SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH IRADIASI MATAHARI DAN KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KINERJA ALIRAN PADA *PHOTOFUELCELL* DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

Oleh:
ADHITYA HAZMI SATRIAGUNG
NPM.22036010039

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIOANL "VETERAN"
JAWA TIMUR

2026

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH MODELING IRADIASI MATAHARI DAN KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KINERJA ALIRAN PADA PHOTOFUELCELL DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Oleh :

Nama : Adhitya Hazmi Satriagung
NPM : 22036010039
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah Diuji Dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Selasa / 22 September 2026
Telah Disahkan Oleh:

Dosen Penguji 1

Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.
NIP. 199301202024061001

Dosen Pembimbing 1

Tria Puspa Sari S.T., M.S.
NIP. 199403112025062005

Dosen Penguji 2

Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd..MT.
NIP. 199101142025062005

Dosen Pembimbing 2

Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T..
NIP. 199806152024062002

Menyetujui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin

Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.
NIP. 196406111992032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031-8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id , Laman : http://tekmesin.upnjatim.ac.id/

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama	: Adhitya Hazmi Satriagung
NPM	: 22036010039
Program Studi	: Teknik Mesin
Tanggal Sidang Seminar Hasil	: 22 September 2026

Telah mengerjakan revisi SKRIPSI /TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode IV, TA . 2026/2027.
Dengan judul : ANALISIS PENGARUH IRADIASI MATAHARI DAN KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KINERJA ALIRAN PADA PHOTOFUELCELL DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. **Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.**
   NIP. 199301202024061001
2. **Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd.,MT.**
   NIP. 199101142025062005

Surabaya, 22 September 2026
Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1

Tria Puspa Sari, S.T., M.S.
NIP. 199403112025062005

Surabaya, 22 September 2026
Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2

Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.
NIP. 199806152024062002

*Catatan: *) coret yang tidak perlu*

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Adhitya Hazmi Satriagung
NPM	: 22036010039
Program	: Sarjana(S1)
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Fakultas Teknik dan Sains
Judul Skripsi/Tugas Akhir	: ANALISIS PENGARUH MODELING IRADIASI MATAHARI DAN KECEPATAN ALIRAN TERHADAP KINERJA ALIRAN PADA PHOTOFUELCELL DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis di sitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 September 2026

Yang Membuat pernyataan



Adhitya Hazmi Satriagung
NPM. 22036010039

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: *Analisis Pengaruh Modeling Iradiasi Matahari Dan Kecepatan aliran Terhadap Kinerja Aliran Pada Photofuelcell Dengan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P, Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Ibu Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, M.T., Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Ibu Tria Puspa Sari, S.T., M.S. dan Ibu Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T., yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar di Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
5. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2022, atas dukungan, kebersamaan, dan motivasinya.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan materi yang tiada henti.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi tambahan wawasan dan referensi dalam bidang ilmu teknik mesin.

Surabaya, 27 November 2026

Penulis
*(*Adhitya Hazmi Satriagung*)*

ABSTRAK

Pengembangan teknologi produksi hidrogen yang efisien dan berkelanjutan dapat dilakukan melalui sistem *PhotoFuelCell* (PFC), yang mampu mengonversi energi surya menjadi energi kimia (hidrogen) sekaligus mendegradasi senyawa organik. Kinerja PFC sangat dipengaruhi oleh kondisi aliran fluida dan intensitas cahaya pada ruang anoda (*anodic chamber*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan aliran (1, 2, 3, dan 4 m/s) dan iradiasi matahari (400, 600, 800, dan 1000 W/m²) terhadap karakteristik aliran dan efisiensi degradasi *benzoic acid* (BA) menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) 3D secara transien (*unsteady*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan inlet akan memperluas zona berkecepatan tinggi dan meningkatkan perpindahan massa. Namun, hal tersebut menurunkan waktu tinggal (*residence time*) fluida sehingga memicu penurunan efisiensi degradasi BA. Di sisi lain, peningkatan intensitas iradiasi matahari secara signifikan meningkatkan efisiensi degradasi karena jumlah foton yang diserap untuk menghasilkan radikal hidroksil pada reaksi fotokatalitik semakin besar. Hasil performa paling optimal diperoleh pada kombinasi kecepatan inlet terendah sebesar 1 m/s dan iradiasi tertinggi sebesar 1000 W/m². Kombinasi ini menghasilkan efisiensi degradasi BA tertinggi sebesar 58,9% dengan nilai fraksi massa BA di outlet sebesar $1{,}81 \times 10^{-6}$. Kesimpulannya, kombinasi waktu tinggal yang cukup akibat aliran yang rendah dan energi cahaya yang tinggi sangat penting untuk memaksimalkan kinerja degradasi polutan pada sistem *PhotoFuelCell*.

Kata kunci : *PhotoFuelCell*, *Computational Fluid Dynamics* (CFD), Kecepatan Aliran, Iradiasi Matahari, Efisiensi Degradasi.

ABSTRACT

The development of efficient and sustainable hydrogen production technology can be achieved through the PhotoFuelCell (PFC) system, which is capable of converting solar energy into chemical energy (hydrogen) while simultaneously degrading organic compounds. The performance of a PFC is highly influenced by fluid flow conditions and light intensity in the anodic chamber. This study aims to analyze the effect of variations in flow velocity (1, 2, 3, and 4 m/s) and solar irradiation (400, 600, 800, and 1000 W/m²) on flow characteristics and the degradation efficiency of benzoic acid (BA) using a 3D transient (unsteady) Computational Fluid Dynamics (CFD) method. The simulation results indicate that increasing the inlet velocity expands high-velocity zones and enhances mass transfer. However, this reduces the fluid's residence time, thereby triggering a decrease in the BA degradation efficiency. On the other hand, increasing solar irradiation significantly improves degradation efficiency due to a higher amount of photons absorbed to produce hydroxyl radicals for the photocatalytic reaction. The optimal performance was achieved at a combination of the lowest inlet velocity of 1 m/s and the highest irradiation of 1000 W/m². This condition yielded the highest BA degradation efficiency of 58.9%, with a BA mass fraction at the outlet of 1.81 × 10^{-6}. In conclusion, combining sufficient residence time through low flow velocity with high light energy is crucial for maximizing the pollutant degradation performance in the PhotoFuelCell system.

Keywords: *PhotoFuelCell, Computational Fluid Dynamics (CFD), Flow Velocity, Solar Irradiation, Degradation Efficiency.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR BEBAS REVISI ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Permasalahan 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Pengaruh Desain Reaktor *Photofueltaic* Terhadap Laju Aliran Fluida 5
2.2 Energi Terbarukan 7
2.3 *Hydrogen* 8
2.4 *Photovolltaic* 9
2.5 *Hydrogen photofuelcell* 9
2.6 *Computational Fluid Dynamics* (CFD) 10
2.7 *Reynolds Number* 12
2.8 Efisiensi Degradasi *Benezoic Acid* 14
2.9 Laju Aliran Air 15
2.10 *User Difined Function* 16
2.11 Iradiasi Matahari 17
2.12 *Residence Time* 18
2.13 Hipotesis 20
BAB III METODELOGI PENELITIAN 21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 21
3.2 Diagram Alir 21

3.3 Variabel Bebas, Terikat, dan Terkontrol 23
3.4 *Pre-Processing* 23
3.4.1 Pembuatan geometri 23
3.4.2 *Mesh*ing 24
3.4.3 *Boundary coundition* 26
3.4.4 *Grid Independent Test* 27
3.5 *Processing* 28
3.5.1 *Input* Properti *Benzoic Acid* dan Kaca 28
3.5.2 Tahap *prosesing* 29
3.5.3 *General* 31
3.5.4 Model 31
3.5.5 Material 31
3.5.6 *Cell Zone Condition* 32
3.5.7 *Boundary Coundition* 32
3.5.8 *Solution* 32
3.5.9 *Intialize* 32
3.5.10 *Residual* 32
3.5.11 *Run calculation* 33
BAB IV 35
PEMBAHASAN 35
4.1 Validasi Model Numerik 35
4.2 Pengaruh *Residence Time* terhadap Efisiensi Degradasi *Benzoic Acid* 36
4.3 Perbandingan *Mass Fraction Benzoic Acid Terhadap Kecepatan Inlet* 38
4.4 Distribusi Aliran Fluida Pada Ruang *Anoda Photofuelcell* 43
4.4.1 Kontur kecepatan Inlet 43
4.4.2 *Mass Fraction Benzoic Acid* 44
4.5 Efisiensi Degradasi *Benzoic Acid* (BA) 47
BAB V 49
KESIMPULAN 49
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Photovoltaic Dalam Photofuelcell 9
Gambar 2. 2 Hydrogen photofuelcell 10
Gambar 2. 3 Countur Laju Aliran Fluida..... 15
Gambar 2. 4 Iradiasi Matahari pada Photoanode 17
Gambar 3. 1 Diagram Alir 22
Gambar 3. 2 Geometri Anodic Chamber 24
Gambar 3. 3 Mesh Menggunakan Ansys Fluent 25
Gambar 3. 4 Boundary Coundition Pada Simulasi..... 26
Gambar 3. 5 Grafik Grid Independet Test 28
Gambar 4. 1 Grafik Validasi Dengan Jurnal (Phuan et al., 2017) 35
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Residence Time Terhadap Efisiensi Degradasi BA..... 36
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Mass Fraction BA Terhadap Time Step di Irradiasi 400 W/m^2..... 38
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Mass Fraction BA Terhadap Time Step di Irradiasi 600 W/m^2..... 39
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Mass Fraction BA Terhadap Time Step di Irradiasi 800 W/m^2..... 40
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Mass Fraction BA Terhadap Time Step di Irradiasi 1000 W/m^2..... 42
Gambar 4. 7 Kontur Kecepatan Pada Anodic Chamber 43
Gambar 4. 8 Mass Fraction Pada Anodic Chamber 45
Gambar 4. 9 Efisiensi Degradasi Benzoic Acid Pada Semua Variasi..... 47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Terkait Desain Reaktor Terhadap Laju Aliran Fluida 5
Tabel 2. 2 Klasifikasi Kualitas Mesh Berdasarkan Skewness 11
Tabel 2. 3 Klasifikasi Kualitas Mesh Berdasarkan Orthogonal Quality..... 11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Anodic Chamber..... 24
Tabel 3. 2 Properti Glass Yang Dipakai Simulasi (Matthews, 2011). 28
Tabel 3. 3 Properti BA Yang Dipakai Dalam Simulasi (Duran et al., 2011). 29
Tabel 3. 4 Setup Solver Simulasi Penelitian..... 29
Tabel 4. 1 Hasil Validasi Model Numerik 35
Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Untuk Efisiensi Degradasi Benzoic Acid. 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Mass Fraction Benzoic Acid Pada Outlet 53
Lampiran 2 *Calculation Setup* 53
Lampiran 3 *Viscous Model* 54
Lampiran 4 Species Model 54
Lampiran 5 Radiation Model 55
Lampiran 6 Tabel Pengaruh Residence Time Terhadap Efisiensi Degradasi BA 55
Lampiran 7 User Definition Function 56
Lampiran 8 Hubungan Antara Mass Fraction BA Dengan Kecepatan Pada TimeStep Tertentu di Iradiasi 1000 W/m^2 56
Lampiran 9 Hubungan Antara Mass Fraction BA Dengan Kecepatan Pada TimeStep Tertentu di Iradiasi 600 W/m^2 57
Lampiran 10 Hubungan Antara Mass Fraction BA Dengan Kecepatan Pada TimeStep Tertentu di Iradiasi 600 W/m^2 57
Lampiran 11 Hubungan Antara Mass Fraction BA Dengan Kecepatan Pada TimeStep Tertentu di Iradiasi 1000 W/m^2 58
Lampiran 16 Grafik Hubungan TimeStep Dengan Mass Fraction BA Pada Irradiasi 400 W/m^2 58
Lampiran 17 Grafik Hubungan TimeStep Dengan Mass Fraction BA Pada Irradiasi 600 W/m^2 59
Lampiran 18 Grafik Hubungan TimeStep Dengan Mass Fraction BA Pada Irradiasi 800 W/m^2 59
Lampiran 19 Grafik Hubungan TimeStep Dengan Mass Fraction BA Pada Irradiasi 1000 W/m^2 60