

**INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN
(STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

FAHMI FAUZI

20200120068



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
FEBRUARI 2025**

**INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN
(STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar
Sarjana Teknik Elektro*

FAHMI FAUZI

20200120068



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
FEBRUARI 2025**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN
(STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)
NAMA : FAHMI FAUZI
NIM 20200120068

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.



PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN
(STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)
NAMA : FAHMI FAUZI
NIM 20200120068

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 02 Februari 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik.

Sukabumi, 02 Februari 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Anang Suryana, S.Pd., M.Si.

NIDN. 0407098009

Handrea Bernando Tambunan,

S.T., M.Eng., IPM, ASEAN Eng
NIDK. 8965420021

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Trisiani Dewi Hendrawati, S.Pd., M.T.

NIDN.

Panji Narputro, S.T., M.T.

NIDN. 0427047803

Plh. Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng

NIDN. 040203742

ABSTRAK

Penelitian ini integrasi sistem hidrogen dan fotovoltaiik (PV) untuk meningkatkan kinerja dan keandalan pembangkit listrik terbarukan. Melalui percobaan dengan perangkat hidrogen Horizon, dianalisis kinerja masing-masing sistem dan kombinasinya. Hasilnya, PV menghasilkan tegangan rata-rata 2,073 V dan *fuel cell* 1,296 V. Gabungan keduanya menghasilkan tegangan total rata-rata 3,369 V, melampaui kinerja masing-masing sistem. Integrasi ini juga meningkatkan pasokan listrik berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Simulasi kinerja PV menunjukkan tegangan bervariasi antara 2,069 V hingga 2,077 V pada *interval* waktu tertentu, dengan produksi hidrogen dan oksigen yang berbeda. Simulasi *fuel cell* menunjukkan tegangan antara 0,953 V hingga 1,308 V, seiring dengan perubahan konsumsi gas hidrogen dan oksigen. Simulasi *integrasi* keduanya menghasilkan tegangan total antara 3,030 V hingga 3,377 V, tergantung pada waktu dan kondisi operasi. Disimpulkan bahwa penggabungan PV dan *fuel cell* efektif dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan pembangkit listrik bersih.

Kata Kunci: *Integrasi, Hidrogen, Photovoltaic, Fuel Cell, Elektrolisis*



ABSTRACT

This research examines the combination of hydrogen and photovoltaic (PV) systems to improve the performance and reliability of renewable power generation. Through experiments with the Horizon hydrogen device, the performance of each system and their combination was analyzed. As a result, the PV produced an average voltage of 2.073 V and the fuel cell 1.296 V. Combined, they produced an average total voltage of 3.369 V, surpassing the performance of each system. This integration also increases sustainable electricity supply and reduces dependence on fossil energy. Simulations of PV performance showed the voltage varied between 2.069 V to 2.077 V at certain time intervals, with different hydrogen and oxygen production. The fuel cell simulation shows a voltage between 0.953 V to 1.308 V, as the hydrogen and oxygen gas consumption changes. Simulation of the integration of the two resulted in a total voltage between 3.030 V to 3.377 V, depending on the time of day and operating conditions. It is concluded that combining PV and fuel cell is effective in improving the efficiency and reliability of clean power generation.

Keywords: *Integration, Hydrogen, Photovoltaic, Fuel Cell, Electrolysis*



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN (STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)”**

Skripsi ini merupakan tugas akhir yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Universitas Nusa Putra. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kekuatan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas doa, dukungan, bimbingan, nasihat, dan motivasi dari berbagai pihak yang telah berkontribusi baik langsung maupun tidak langsung. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Kurniawan., S.T., M.Si., M.M. selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Bapak Panji Narputro, S.T., M.T., selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Ucapan terimakasih yang mendalam penulis haturkan kepada dosen pembimbing, bapak Ir. Anang Suryana, S.Pd., M.si., dan Bapak Handrea Bernando T., S.T., M.Eng atas waktu, tenaga dan pemikirannya yang dengan sabar dan penuh perhatian memberikan bimbingan, masukan serta arahan selama proses penyusunan skripsi ini hingga terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah barbagi ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama penulis menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra
5. Ibu Mira Meliyawati dan Ayah Tateng Rohendi yang hebat luar biasa selalu mendoakan dan menjadi penyemangat penulis sebagai sandaran terkuat untuk menghadapi kerasnya dunia. Skripsi ini penulis persembahkan untuk beliau.

Terimakasih sudah berjuang sekuat tenaga untuk memberikan kehidupan yang layak untuk saya, hingga ankirnya saya bisa tumbuh dewasa dan bisa berada di posisi ini. Kesuksesan dan segala hal baik yang kedepannya adalah karena kedua Orang tua saya. Izinkan saya mengabdikan dan membalas segala pengorbanan yang ibu dan ayah lakukan selaman ini.

6. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Nusa Putra, Forum komunikasi Himpunan Mahasiswa Elektro Indonesia (FKHMEI) Wilayah VII Jawa Barat, Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII) komisariat nusa putra, BEM Universitas Nusa Putra, ASIHKAN BUMI, SALING.ID, Setan Beureum, SI KAPCAY dan Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Angkatan 2020. Ucapan terima kasih ini sampaikan atas kebersamaan, bantuan dan dukungan yang telah kalian berikan selama menjalani pendidikan bersama.
7. Selamat untukmu, Saya Fahmi Fauzi dan anirima, Terima kasih telah menempuh perjalanan yang tak selalu mudah, melewati hari-hari penuh keraguan, ketegangan, dan pengorbanan yang kadang begitu terasa berat. Dalam 5 tahun lebih ini, kau telah belajar tentang kehidupan dan tentang menjahit luka dengan keberanian. Terima kasih telah mengizinkan dirimu jatuh dan bangkit, dan terus berjuang meski langkah terkadang gemetar. Kini, di ujung perjalananmu ini.

Skripsi ini merupakan hasil jerih payah dan dedikasi penulis dalam mengeksplorasi topik yang berkaitan dengan teknik elektro, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Semoga karya ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Sukabumi, 29 Januari 2025

Fahmi Fauzi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fahmi Fauzi
NIM 20200120068
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul:

INTEGRASI PEMBANGKIT ENERGI BARU TERBARUKAN (STUDI KASUS: KIT HIDROGEN DAN *PHOTOVOLTAIC*)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

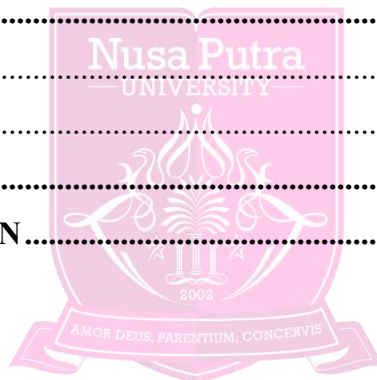
Dibuat di : SUKABUMI
Pada tanggal : 29 Januari 2025

(Fahmi Fauzi)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan manfaat Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Peluang Kebaharuan.....	9
2.3. <i>Photovoltaic</i>	11
2.4. Elektrolisis produksi Hidrogen.....	12
2.5. <i>Fuel Cell</i>	13
2.6. Kit Hidrogen.....	15
2.6.1. <i>Fuel Cell PEM</i>	16
2.6.2. Panel Surya.....	16
2.6.3. Tangki Hidrogen dan Oksigen	16
2.6.4. Tabung Transparan.....	17
2.6.5. Motor Dc dan Baling-Baling.....	17

BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Alur Penelitian.....	18
3.2. Lokasi Penelitian	25
3.3. Perancangan Simulasi	26
3.3.2. Simulasi PV.....	27
3.3.1 Simulasi Elektrolisis.....	27
3.3.4. Simulasi <i>Fuel Cell</i>	28
3.3.5. Simulasi Integrasi PV dan <i>Fuel Cell</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Hasil Simulasi Kinerja <i>Photovoltaic</i>	29
4.2. Hasil Simulasi Kinerja Elektrolisis Produksi Hidrogen	31
4.3. Hasil Simulasi Kinerja <i>Fuel Cell</i>	37
4.4. Hasil Simulasi Integrasi PV dan <i>Fuel Cell</i>	43
BAB V PENUTUP	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN – LAMPIRAN	51



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Jenis fotovoltaiik atau panel	11
Gambar 2. 2. <i>Solar Sell Monocrystalline</i>	12
Gambar 2. 3. Reaksi Elektrolisis	13
Gambar 2. 4. Reaksi <i>Fuel Cell</i>	14
Gambar 2. 5. Tabel potensial standar elektrode	15
Gambar 2. 6. Kit Hidrogen.....	16
Gambar 3. 1. Alur Diagram Penelitian.....	18
Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian	25
Gambar 3. 3. Alur Perancangan Simulasi	26
Gambar 4. 1. Hasil pengukuran tegangan <i>PV</i>	30
Gambar 4. 2. Simulasi proses awal elektrolisis.....	31
Gambar 4. 3. Simulasi pada hasil elektrolisis.....	31
Gambar 4. 4. Grafik hasil <i>experiment</i> elektrolisis.....	34
Gambar 4. 5. Pengukuran Kinerja <i>Fuel cell</i>	37
Gambar 4. 6. Proses Eksperimen Hidrogen <i>Fuel Cell</i>	37
Gambar 4. 7. Grafik hasil <i>experiment</i> dan rumus.....	40



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	8
Tabel 4. 1. Hasil elektrolisis menurut rumus	32
Tabel 4. 2. Hasil elektrolisis menurut <i>eksperimen</i>	33
Tabel 4. 3. Hasil perbandingan <i>error</i> elektrolisis.....	33
Tabel 4. 5. Hasil perhitungan rumus <i>fuel cell</i>	38
Tabel 4. 6. Hasil <i>eksperimen fuel cell</i>	39
Tabel 4. 7. Hasil <i>error fuel cell</i>	39
Tabel 4. 8. Tegangan Rata-rata	43



LAMPIRAN - LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumnetasi Proses Dan Pengukuran <i>Fuell Cell</i>	51
Lampiran 2. Dokumentasi Proses dan Pengukuran PV.....	52
Lampiran 3. Dokumentasi Proses Elektrolisis.....	53



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian yang akan dibahas sebagai berikut.

1.1. Latar Belakang Penelitian

Net Zero Emission atau Nol emisi karbon adalah situasi dimana pelepasan karbon ke atmosfer tidak melebihi apa yang dapat di serap bumi. Untuk mencapai hal tersebut diperlukan transisi energi atau peralihan energi dari fosil ke baru terbarukan untuk mencapai keseimbangan antara alam dan makhluk hidup [1]. Pengelolaan energi global di masa depan berfokus pada koridor pengurangan emisi yang meningkatkan kapasitas produksi dan pemanfaatan pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT) juga mengurangi penggunaan sumber energi fosil di segala sektor. Visi ini disebut transisi energi kurang lebih dari 4.444 negara termasuk korea selatan, jepang, dan uni eropa yang telah berkomitmen untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2050 dan china pada tahun 2060 sama seperti indonesia [2]. Indonesia memiliki konsen terhadap pengembangan dan penggunaan EBT. Terbukti pada peraturan pemerintah no. 79 tahun 2014 Tentang Ketahanan Energi Nasional (KEN) dan Peraturan Presiden no. 22 tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang memiliki target penggunaan EBT pada tahun 2025 dan 2050 sebesar 32% dan 31% dari kebutuhan energi nasional[3]. Berdasarkan peta jalan transisi energi, strategi utama yang disusun untuk menuju karbon netral di sisi *supply* adalah pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) secara masif dengan fokus pada tenaga surya, *hydro*, panas bumi dan hidrogen[4]. Hal ini juga sesuai dengan agenda tujuan pembangunan berkelanjutan dengan melestarikan lingkungan yang bermanfaat bagi masyarakat luas[5].

Kebijakan energi kedepan diarahkan pada penggunaan energi terbarukan akan tetapi pangsa energi fosil khususnya minyak dan gas bumi akan tetap dominan. Hal tersebut terlihat dari proyeksi bauran energi primer Indonesia kedepan. Pangsa minyak dan gas bumi pada tahun 2025 dan 2050 diperkirakan masing – masing

sebesar 49% dan 39% dari total kebutuhan energi nasional berdasarkan skenario Business as Usual atau sebesar 45% dan 44% berdasarkan skenario *Current Policy* [6]. Disisi lain, Indonesia memiliki potensi Energi Surya dan Angin yang cukup besar sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk proses elektrolisis untuk memproduksi hidrogen. Potensi Air laut yang melimpah di Indonesia dapat digunakan sebagai bahan Produksi gas hidrogen. Energi surya yang dimiliki Indonesia menjadi sangat berpotensi untuk produksi *hydrogen* dengan menggunakan *photovoltaic*[7].

Photovoltaic adalah proses mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sel surya terdiri dari satu atau dua lapisan bahan semikonduktor. Ketika cahaya mengenai sel, ia menciptakan medan listrik di dalam lapisan, menyebabkan arus listrik mengalir. Semakin besar intensitas cahaya maka semakin besar pula arus yang mengalir[8]. *Photovoltaic* tersebut akan digunakan untuk proses elektrolisis sebagai daya input untuk produksi hidrogen.

Hidrogen adalah energi yang paling efisien, hidrogen dapat diperoleh dari berbagai sumber mentah bahan termasuk air. Di antara banyak metode produksi hidrogen, ramah lingkungan dan kemurnian tinggi hidrogen dapat diperoleh dengan elektrolisis air (PEMFC)[9]. Indonesia merupakan negara yang di dominasi perairan dan kepulauan, mempunyai potensi yang sangat besar untuk memproduksi hidrogen[10]. Pemerintah menargetkan kapasitas produksi hidrogen hijau sebesar 328 MW hingga dipasang pada awal 2030-an dengan persyaratan investasi sebesar USD 0,8 miliar. Kapasitas akan meningkat dengan cepat melampaui tahun 2050 untuk mencapai 52 GW pada tahun 2060 dengan total investasi diperkirakan mencapai USD 25 miliar[11]. *Hydrogen* dan *photovoltaic* dapat di *integrasi* untuk upaya efisiensi energi.

Integrasi adalah proses menggabungkan dua hal atau lebih, bersama-sama keduanya lebih efektif. Untuk pemanfaatannya biasanya integrasi dilakukan untuk perangkat lunak, sistem dan pembangkit listrik[12]. Pada saat integrasi di gunakan pada sistem pembangkit listrik dipergunakan untuk mengkoordinasikan sistem yang kompleks, meningkatkan efisiensi operasional dan mengintegrasikan sistem energi terbarukan. Sumber energi terbarukan yang bersifat periodik seperti tenaga

surya dan angin semakin berkontribusi terhadap bauran energi. Pada tahun 2022, seperlima listrik di Eropa akan dihasilkan dari energi surya dan angin[12]. Pada penelitian sebelumnya menurut Elisa Rachmawati dkk. Tentang “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid Photovoltaic - Fuel Cell*” merancang sistem pembangkit listrik *hybrid* skala rumah tangga off-grid menggunakan tenaga surya (*photovoltaic*) dan *fuel cell* (hidrogen). Sistem ini dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di wilayah terisolasi di Indonesia, dengan total kapasitas terpasang sebesar 4,6 kW dan rata-rata konsumsi energi harian sebesar 5,682 kWh. Hal ini terkait erat dengan kemajuan elektrifikasi sistem transportasi dan bangunan. Kedua tren ini membuat penyeimbangan jaringan listrik menjadi semakin kompleks. Tanpa integrasi sistem, hal ini hampir mustahil dilakukan[13].

Berdasarkan permasalahan yang ada maka dapat disimpulkan bahwa meskipun Indonesia memiliki cadangan fosil yang banyak akan tetapi tidak ramah lingkungan dan akan habis dari pada yang telah di perkiraan sebelumnya, sehingga perlu untuk mulai memanfaatkan cadangan yang ada untuk membuat sesuatu yang lebih baru lagi yakni pembangkit listrik yang terintegrasi antara hidrogen dengan *photovoltaic* untuk bisa lebih efektif dan efisien untuk kebutuhan kita.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana produksi hidrogen dan operasi *fuel cell* pada sistem tenaga listrik?
2. Bagaimana kinerja *photovoltaic* pada sistem tenaga listrik?
3. Bagaimana kinerja *hybrid hydrogen* dan *photovoltaic* pada sistem tenaga listrik?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis produksi hydrogen dan operasi *fuel cell* pada sistem tenaga listrik.

2. Menganalisis kinerja *photovoltaic* pada sistem tenaga listrik.
3. Mendapatkan hasil analisis terkait sistem kinerja *hybrid hydrogen* dan *photovoltaic* pada eksperimen kit untuk sistem tenaga listrik.

Manfaat penelitian Integrasi pembangkit energi baru terbarukan: studi kasus kit hidrogen dan fotovoltaik energi modern, dan membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

1. Manfaat bagi pribadi sebagai mahasiswa untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi energi baru terbarukan, sehingga dapat membantu individu untuk membantu keputusan yang lebih baik dalam memilih sumber energi.
2. Manfaat bagi masyarakat adalah meningkatkan ketersediaan dan akses energi listrik yang bersih, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat.
3. Sumbangsih terhadap ilmu pengetahuan (*science*) sangat penting dalam rangka mengembangkan teknologi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Manfaat yang diharapkan menjadikan referensi yang dapat digunakan untuk mengembangkan teknologi integrasi hidrogen *fuel cell* dengan *photovoltaic* sistem tenaga listrik ramah lingkungan

1.4. Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan diberikan batasan masalah diantaranya :

1. Pembahasan mengenai analisis penggunaan kit hidrogen.
2. Menggunakan alat yakni kit hidrogen horizon.
3. Pembahasan mengenai kinerja PV dan *fuel cell*.
4. Sistem Kit tidak menggunakan generator angin atau pembangkit lainnya sebagai input untuk produksi hidrogen.
5. Tidak menghitung biaya finansial.

1.5. Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi menjadi 5 bab, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Pada bab ini menyajikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu, peluang kebaruan, fotovoltaiik, elektrolisis hidrogen, *fuel cell* dan kit hidrogen.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai desain sistem, spesifikasi perangkat dan model proses peramalan sebagai pedoman dalam membangun sistem.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil dan analisis dari Integrasi pembangkit energi terbarukan (studi kasus kit hidrogen *fuelcell*)

BAB V: PENUTUP

Bagian penutup mencakup rangkuman hasil penelitian dan penerapan sistem, serta rekomendasi dari penulis untuk pengembangan penelitian serupa di masa depan.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dari pembahasan sebelumnya mengenai produksi hidrogen dan operasi *fuel cell*, kinerja *photovoltaic* dan integrasi *Photovoltaic* dan *fuel cell* pada sistem tenaga listrik.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produksi Hidrogen dan Operasi *Fuel Cell* pada Sistem Tenaga Listrik

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa proses elektrolisis menggunakan panel surya mampu menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dalam perbandingan volume mendekati 2:1 sesuai teori. Volume gas yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu reaksi dan besar arus listrik yang digunakan. Selanjutnya, *fuel cell* yang menggunakan hidrogen dan oksigen hasil elektrolisis mampu menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 1,296 V, dengan daya keluaran mencapai 0,27 W, dan efisiensi kerja yang baik untuk skala laboratorium.

2. Kinerja *Photovoltaic* pada Sistem Tenaga Listrik

Panel surya *monocrystalline* dengan luas 60 cm² dan efisiensi 20% berhasil menghasilkan tegangan output rata-rata sebesar 2,073 V, arus sekitar 0,21 A, dan daya sekitar 0,44 W. Nilai ini menunjukkan bahwa PV cukup efisien dalam menyuplai energi listrik untuk kebutuhan elektrolisis air dan beban ringan, seperti motor DC dalam eksperimen.

3. Kinerja Hybrid Hidrogen dan *Photovoltaic* pada Sistem Tenaga Listrik

Integrasi antara PV dan *fuel cell* menghasilkan tegangan gabungan sebesar 3,369 V, lebih tinggi dibandingkan saat keduanya digunakan secara terpisah. Sistem hybrid menunjukkan kinerja yang stabil dengan variasi tegangan antara 3,030 V hingga 3,377 V. Efisiensi konversi energi sistem hybrid berada pada

rentang 68% hingga 83%, tergantung pada kondisi operasi dan metode perhitungan daya input. Hal ini membuktikan bahwa sistem hybrid mampu memberikan pasokan listrik yang lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan, sehingga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai solusi energi bersih dan terbarukan, terutama di wilayah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah

1. Pengembangan Teknologi Hidrogen

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan teknologi produksi hidrogen yang lebih efisien dan ekonomis. Penelitian ini dapat mencakup peningkatan metode elektrolisis, pemanfaatan sumber energi terbarukan lain selain *PV*, dan pengembangan material baru untuk *fuel cell* yang memiliki efisiensi lebih tinggi.

2. Optimalisasi Kinerja *Photovoltaic*

Untuk meningkatkan kinerja *photovoltaic* dalam sistem tenaga listrik, diperlukan inovasi dalam teknologi sel surya dan penempatan panel yang lebih optimal. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan efisiensi sel surya, pengurangan biaya produksi, dan penentuan lokasi yang memiliki potensi sinar matahari yang maksimal.

3. Integrasi Sistem Energi Terbarukan

Integrasi antara berbagai sumber energi terbarukan seperti hidrogen, *photovoltaic*, dan sumber energi lain perlu dioptimalkan untuk mencapai kinerja yang lebih efisien dan handal. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengkaji berbagai model integrasi, simulasi dalam skala besar, dan uji coba di lapangan untuk memastikan keandalan dan kontinuitas pasokan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muhammad and H. Mattuppuang, "Microgrid Berbasis Solar Photovoltaic Dengan Software Homer Pro Di Pelabuhan Bajoe Design Studies of a Solar Photovoltaic-Based Microgrid Using Homer Pro Software At the Bajoe Port , Bone District , South Sulawesi Faculty of Industrial Technology," 2023.
- [2] Humas EBTKE, "Energi Baru Terbarukan Berperan Besar Dalam Upaya Penurunan Emisi Di Sektor Energi."
- [3] and B. F. T. K. A. E. Setyono, "Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021.
- [4] Humas EBTKE, "Ini Strategi Pemerintah Muluskan Peta Jalan Transisi Energi Menuju Karbon Netral."
- [5] F. Rahman, "Pengelolaan Pelatihan Yang Ramah Lingkungan," *Educ. J.*, vol. 8, no. 1, pp. 156–171, 2022.
- [6] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [7] M. S. Hasan and W. Widayat, "Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Sumber Daya Energi Surya dan Angin di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 38–48, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13374.
- [8] R. D. Rahayu, "Peningkatan Arus Listrik Dan Tegangan Listrik Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Reflektor," *Simetris*, vol. 16, no. 2, pp. 49–52, 2022.
- [9] S. Shiva Kumar and V. Himabindu, "Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review," *Mater. Sci. Energy Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 442–454, 2019, doi: 10.1016/j.mset.2019.03.002.
- [10] Humas EBTKE, "Di Dubai, Menteri Arifin Bicara Potensi Hidrogen Hijau Indonesia."

- [11] K. ESDM, "Laporan Kinerja Kementerian ESDM Tahun 2022."
- [12] Widharma I.G.S, "Distributed Control System Pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (Pltn)," *Politek. Negeri Bali*, 2021.
- [13] E. Rachmawati, S. P. Mursid, A. Pudir, and K. Kunci, "Photovoltaic - Fuel Cell," pp. 13–14, 2025.
- [14] A. Marisa, "PRODUKSI HIDROGEN DENGAN METODE ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN PEM ELEKTROLISER PADA KOMPOSISI KATALIS Cu 2 O/C DAN KONDISI AIR BERVARIASI," Universitas Sriwijaya, 2022.
- [15] M. G. Fathurrachman, N. Busaeri, and N. Hiron, "Integration Analysis of Hybrid Power Plants in the South Tasikmalaya Coastal Area Using Applications Homer," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 62–70, 2022.
- [16] Nouval Hidayat Muchtar, "MODEL INTEGRASI PV DAN WIND TURBIN SEBAGAI PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK BARU TERBARUKAN PADA PETERNAKAN TAMBAK UDANG DI PT. MOD VANAME INDONESIA," Universitas Siliwangi, 2022.
- [17] A. R. Yudistira, W. Priharti, and M. Ramdhani, "Integration of Photovoltaic and Thermoelectric Generator System With Fresnel Lens Concentrator," vol. 8, no. 5, pp. 4292–4304, 2021.
- [18] A. Rajani, K. Kusnadi, and R. Darussalam, "Simulasi Integrasi Pv-Biogas Menggunakan Homer Pada Pembangkit Listrik Hybrid on - Grid: Studi Kasus Ponpes Baiturrahman Ciparay Bandung," vol. V, pp. SNF2016-ERE-55-SNF2016-ERE-60, 2019, doi: 10.21009/0305020611.
- [19] Rusmayani, "KAJIAN PEMANFAATAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI SUMATERA BARAT(STUDY KASUS: KAMPUNG BAYANG JANIAH, KABUPATEN PESISIR SELATAN)," *Ilmu Pendidik. dan Teknol.*, vol. 5, no. (2) Agustus, p. hal. 130-139, 2020.
- [20] L. Lubna, S. Sudarti, and Y. Yushardi, "Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Pelita J. Penelit. dan Karya Ilm.*, vol. 21, no. 1, pp. 76–79, 2021, doi: 10.33592/pelita.v21i1.1269.
- [21] S. Energy, "Jenis Jenis dan Rekomendasi Terbaik Panel Surya Untuk

- Bangunan Anda.” Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://sunenergy.id/jenis-jenis-panel-surya>
- [22] O. Ayadi, R. Shadid, A. Bani-Abdullah, M. Alrbai, M. Abu-Mualla, and N. A. Balah, “Experimental comparison between Monocrystalline, Polycrystalline, and Thin-film solar systems under sunny climatic conditions,” *Energy Reports*, vol. 8, no. May, pp. 218–230, 2022, doi: 10.1016/j.egy.2022.06.121.
- [23] Sollatek, “Monocrystalline.” Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.sollatek.com/products/monocrystalline/>
- [24] D. Dahliya, S. Samsurizal, and N. Pasra, “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin,” *Sutet*, vol. 11, no. 2, pp. 71–80, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1551.
- [25] I. Nurlatifah and L. Arlianti, “Artikel Review: Produksi Gas Hidrogen dari Reaksi Elektrolisis Sebagai Bahan Bakar Non-Fosil,” *Unistek*, vol. 8, no. 1, pp. 30–35, 2021, doi: 10.33592/unistek.v8i1.1206.
- [26] G. Ovia, “Sel Elektrolisis: Pengertian, Proses Reaksi, dan Contohnya.” Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://akupintar.id/info-pintar/-/blogs/sel-elektrolisis-pengertian-proses-reaksi-dan-contohnya>
- [27] M. M. Tellez-Cruz, J. Escorihuela, O. Solorza-Feria, and V. Compañ, “Proton exchange membrane fuel cells (Pemfcs): Advances and challenges,” *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 18, pp. 1–54, 2021, doi: 10.3390/polym13183064.
- [28] SAPRIADI, “PERANCANGAN MESIN KONVERSI ENERGI AIR MENJADI GAS MENGGUNAKAN TEGANGAN DC 110 VOLT PADA MATERIAL STAINLESS STEEL 316 PLAT DENGAN SISTEM ELEKTROLISIS,” 2018.
- [29] Muhaaz, “Fuel Cell Sumber Energi Terbarukan.” Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.muhaaz.com/2020/05/fuel-cell-sumber-energi-terbarukan/>
- [30] John E. McDevitt dan Ronald A. Parker, *Pengantar Kimia*. 2016.
- [31] S. N. Adi, “Menghitung Harga Potensial Sel.” Accessed: Jul. 13, 2025.

- [Online]. Available: <https://saptononugrohadi.wordpress.com/2016/11/12/menghitung-potensial-sel/>
- [32] “Solar Hydrogen Education Kit.”
- [33] A. Scientific, “Horizon Solar Hydrogen Science Kit.” Accessed: Jul. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.arborsci.com/products/solar-hydrogen-science-kit>
- [34] “Solar Hydrogen Science Kit.”
- [35] Peter Atkins dan Julio De Paula, *Kimia Fisika untuk Kimiawan*.
- [36] S. P. Sharma dan M. A. C. S. Anthoni, *Kimia Dasar*. 2020.



RIWAYAT HIDUP

A. Informasi Pribadi



Nama Lengkap : Fahmi Fauzi
Tempat Tanggal Lahir : Sukabumi, 28 Oktober 2001
NIM : 20200120068
Program Studi : Teknik Elektro
Alamat Email : fauzifahmi266@gmail.com
Nomor HP : 081290599236
Alamat : Kp. Ciganda Rt 07/03 Desa
 Semplak Kec. Sukalarang
 Kab. Sukabumi

B. Pengalaman Organisasi

No	Nama Organisasi	Jabatan	Tahun
1	Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Nusa Putra	Ketua Majelis Perwakilan Anggota (MPA)	2022-2023
2	Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Nusa Putra	Ketua Kementrian Luar Negeri	2022-2023
3	Forum Komunikasi Himpunan Mahasiswa Elektro (FKHMEI) Wilayah VII Jawa Barat	Kepala Departemen Riset dan Teknologi	2021-2023
4	Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII) Cabang Kota Sukabumi	Direktur Lembaga Riset dan Teknologi	2024-2025
5	Asihkan Bumi	Founder/ Koordinator	2023-2025
6	Sahabat Lingkungan (Saling.Id)	Manager Campaign	2025

C. Pelatihan yang Pernah Diikuti

No.	Pelatihan/Sertifikasi	Penyelenggara	Tahun
1	Pelatihan Konversi motor BBM ke Listrik	PPSDM KEBTKE Kementrian ESDM	2024
2	Sertifikasi Kompetensi tenaga teknik ketenaga listrikan	PT.ELESKA IATKI	2022

D. Pengalaman Seminar/Conference

No.	Seminar/Conference	Peran	Tahun
1	ICONTENTION	Presenter	2023
2	SENTRO	Peserta	2021

E. Publikasi Ilmiah

No.	Judul Paper	Publisher	Tahun
1	Decision-making employee performance evaluation at XYZ University using the Mamdani fuzzy logic method	FIDELITY: Jurnal Teknik Elektro	2021

