

## DAFTAR ISI

|                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....                                      | iv    |
| SURAT PERNYATAAN KEBENARAN DOKUMEN .....                             | v     |
| SURAT PERMOHONAN .....                                               | vi    |
| MOTTO .....                                                          | vi    |
| KATA PENGANTAR .....                                                 | viii  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                | x     |
| INTISARI .....                                                       | xi    |
| DAFTAR ISI.....                                                      | xii   |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                   | xv    |
| DAFTAR TABEL.....                                                    | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                               | 19    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                            | 19    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                           | 21    |
| 1.3. Hipotesis.....                                                  | 21    |
| 1.4. Tujuan.....                                                     | 22    |
| 1.5. Manfaat.....                                                    | 22    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                        | 23    |
| 2.1. Penelitian Terdahulu .....                                      | 23    |
| 2.2. PEMFC Jenis <i>Open Cathode</i> .....                           | 25    |
| 2.3. <i>Hydrogen Flow Field</i> .....                                | 27    |
| 2.4. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Teoritis .....                 | 28    |
| 2.4.1. Persamaan Darcy-Weisbach .....                                | 28    |
| 2.4.2. Persamaan Darcy-Forchheimer .....                             | 30    |
| 2.4.3. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Teoritis .....         | 30    |
| 2.5. Perhitungan Elektrokimia dan Kebutuhan Hidrogen pada PEMFC..... | 31    |
| 2.5.1. Hukum Faraday .....                                           | 31    |
| 2.5.2. <i>Current Density</i> dan Arus Total pada PEMFC.....         | 33    |
| 2.5.3. Perhitungan Daya Teoritis pada PEMFC .....                    | 33    |
| 2.5.4. Perhitungan Kebutuhan Hidrogen pada PEMFC.....                | 34    |
| 2.6. Model Semi-Empiris Perhitungan Performa Listrik PEMFC .....     | 34    |
| 2.7. <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....                  | 37    |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.8. Nilai <i>Permeability</i> pada Porous Media .....                                       | 40 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                                              | 42 |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian .....                                                           | 42 |
| 3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....                                               | 44 |
| 3.2.2. Penentuan Tujuan .....                                                                | 44 |
| 3.2.3. Studi Literatur.....                                                                  | 44 |
| 3.2.4. Pemilihan Desain <i>Hydrogen Flow Field</i> .....                                     | 45 |
| 3.2.5. Penentuan Parameter Awal.....                                                         | 45 |
| 3.2.6. Implementasi Parameter Operasi dan Konfigurasi Sistem PEMFC.....                      | 47 |
| 3.2.7. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Teoritis.....                                        | 47 |
| 3.2.8. Simulasi <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) .....                              | 48 |
| 3.2.9. Pemodelan Semi-Empiris <i>Steady-State</i> Performa Listrik PEMFC.....                | 54 |
| 3.2.10. Eksperimen Terhadap Prototipe PEMFC <i>Open Cathode</i> .....                        | 55 |
| 3.2.11. Perbandingan dan Analisis Data.....                                                  | 56 |
| 3.2.12. Optimasi <i>Hydrogen Flow Field</i> .....                                            | 56 |
| 3.2.13. Evaluasi Efektivitas Optimalisasi .....                                              | 56 |
| 3.2.14. Analisis dan Pembahasan .....                                                        | 57 |
| 3.2.15. Penarikan Kesimpulan dan Saran .....                                                 | 57 |
| 3.2.16. <i>Expected Result</i> .....                                                         | 58 |
| 3.3. Objek Penelitian .....                                                                  | 59 |
| 3.4. Alat dan Bahan .....                                                                    | 59 |
| 3.5. Pengumpulan Data .....                                                                  | 60 |
| 3.6. Waktu dan Tempat .....                                                                  | 61 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                            | 62 |
| 4.1. Hasil Eksperimen dan Pemodelan.....                                                     | 62 |
| 4.1.1. Hasil Eksperimen PEMFC.....                                                           | 62 |
| 4.1.2. Hasil Simulasi CFD <i>Pressure Drop</i> pada Variasi <i>Hydrogen Flow Field</i> ..... | 68 |
| 4.1.3. Hasil Performa Kelistrikan PEMFC dengan Metode Semi-Empiris .....                     | 76 |
| 4.1.4. Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Teoritis.....                                  | 82 |
| 4.2. Pembahasan.....                                                                         | 82 |
| 4.2.1. Evaluasi Performa Kelistrikan pada Variasi Desain <i>Hydrogen Flow Field</i> .....    | 83 |
| 4.2.2. Evaluasi <i>Pressure Drop</i> pada Variasi Desain <i>Hydrogen Flow Field</i> .....    | 87 |
| 4.2.3. Analisis Distribusi Aliran Hidrogen pada Variasi <i>Hydrogen Flow Field</i> .....     | 89 |

|                                  |                                                                        |     |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4.                           | Evaluasi Akurasi Pemodelan Semi-Empiris terhadap Hasil Eksperimen..... | 95  |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... |                                                                        | 103 |
| 5.1.                             | Kesimpulan.....                                                        | 103 |
| 5.2.                             | Saran.....                                                             | 104 |
| 5.3.                             | Rekomendasi .....                                                      | 104 |
| DAFTAR PUSTAKA .....             |                                                                        | 105 |
| LAMPIRAN.....                    |                                                                        | 109 |