apabila turbin sudah dikopel dengan generator maka energi mekanik tersebut terkonversi menjadi energi listrik.

Pompa

Pada pompa terjadi proses kompresi sehingga tekanan yang masuk pompa lebih rendah dibandingkan tekanan yang keluar pompa. Kerja disuplai ke perangkat ini dari sumber eksternal melalui poros yang berputar. Oleh karena itu, pompa melibatkan input kerja. Pompa mampu mengompresi fluida ke tekanan yang sangat tinggi.

Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan fluida. uap masuk melewati sisi atas kondensor dan secara bersamaan *cooling water* yang diinjeksikan melalui *spray nozzle* masuk ke dalam kondensor sehingga uap mengalami proses kondensasi akibat penyerapan kalor oleh *cooling water*. Hasil dari proses kondensasi ini disebut kondensat. Terdapat dua jenis kondensor, yaitu *direct contact condenser* dan *surface condenser*. Pada *direct contact condenser*, proses kondensasi fluida terjadi secara kontak langsung, yaitu uap masuk ke kondensor dan langsung bersentuhan dengan air pendingin dari *cooling tower*. Sedangkan proses kondensasi pada *surface condenser*, uap tidak bersentuhan langsung dengan air pendingin dari *cooling tower* melainkan melalui alat penukar kalor.



Gambar 11 Kondensor kontak langsung (Dipippo, 2012)

G. Pemilihan Fluida Kerja

Fluida kerja pada siklus kalina nantinya akan dipanaskan oleh brine dari separator sehingga pemilihan fluida kerja pada siklus kalina memiliki peranan yang sangat penting terhadap performansi sistem. Ada banyak pilihan fluida untuk dijadikan fluida kerja pada siklus kalina. Meskipun demikian, sifat termodinamika, faktor keamanan, faktor kesehatan, serta faktor lingkungan harus dipertimbangkan dalam memilih fluida sebagai fluida kerja dalam siklus kalina.

Ozone depletion potential (ODP) dan Global warming potential (GWP) merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam memilih fluida kerja dalam siklus kalina karena jika semakin tinggi nilai ozone depletion potential (ODP) dan global warming potential (GWP) maka dampak terhadap lingkungan juga semakin buruk dan sebaliknya. Sifat-sifat seperti toxicity, flammability, dan corrosiveness dalam memilih fluida kerja dalam siklus kalina juga harus diperhatikan. Fluida kerja dalam siklus kalina diharapkan memiliki titik didih yang rendah, sehingga dapat menguap pada temperatur rendah. Untuk sumber energi dari waste brine PLTP, dianjurkan menerapkan ORC subkritik dengan fluida kerja optimal butana (Tandian and Muntaha, 2014).

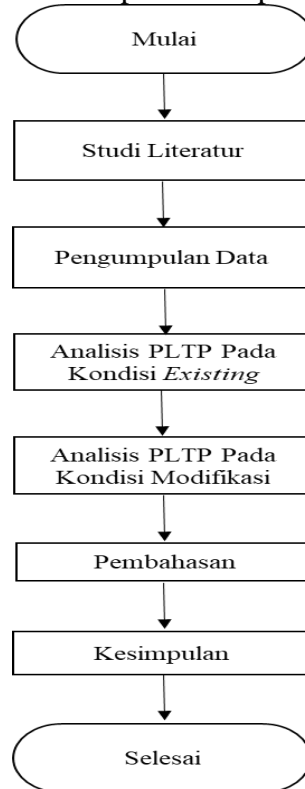
Tabel 1 Properti termodinamika lingkungan, keamanan, dan kesehatan fluida kerja (Javanshir, Sarunac and Razzaghpahanah, 2017)

	Fluid	Molar Mass (kg/kmol)	T_{cr} (°C)	P_{cr} (MPa)	Type	GWP	ODP	Toxicity	Flammability	Corrosiveness
1	Butane	58.122	151.9	3.79	Dry	3	0	NO	YES	NO
2	Iso-butane	58.122	134.6	3.62	Dry	3	0	NO	YES	NO
3	Ammonia	17.03	132.2	11.33	Wet	0	0	YES	NO	YES
4	R11	137.37	197.9	4.40	Isentropic	4000	1	NO	NO	NO
5	R141b	116.95	204.3	4.21	Isentropic	600	0.11	YES	NO	NO
6	R152a	66.051	113.2	4.51	Wet	140	0	NO	YES	NO
7	R142b	100.5	137.1	4.05	Isentropic	1800	0.065	YES	YES	NO
8	R134a	102.03	101.0	4.05	Wet	1300	0	NO	NO	NO
9	Ethanol	46.068	240.7	6.14	Wet	n.a.	n.a.	NO	YES	NO
10	R113	187.38	214.0	3.39	Dry	6130	1	NO	NO	NO
11	Iso-pentane	72.149	187.2	3.37	Dry	5	0	YES	YES	NO
12	R114	170.92	145.6	3.25	Dry	10.04	1	NO	NO	NO

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

Penulis akan melakukan penelitian ini dengan terlebih dahulu melakukan studi literatur untuk menunjang pengetahuan terkait penelitian yang akan dilakukan, adapun tahapan selanjutnya dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 12. Diagram Alir

B. Pengumpulan Data

Untuk melakukan analisis dan pengolahan data penulis memerlukan data antara lain:

1. Data Heat and mass balace diagram pada pembangkit listrik tenaga panas bumi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1 pada kondisi desain.
2. Data spesifikasi subsistem pada pembangkit listrik tenaga panas bumi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1.
3. Diagram alir sistem pada pembangkit listrik tenaga panas bumi PT. Pertamina Geothermal Energy Area Rantau Dedap Unit 1.

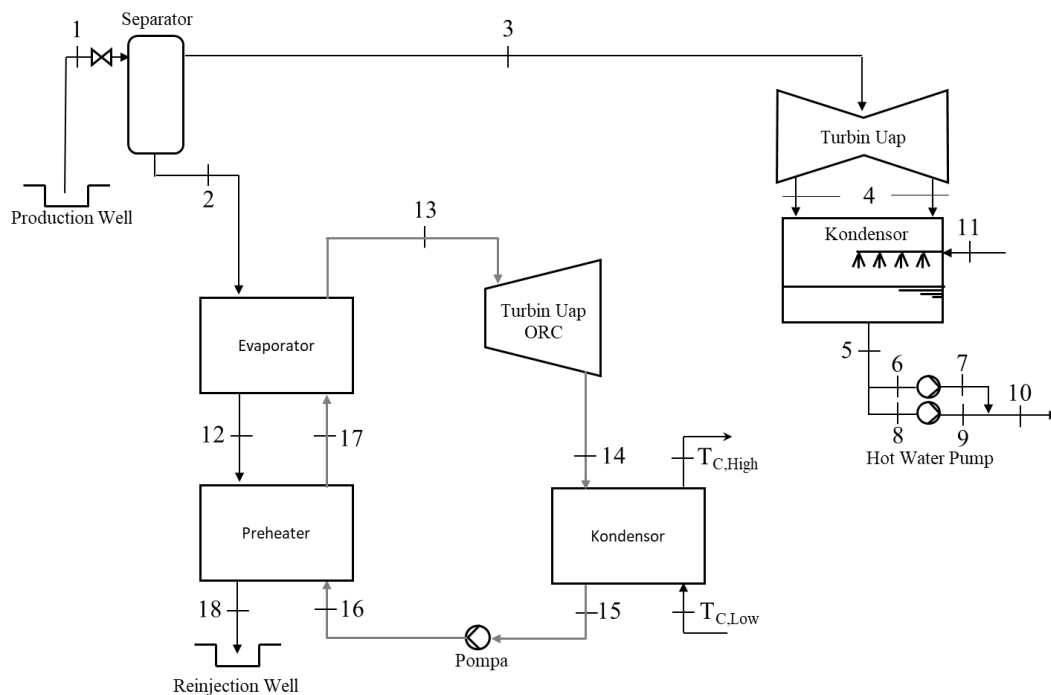
Analisis PLTP Pada Kondisi Existing

Setelah melakukan pengumpulan data, penulis melakukan pengolahan data dengan menggunakan analisis eksergi terhadap sistem PLTP pada kondisi existing, yaitu single flash steam. Data–data tersebut diolah untuk mendapatkan besarnya eksergi pada

setiap state, destruksi eksergi pada setiap komponen, rasio destruksi eksergi terhadap eksergi bahan bakar, daya netto sistem, dan efisiensi eksergi sistem.

C. Analisis PLTP Pada Kondisi Modifikasi

Pada tahapan ini penulis melakukan modifikasi dengan mengaplikasikannya siklus kombinasi single flash-kalina pada sistem PLTP dengan menggunakan butana sebagai fluida ORC seperti pada Gambar 4.2. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan analisis eksergi untuk mendapatkan besarnya eksergi pada setiap state, destruksi eksergi pada setiap komponen, rasio destruksi eksergi terhadap eksergi bahan bakar, daya netto sistem, dan efisiensi eksergi sistem.



Gambar 13. Skema sistem PLTP pada kondisi modifikasi

Asumsi

Untuk mempermudah perhitungan penulis mengambil beberapa asumsi yang digunakan pada penelitian ini :

- 1 Kondisi sistem dalam keadaan *steady*
- 2 Penurunan tekanan pada alat penukar kalor diabaikan
- 3 Perubahan energi kinetik dan potensial diabaikan
- 4 Sifat termodinamika *geofluid* memenuhi sifat termodinamika air
- 5 Kondisi lingkungan pada keadaan tekanan 1 atm serta temperatur 21°C
- 6 *Pinch Temperature* alat penukar kalor pada siklus *kalina* adalah sebesar 10°C

Pembahasan

Setelah melakukan analisis pada kondisi existing dan modifikasi, penulis melakukan pembahasan yang akan mengkomparasi performansi yang dihasilkan pada kedua sistem tersebut dengan harapan adanya peningkatan performansi pada sistem yang telah dimodifikasi. Parameter performansi pada penelitian ini adalah daya netto sistem, rasio total destruksi eksergi dan kerugian eksergi terhadap eksergi bahan bakar, dan efisiensi eksergi sistem.

D. Tim Penelitian dan Tahapan Pelaksanaan

Pembagian tugas dalam tim diperlukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rencana. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan pekerjaan dari masing-masing anggota tim.

Tabel 1. Pembagian Tugas Tim

No.	Nama Anggota Tim	Deskripsi Pekerjaan
1.	Ir. Dyos Santoso, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengkoordinir pembagian tugas tim b. Melakukan pendampingan terhadap proses pengambilan data b. Membuat proposal dan laporan akhir kegiatan
2.	M Ihsan Riady, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> a. Melakukan pendampingan terhadap proses pengambilan data b. Membuat proposal dan laporan akhir kegiatan
3.	Oktaviani, S.P., M.Si	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyiapkan jadwal pengambilan data, dan pelaksanaan kegiatan b. Melakukan pendampingan terhadap proses pengambilan data
4.	M Adam Wildan	<ul style="list-style-type: none"> a. Melakukan pengambilan data b. Melakukan pengolahan data c. Mempersiapkan keperluan teknik di lapangan
5.	Riyos Dinanto	<ul style="list-style-type: none"> a. Melakukan pengambilan data b. Melakukan pengolahan data c. Mempersiapkan keperluan teknik di lapangan

Penelitian akan dilaksanakan selama 1 tahun atau 12 bulan terhitung dari bulan Desember 2023 hingga November 2024. Pada 2 bulan pertama akan dilakukan studi literatur untuk memperkuat penelitian, lalu mulai dari bulan ke 3 hingga 10 akan dilaksanakan penelitian. Pengolahan data hingga penyusunan artikel akan dilakukan pada 3 bulan terakhir. Tahapan pelaksanaan untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

No	Aktivitas	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pmbuatan Proposal	■	■										
2.	Studi Literatur		■	■									
3.	Perizinan dan Survey Lapangan			■	■								
4.	Pengumpulan Data					■	■	■					
5.	Pengolahan Data						■	■	■				
6.	Pembahasan dan Pelaporan								■	■	■	■	
7.	Publikasi								■	■	■	■	■

LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Penelitian ini akan berlanjut untuk penelitian lebih mendalam di tahun-tahun mendatang seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pada tahun ini, Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) yang diusung adalah TKT 3 yaitu pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis, eksperimental, dan simulasi. Setelah selesai satu tahun penelitian ini, luaran dan pencapaian target adalah artikel yang diunggah pada Jurnal Nasional Terakreditasi Sinta 3 dan laporan penelitian mahasiswa bersangkutan sebagai luaran wajib serta artikel di jurnal lainnya sebagai luaran tambahan. Luaran-luaran yang akan dicapai pada penelitian ini terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luaran Penelitian Sains Teknologi dan Seni

No.	Jenis Luaran		Indikator Capaian	
			TS*	TS+1
1	Skripsi/Laporan Penelitian (luaran wajib)	Laporan Penelitian dari mahasiswa bimbingan yang terlibat dalam riset tersebut	√	
2	Publikasi karya ilmiah (salah satu dari) (luaran wajib)	Jurnal Nasional Terakreditasi Sinta 3		√
3	Draft artikel ilmiah (luaran tambahan)	Jurnal Nasional/Internasional		√

**TS = Tahun Sekarang

*Diisi Dikirimkan/Dipublikasikan

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA

Rincian rancangan anggaran biaya yang diperlukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

No.	Jenis Pengeluaran	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pembiayaan pembelian bahan-bahan dan operasional penelitian (60,8 %)				
1	Kertas A4 (Proposal)	2 Rim	70000	140000
2	Fotokopi (Proposal)	1 keg	200000	200000
3	Jilid cover langsung (Proposal)	4 pcs	20000	80000
4	Materai 10000 (Proposal)	5 pcs	10000	50000
5	Pena (Proposal)	10 pkt	30000	300000
6	Tinta Printer Brother Hitam	2 btl	150000	300000
7	Tinta Printer BrotherWarna	2 btl	150000	300000
8	CD RW	4 pcs	10000	40000
9	Fotokopi	1 Keg	100000	100000
10	Jilid cover langsung	4 Unit	20000	80000
11	Flashdisk	5 pcs	100000	500000
12	Materai 10000	5 pcs	10000	50000
13	Kertas A4	3 rim	70000	210000
14	Sewa Kendaraan ke lokasi untuk keperluan Pengambilan data	6 Hari	700000	4200000
15	Sewa Kendaraan ke lokasi untuk keperluan Pengurusan Izin dan survey Lapangan	3 Hari	700000	2100000
16	Penginapan dan Akomodasi Pengambilan Data (Mahasiswa)	6 Hari	600000	3600000
17	Penginapan dan Akomodasi Pengambilan Data (Ketua dan Anggota)	6 Hari	600000	3600000
18	Penginapan dan Akomodasi Survey lapangan (Ketua dan Anggota)	2 Unit	600000	1200000

19	Penginapan dan Akomodasi Survey lapangan (Mahasiswa @ 2 orang)	2	Pcs	600000	1200000
Sub Total					Rp. 18.250.000
Pembayaran keperluan pembelian peralatan penunjang penelitian (12,5 %)					
1	Swab Antigen Untuk persyaratan Pengambilan data (@5 orang)	5	Lbr	150000	750000
2	Luaran: Jurnal/Seminar Internasional	1	Keg	1500000	1500000
3	Editing Paper	1	Keg	1000000	1000000
4	Proove Reading	1	Keg	500000	500000
Sub Total					Rp. 3.750.000,-
Pembiayaan untuk honor dan bantuan UKT mahasiswa (26,7%)					
1	Pembiayaan untuk honor dan UKT mahasiswa	2	org	4000000	8000000
Sub Total					Rp. 8.000.000,-
Total Anggaran					Rp. 30.000.000

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Alimuddin *et al.* (2018) ‘Preliminary Analysis of Single-Flash Geothermal Power Plant by Using Exergy Method: A Case Study from Ulubelu Geothermal Power Plant in Indonesia’, *International Journal of Renewable Energy Research*, 8(3).
- 2 Andianto Pintoro and Siregar, A. H. (2019) ‘Analisa Performansi Pembangkit Listrik Siklus Rankine Organik Sederhana Dengan Sumber Panas Uap Geothermal Berkualitas Rendah’, *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 21(1), pp. 1–11. doi: 10.32734/jsti.v21i1.897.
- 3 Aneke, M., Agnew, B. and Underwood, C. (2011) ‘Performance analysis of the Chena kalina geothermal power plant’, *Applied Thermal Engineering*, 31(10), pp. 1825–1832. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2011.02.028.
- 4 Bejan, A., Tsatsaronis, G. and Moran, M. (1996) *Thermal Design & Optimization*. John Wiley & Sons, Inc.
- 5 BPPT (2021) *OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2021*. Edited by E. Hilmawan et al. Jakarta: BPPT.
- 6 Cengel, Y. A. and Boles, M. A. (2015) *Thermodynamic An Engineering Approach*. Eight Edit. McGraw-Hill Education. doi: 10.1007/bf03041311.
- 7 Darma, S. *et al.* (2020) ‘Country Update : The Fast Growth of Geothermal Energy Development in Indonesia’, (27), pp. 1–9.
- 8 DEN (2019) *Outlook Energi Indonesia*. Edited by S. Abdurahman, M. Pertiwi, and Walujanto. Jakarta: Dewan Energi Nasional.
- 9 Dipippo, R. (2012) *Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Enviromental Impact*. Third Edit. ELSEVIER.
- 10 Javanshir, A., Sarunac, N. and Razzaghpanah, Z. (2017) ‘Thermodynamic Analysis of ORC and Its Application for Waste Heat Recovery’, *Sustainability (Switzerland)*, 9(11). doi: 10.3390/su9111974.
- 11 Kanoglu, M. and Bolatturk, A. (2008) ‘Performance and parametric investigation of a kalina geothermal power plant by exergy’, *Renewable Energy*, 33(11), pp. 2366–2374. doi: 10.1016/j.renene.2008.01.017.
- 12 Kotas, T. J. (1985) *The Exergy Method of Thermal Plant Analysis*. doi: 10.1016/0378-3804(88)90147-7.
- 13 Mary, R. T. *et al.* (2017) ‘Panas Bumi Sebagai Harta Karun Untuk Menuju Ketahanan Energi’, *JURNAL KETAHANAN NASIONAL*, 23, pp. 217–237. doi: <http://dx.doi.org/10.22146/jkn.26944>.
- 14 Meilani, H. and Wuryandani, D. (2010) ‘Potensi Panas Bumi Sebagai Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Di Indonesia’, *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik*, 1(1), pp. 47–74.
- 15 Moran, M. J. *et al.* (2014) *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. Eight Edit. Edited by L. Ratts. John Wiley & Sons, Inc.
- 16 Nasruddin, N. *et al.* (2015) ‘Energy and Exergy Analysis of Kalina Cycle for the Utilization of Waste Heat in Brine Water for Indonesian Geothermal Field’, *Makara Journal of Technology*, 19(1), pp. 38–44. doi:

- 10.7454/mst.v19i1.3032.
- 17 Ozturk, M. and Dincer, I. (2018) *Comprehensive Energy Systems*, Comprehensive Energy Systems. Elsevier Inc.
- 18 Pambudi, N. A. *et al.* (2015) 'Performance Improvement of Single-Flash Geothermal Power Plant Applying Three Cases Development Scenarios Using Thermodynamic Methods', *Proceedings World Geothermal Congress*.
- 19 Radmehr, B. *et al.* (2010) 'Thermodynamic Modeling and Exergy Analysis of a Heat Recovery System in Meshkinshahr Geothermal Power Plant, Iran'.
- 20 Santoso, D. and Yusuf, R. M. (2012) 'Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) UBP Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat', *Seminar Nasional AVoEr ke-4*.
- 21 Tandian, N. P. and Muntaha, R. (2014) 'Analisis dan Pemilihan Fluida Kerja Organic Rankine Cycle (ORC) untuk Panas Bumi Temperatur Rendah'.
- 22 Yari, M. (2010) 'Exergetic analysis of various types of geothermal power plants', *Renewable Energy*, 35(1), pp. 112–121. doi: 10.1016/j.renene.2009.07.023.
- 23 Yildirim, E. D. and Gokcen, G. (2004) 'Exergy analysis and performance evaluation of Kizildere Geothermal Power Plant , Turkey', *International Journal Exergy*, 1(3), pp. 316–333.
- 24 Zuchrillah, D. R., Handogo, R. and Juwari (2017) 'PEMILIHAN TEKNOLOGI PROSES GEOTHERMAL SECARA TEKNIS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI DI INDONESIA', *Jurnal IPTEK*, 21(2), pp. 59–66.

LAMPIRAN

PERSONALIA PENELITIAN

1. Ketua Peneliti :

Nama Lengkap : Ir. Dyos Santoso, M.T
Jenis Kelamin : Laki-laki
NIK/NIDN : 19601223 199102 1 001 / 0023126009
Disiplin Ilmu : Konversi Energi
Pangkat/Golongan : Penata Muda/IIIa
Jabatan : Asisten Ahli
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
Alamat Rumah : Jl. Dwikora 2 No 1736 RT/RW 33/11 IT 1 Palembang
Alamat Kantor : Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Jenjang	Perguruan Tinggi	Jurusan/Bidang Studi
1988	Strata-1	Universitas Sriwijaya	Teknik Mesin/Konversi Energi
2004	Strata-2	Universitas Sriwijaya	Teknik Kimia/Teknologi Energi

PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Pelatihan	Penyelenggara
1990	Peningkatan Cara Belajar-Mengajar Dosen, Angkatan IV	UNSRI
1992	Teaching Methodology	HEDS-JICA, UNSRI
1992	Applied Fluid Mechanics	HEDS-JICA, UNSRI
1993	Pengukuran dan Analisis Besaran Sistem Thermal Dan Fluida	HEDS-JICA, ITB
1993	Teknik Kendali Sistem Dinamik	HEDS-JICA, ITB
1994	Energy Conversion	HEDS-JICA, UNOM
1994	Penggunaan Media dalam Proses Belajar Mengajar, Angkatan I	UNSRI
1995	Manajemen Mutu Terpadu, Angkatan X	UNSRI

1996	Proteksi Bahaya Tegangan Lebih	HEDS-JICA, UNSRI
1998	Gas Engine Technology	JE - UNSRI
1998	Internal Combustion Engine	JE - ITB
1998	Combustion Engine Analysis	JE - ITS
1998	Service Training in Gas Engine	JE - UNDIP
2005	Training of Trainers in Servicing Refrigeration Systems	KLH, LPPM-ITB
2006	Pelatihan Pelatih Pembimbing Penalaran Mahasiswa Tingkat Nasional	DIKTI-UNSRI

PENGALAMAN MENGAJAR

Mata Kuliah	Jenjang	Institusi/Jurusan/Program	Tahun ... s.d. ...
Gambar Mesin	S-1	Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	2008-sekarang
Mesin Konversi Energi			2000-sekarang
Optimasi Sistem Termal			2002-sekarang
Analisa Eksergi			2004-sekarang
Mesin Fluida			2000-sekarang

PESERTA/PEMBICARA KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara
2005	Workshop RUSNAS Bidang Energi	UNSRI
2005	Seminar Dissemination Result of Activity SPF Program	Uni Eropa, Pemkot Plg
2005	Masterplan Sumatera Selatan Sebagai Lumbung Energi Nasional (Seminar Nasional)	PEMROV SUMSEL, BPPT, UNSRI
2010	<i>The 1st Regional Symposium on Integrated Energy and Environment Management (RSIEEM'10)</i>	PPS UNSRI
2010	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) IX; “Peran Serta Teknik Mesin Dalam Peningkatan Mutu Dan Pemanfaatan Hasil Riset Indonesia” (PEMBICARA)	Teknik Mesin UNSRI
2011	Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoER)	Fakultas Teknik UNSRI

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Kegiatan
2009	Bendahara RT 33, Kelurahan Sei Pangeran Ilir Timur I Palembang
2009	Tim Penyusun Proposal Pendirian S2 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
2010	Pembuatan Tungku Pandai Besi, Desa Mandi Angin Kabupaten Ogan Ilir
2010	Tim Pengawas Ujian Nasional SMA/MA Tahun Ajaran 2009/2010, Kabupaten Muba
2010	Panitia Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) IX; “Peran Serta Teknik Mesin dalam Peningkatan Mutu dan Pemanfaatan Hasil Riset Indonesia”
2011	Tim Evaluasi Distribusi Pengadaan Air Bersih dalam Lingkungan Universitas Sriwijaya
2012	Penyuluhan dan Percontohan Oven Pengering Untuk Mengatasi Kendala Cuaca dan Meningkatkan Kualitas pada Industri Rumah Tangga di Desa Tebing Gerinting, Kab. OI
2012	Tim Pengawas Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Bersih Universitas Sriwijaya, Program Bantuan PT. Pertamina

PENGHARGAAN/PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2008	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI

PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Tahun
1	Studi Eksperimental Distribusi Tekanan pada Bidang Miring	OPF	1995
2	Studi Karakteristik Performansi Pompa Sentrifugal	OPF	1997
3	Pemanfaatan Serbuk Gergaji sebagai Bahan Insulator	DIK-S UNSRI	2000
4	Studi Eksperimental Kincir Air dengan Sudu Lengkung Radial	DIPA FT UNSRI	2009
5	Studi Eksperimental Model Turbin Air Sudu Helikal	DIPA FT UNSRI	2010

6	Pengaruh Geometri Sudu Terhadap Kinerja Turbin Darrieus Untuk Aliran Sungai	DIPA FT UNSRI	2011
7	Studi Eksperimental Turbin Darrieus Sumbu Vertikal dengan Sudu Airfoil NACA 0018	DIPA FT UNSRI	2016
8	Disain Dan Analisis Turbin Angin Darrieus-Savonius Sumbu Vertikal	DIPA FT UNSRI	2017
9	Analisis Eksergi Dan Eksergoekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Pt. Pertamina Geothermal Energy Area Ulubelu Lampung	PNBP Universitas Sriwijaya	2018
10	Studi Eksperimental Turbin Angin Darrieus Sumbu Vertikal Dengan Turbin Savonius Sebagai Penggerak Awal	PNBP Universitas Sriwijaya	2019

KARYA TULIS ILMIAH

A. Buku/Bab/Jurnal

Tahun	Judul	Link	Penerbit/ Jurnal
2010	Analisis Eksergi Pada Siklus Turbin Gas Sederhana 14 MW Instalasi Pembangkit Tenaga Keramasan Palembang	http://eprints.unsri.ac.id/5088/	ISBN 978-602-97742-0-7
2011	Analisis Eksergi Siklus Kombinasi Turbin Gas-Uap Unit Pltgu Inderalaya	http://eprints.unsri.ac.id/146/	AVoER
2011	Modul Ajar "Gambar Teknik"		FT. UNSRI
2011	Studi Eksperimental Model Turbin Gurlov		AVoER
2012	Darrieus Water Turbine Of Six Blades Combination Of Naca 0015 And 0025 Airfoil	http://eprints.unsri.ac.id/1466/1/Artikel_Seminar_AVoER_2012_Final.pdf	AVoER IV
2012	Studi Pengaruh Penambahan Aditif Metanol Terhadap Angka Oktan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar Pertamina	http://eprints.unsri.ac.id/5086/	AVoER IV
2012	Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (Pltp) Ubp Kamojang Unit Pltp 1 Darajat Jawa Barat	http://avoer.ft.unsri.ac.id/documents/PROSIDING%20SEMINAR%20AVoER%204%202012	AVoER IV

2013	Evaluasi Performansi Mesin Bensin Siklus Empat Langkah Dengan Menggunakan Analisis Energi Dan Eksergi	http://id.portalgaruda.org/?ref=browse&mod=viewarticle&article=200283	Jurnal Ilmu Teknik
2013	Convective Heat Transfer From A Heated Elliptic Cylinder At Uniform Wall Temperature	https://www.ijee.ieefoundation.org/vol4/issue1/IJEE_12_v4n1.pdf	International Energy and Environment Foundation (IEEF)
2013	Performance Of Combined Water Turbine With Semielliptic Section Of The Savonius Rotor	https://www.hindawi.com/journals/ijrm/2013/985943/	Hindawi Publishing Corporation
2014	Experimental Study Of Darrieus-Savonius Water Turbine With Deflector: Effect Of Deflector On The Performance	https://www.hindawi.com/journals/ijrm/2014/203108/	Hindawi Publishing Corporation
2015	Darrieus Water Turbine Performance Configuration Of Blade	http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jmse/article/view/1275	Journal of Mechanical Science and Engineering
2015	Analisa Kinerja Pompa Pada Stasiun Penyadap Air Baku (Intake) Dalam Rangka Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Bersih Di Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya		
2015	Performance Of Combined Water Turbine Darrieus-Savonius With Two Stage Savonius Buckets And Single Deflector	http://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/1912	International Journal of Renewable Energy Research
2015	Optimasi Waste Heat Recovery Boiler Pada Pembangkit Dengan Siklus Kombinasi Di PT PLN Sektor Indralaya		
2016	Analisis Performansi Pompa Sentrifugal Penyalur Minyak Mentah Dari Km 265 Ke Km 139 Pada Jalur Transmisi Tempino–Plaju		
2018	Analisis Efektivitas Menara Pendingin Basah Aliran Berlawanan Arah (Counter Flow Wet Cooling Tower) Tipe Mechanical Induced Draft Unit Pltgu Keramasan Palembang		
2018	Analisis Eksergi Dan Eksergoekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Uap Keban Agung Pt. Priamanaya Energy Lahat		

2018	Analisis Energi Dan Eksergi Pada Motor Bensin 4 Langkah Tipe T85d		
2018	Evaluasi Kinerja Turbin Angin Darrieus Naca 0014 Dengan Sudu Pengarah	https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jrm/article/view/6334	Jurnal Rekayasa Mesin
2019	Thermodynamics Performance Evaluation In Combined Cycle Power Plant By Using Combined Pinch And Exergy Analysis	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1198/4/042006	Journal of Physics: Conference Series
2019	Effect of the Utilizing Savonius Machine as Auxiliary Starting Device on the Performance of Darrieus Machine	https://first.polsri.ac.id/2019	Journal of Physics: Conference Series

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam Curriculum Vitae ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Palembang,



Ir. Dyos Santoso, MT
NIP: 19601223 199102 1 001

2. Anggota Peneliti :

A. Identitas Diri

- 1 Nama Lengkap (dengan gelar) : M. Ihsan Riady, ST., MT
- 2 Jenis kelamin : Laki – Laki
- 3 Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
- 4 NIP / NIK/ Identitas lainnya : 1671051310870001
- 5 NIDN : 00138702
- 6 Tempat dan Tanggal Lahir : Palembang / 13 Oktober 1988
- 7 E-mail : mihsanriady@ft.unsri.ac.id
- 8 Nomor Telepon/HP : 085384949567
- 9 Alamat Kantor : Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km. 32 *Indralaya*,
OI, Sumatera Selatan 30662.
- 10 Nomor Telepon/Fax :
- 11 Alamat Rumah : JL. Dwikora II No. 1736-4846 RT 033 RW 011 Kel.
Sei Pangeran Kec. Ilir Timur I Palembang

B. Riwayat Pendidikan

2.1. Program:	S-1	S-2	S-3
2.2. Nama PT	Universitas Sriwijaya	Universitas Sriwijaya	
2.3. Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Energy Technology Management – Teknik Kimia	
2.4. Tahun Masuk	2005	2011	
2.5. Tahun Lulus	2010	2013	
2.6. Judul Skripsi/ Thesis/Disertasi	Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Turbin Gas Sederhana Kramasan	<u>Thermodynamics Performance Evaluation in Combined Cycle Power Plant by Using Combined Pinch and Exergy Analysis</u>	
2.7. Nama Pembimbing /Promotor	Prof. Ir. Hasan Basri, Ph.D	Prof. Dr. Ir. Djoni Bustan, M.Eng	

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1.	2020	Studi Eksperimental Pengaruh dan Konfigurasi Sayap Terhadap Gaya Dorong Take-Off pada Muatan Roket RS003 (Ketua)	DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya	Rp. 30.000.000,-
2.	2019	Evaluasi Performansi pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dengan Menggunakan Kombinasi Analisis Pinch dan Exergy (Ketua)	DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya	Rp. 34.800.000,-
3.	2018	Kombinasi Analisis Pinch Dan Eksergi Pada Heat Recovery Steam Generator (HRSG) Untuk Pembangkit Listrik Siklus Gabungan (Ketua)	DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya	Rp. 30.000.000,-
4.	2017	Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Siklus gabungan Tj. Priok dengan menggunakan gabungan analisis eksergi dan analisis pinch (Ketua)	DIPA Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya	Rp. 15.000.000,-

**Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, Insentif Sinas Kemenristek atau sumber lainnya.*

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1	2020	Pembuatan Biobriket Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Pengolahan Limbah Tanaman Kopi Di Desa Karang Tanding Kecamatan Jarai Kabupaten Lahat (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya	Rp. 10.000.000,-
2	2019	Pembuatan Biobriket Sebagai Bahan Bakar Alternatif melalui Pengolahan Limbah Kayu Karet Di Desa Sejaro Sakti Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir (Ketua)	DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya	Rp. 12.100.000,-
3	2019	Pelatihan dan Pendampingan Pengolahan Kayu Karet Menjadi Asap Cair Pengganti Pestisida Di Desa Sejaro Sakti Kec. Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir (Ketua)	DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya	Rp. 25.000.000,-

4	2018	Edukasi dan Pelatihan Pengolahan Kayu Karet Menjadi Biobiobriket di Desa Burai Kec. Tanjung Batu Kabupaten Ogan Ilir (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya	Rp. 5.000.000,-
---	------	--	---	-----------------

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan IPTEKS-SOSBUD, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah pada Jurnal dan Prosiding dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	ISSN/Volume/ Nomor	Nama Jurnal / Prosiding	Link
1	2019	Thermodynamics Performance Evaluation in Combined Cycle Power Plant by Using Combined Pinch and Exergy Analysis (First Author)	e-ISSN : 1742-6596 P-ISSN : 1742-6588 /1198/Issue: 4	Journal of Physics: Conference Series (Index: Scopus)	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1198/4/042006
2	2019	Sustainability of Using Low-Rank Coal as Energy Source through The Upgrading Brown Coal (UBC) Process by Adding Waste Cooking Oil (Co-Author)	e-ISSN : 1755-1315 P-ISSN : 1755-1307 /396/ 012001	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Index: Scopus)	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/396/1/012001
3	2019	Effect of the Utilizing Savonius Machine as Auxiliary Starting Device on the Performance of Darrius Machine (Co-Author)	e-ISSN : 1742-6596 P-ISSN : 1742-6588 /1500/ 012041	Journal of Physics: Conference Series (Index: Scopus)	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1500/1/012041
4	2020	Rancang Bangun Alat Produksi Asap Cair Dengan Metode Pirolisis Menggunakan Software Fusion 360 (Co-Author)		Jurnal Teknik Kimia (Index: Sinta 3)	http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/647
5	2021	Comparison of Physical and Mechanical Properties of Antifouling PVDF Membranes by Titanium Dioxide and PES Membrane by Titanium Dioxide (Co-Author)	e-ISSN: 1757-899X P-ISSN: 1757-8981 /1041/012061	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Index: Scopus)	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1041/1/012061

F. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul	Jenis Buku (Referensi, Buku Ajar, Monograf, <i>Book Chapter</i>)	ISBN	Penerbit
----	-------	-------	--	------	----------

G. Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

No	Tahun	Judul	Jenis (Paten, Paten Sederhana, Hak Cipta, Merk, Desain Industri, Indikasi Geografis, Rahasia Dagang, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu)	Status (Terdaftar/ <i>Granted</i>)

H. Produk Inovasi

No	Tahun	Judul	Jenis (Prototipe Industri, Produk Inovasi, kebijakan)	Keterangan

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Skema Sains, Teknologi, dan Seni Universitas Sriwijaya.

Palembang, 20 Januari 2022



M. Ihsan Riady, S.T., M.T.
NIK. 1671051310870001

CURRICULUM VITAE

1. DATA PRIBADI

- a. Nama : Oktaviani, S.P., M.Si.
 b. NIP : 199810312023212005
 c. NIDN / NIDK : 0031109801
 d. No. Sertifikat Pendidik : - / No.Peserta:
 e. Tempat Tanggal Lahir : Palembang/ 31 Oktober 1998
 f. Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli/ X
 g. Fakultas/Prodi : Fakultas Pertanian/ Jurusan Proteksi Tanaman
 h. email : oktaviani@unsri.ac.id
 j. Telepon/ Fax : 085159103100
 h. Alamat : Jl. Drs. H. A. Dahlan HY. Lrg. Raden Akib RT 36 RW 11, 30152, Palembang

RIWAYAT PENDIDIKAN

Program :	S-1	S-2	S-3
2.2.) Nama PT	UNIVERSITAS SRIWIJAYA	INSTITUT PERTANIAN BOGOR	
2.3.) Bidang Ilmu	AGROEKOTEKNOLOGI	ENTOMOLOGI (PROTEKSI TANAMAN)	
2.4.) Bidang Keahlian	ILMU HAMA TUMBUHAN		

RIWAYAT PENELITIAN

Judul Penelitian	Sumber Pendanaan	Jumlah Dana	Periode (Bulan, Tahun s/d Bulan, Tahun)	Ketua/Anggota
Biologi dan Neraca Kehidupan <i>Telenomus remus</i> Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) pada Telur <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)	-	-	8/2020-12/2021	Ketua : Dr. Ir. Nina Maryana, M.Si. Anggota : 1. Dr. Ir. Pudjianto, M.Si.

<p><i>Telenomus remus</i> (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) Biology and Life Table on <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs</p>	-	-	8/2020- 1/2022	<p>Ketua : Dr. Ir. Nina Maryana, M.Si. Anggota : 1. Dr. Ir. Pudjianto, M.Si.</p>
<p>Identifikasi Serangga yang Berasosiasi dengan Tanaman Jeruk <i>Citrus sinensis</i> L. di Agro Techno Centre (ATC) Universitas Sriwijaya</p>	-	-	3/2019- 10/2019	<p>Ketua : Dr. Ir. Chandra Irsan, S.P., M.Si. Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.</p>
<p>Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Keriting <i>Capsicum annum</i> dan Serangan Penyakit Mosaik Pada Perlakuan Biopriming Benih menggunakan Kultur Cair Jamur Endofit</p>	-	-	7/2019- 12/2019	<p>Ketua : Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr. Anggota : 1. Dr. Ir. Chandra Irsan, S.P., M.Si.</p>

Tabel Pengabdian kpd Masyarakat dalam 3 tahun terakhir (31 Juli 2021 s.d. 31 Juli 2024)

Judul Pengabdian Kpd Masyarakat	Sumber Pendanaan	Jumlah Dana	Periode (Bulan, Tahun s/d Bulan, Tahun)	Ketua/Anggota
Pengabdian Kepada Masyarakat dalam bentuk Pelatihan dan Bimbingan Teknis dengan judul "Potensi Ekstrak Kompos Lerak Nimba dalam Menekan Perkembangan Serangga Hama di Pertanaman Sayuran"	LPPM UNSRI	10.000.000	9/2023-12/2023	Ketua : Erise Anggraini , SP., M.Si., Ph.D. Anggota : 1. Oktaviani, S.P., M.Si. 2. Arsi, S.P., M.Si. 3. Dr. Rahmat Pratama, S.Si.
Pengabdian Kepada Masyarakat dalam bentuk Pelatihan dan Bimbingan Teknis dengan judul "Pemanfaatan Gulma Disekitar Taman Aren schugal Pesusida	LPPM UNSRI	30.000.000	9/2023-12/2023	Ketua : Weri Herlin, SP., M.Si., Ph.D. Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.Si. 2. Dr. Ir. Chandra Irsan, S.P., M.Si. 3. Oktaviani, S.P., M.Si.

Nabati di Desa Tanjung Dayang Utara, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir				
Pengabdian Kepada Masyarakat dalam bentuk Pelatihan dan Bimbingan Teknis dengan judul "Pengenalan Serangga Hama Tanaman Sayuran dan Teknik Pengendaliannya di Desa Tanjung Dayang Utara, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir	LPPM UNSRI	30.000.000	9/2023- 12/2023	Ketua : Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.Si. Anggota : 1. Weri Herlin, SP., M.Si., Ph.D. 2. Dr. Ir. Chandra Irsan, S.P., M.Si. 3. Oktaviani, S.P., M.Si.
Pengabdian Kepada	LPPM UNSRI	30.000.000	9/2023- 12/2023	Ketua : Dr. Ir. Chandra Irsan, M.Si.

Masyarakat dalam bentuk Pelatihan dan Bimbingan Teknis dengan judul "Introduksi Pemanfaatan Hama Keong Mas sebagai Pakan Ternak di Desa Tanjung Dayang Utara, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir				Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M.Si. 2. Weri Herlin, SP., M.Si., Ph.D. 3. Oktaviani, S.P., M.Si.
--	--	--	--	---

Tabel . Publikasi Ilmiah dalam 3 tahun terakhir (31 Juli 2021 s.d. 31 Juli 2024)

Judul Publikasi	Nama Jurnal/Prosiding/Seminar/Media Massa	Jenis Publikasi (*)	Tanggal Terbit	Penulis Ke-	Alamat Link Paper
Buku Pedoman Hama Penting Tanaman Utama	Unsri Press		01-03-2021	2	https://unsripress.unsri.ac.id/index.php/2023/11/13/buku-pedoman-hama ...
<i>Telenomus remus</i> (Nixon)(Hymenoptera: Scelionidae) Biology and Life Table on <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs	IOP Publishing	Scopus/non Q	28-01-2021	1	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/950/1/012024/meta
Biology and life tables of <i>Telenomus remus</i> (Hymenoptera: Scelionidae) as parasitoid of <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)	IOP Publishing	Scopus/non Q	01-03-2023	1	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/948/1/012041/meta

Tabel 3.b.6. Karya Ilmiah DTPS yang Disitasi Dalam 3 Tahun Terakhir (31 Juli 2021 s.d. 31 Juli 2024)

No.	Judul Artikel yang Disitasi (Jurnal, Volume, Tahun, Nomor, Halaman)	Jumlah Sitasi
1	Buku Pedoman Hama Penting Tanaman Utama	
2	<i>Telenomus remus</i> (Nixon) (Hymenoptera: Scelionidae) Biology and Life Table on <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) eggs	
3	Biology and life tables of <i>Telenomus remus</i> (Hymenoptera: Scelionidae) as parasitoid of <i>Spodoptera frugiperda</i> (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae)	2

Tabel. Integrasi Kegiatan Penelitian/PKM dalam Pembelajaran dalam 3 tahun terakhir (31 Juli 2021 s.d 31 Juli 2024)

No.	Judul Penelitian/PKM	Mata Kuliah	Bentuk Integrasi (*)	Tahun Penelitian/PKM			Tingkat Penelitian/PKM (**)			Kesesuaian Penelitian dengan Roadmap (*)		
				TS-2	TS-1	TS	International	Nasional	Lokal	Sesuai	Kurang Sesuai	Tidak Sesuai

(*) Bentuk Integrasi, pilih salah satu (Tambahkan materi perkuliahan/Studi kasus/Bab atau Subbab dalam buku ajar/Bahan ajar/Bentuk lain yang relevan)

(**) isi dengan centang V

Tabel . Penelitian DTSP yang Melibatkan Mahasiswa S1 dalam 3 tahun terakhir (31 Juli 2021 s.d 31 Juli 2024)

No.	Tema Penelitian sesuai Roadmap	Nama Mahasiswa S1 yang terlibat	Judul Kegiatan(*)	Tahun

(*)Pilih salah satu (Tugas Akhir/Perancangan/Pengembangan Produk atau Jasa/Kegiatan lain yang Relevan)

Tabel 7. Pengabdian kepada Masyarakat yang Melibatkan Mahasiswa S1 dalam 3 tahun terakhir (31 Juli 2021 s.d 31 Juli 2024)

No.	Tema PkM sesuai Roadmap	Nama Mahasiswa S1 yang terlibat	Judul Kegiatan(*)	Tahun

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP/NIPUS/NIDN/NIDK : 196012231991021001
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tingkat 1 - III/b
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin
Fakultas/ Perguruan Tinggi : Teknik/Universitas
Alamat : Jl. Dwikora 2 Lrg. Sekundang No. 1736

Dengan ini menyatakan penelitian saya dengan judul:

Analisis Peningkatan Performansi PLTP Rantau Dedap Dengan Modifikasi Siklus Kombinasi Single Flash-Kalina Menggunakan Analisis Eksergi

Yang diusulkan dalam Unggulan Profesi Universitas Sriwijaya tahun anggaran 2024, bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh dana penelitian yang telah diterima ke Kas Negara.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenarnya.

Indralaya, 24 Februari 2024

Yang Menyatakan,



Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP. 196012231991021001