

ANALISIS KINERJA SISTEM HIBRID SOFC (SOLID OXIDE FUEL CELL) DAN MGT (MICRO GAS TURBINE) SEBAGAI PENGGERAK KENDARAAN BUS

Oleh
Shilahuddin

07/257044/TK/33462

Diajukan kepada Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 Juli 2015
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Fisika Teknik

INTISARI

Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) adalah salah satu tipe fuel cell yang berbahan bakar hidrogen (H_2) dan beroperasi pada suhu tinggi, yaitu sekitar 750 – 1000 °C dengan tipe elektrolit berupa *stabilized ceramic matrix with free oxide ion*. Karena suhu operasinya yang tinggi SOFC cocok dikombinasikan dengan mikro gas turbin dalam siklus Brayton sehingga diperoleh sebuah sistem pembangkit daya yang menghasilkan daya besar dengan efisiensi cukup besar pula. Sistem pembangkit tersebut yang secara umum disebut sebagai sistem hibrid Solid Oxide Fuel Cell dan Micro Gas Turbin (SOFC-MGT) dapat digunakan sebagai penggerak kendaraan bus ramah lingkungan yang menggantikan bahan bakar fosil.

Untuk mendapatkan disain yang mempunyai efisiensi tinggi perlu dilakukan analisis terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi efisiensi sistem tersebut. Dalam penelitian ini, optimasi dilakukan dengan memvariasikan rasio tekanan turbin, R_{pe} yang berpengaruh terhadap suhu dan tekanan operasi sistem. Siklus overall SOFC-MGT overall kompresi satu tingkat didisain, satu level kompresi dan satu level ekspansi yang disempurnakan dengan Afterburner untuk memenuhi kebutuhan disain daya listrik sistem sebesar 150 kW. Perancangan dilakukan dengan memberikan variasi input rasio tekanan turbin yang besarnya antara 1 sampai 20 serta variasi laju alir mol H_2 minimal dan maksimal masuk SOFC yang didapat dari perhitungan.

SOFC dirancang dari sel jenis tubular dan berjumlah 158.848 buah. Daya listrik yang dihasilkan sistem hibrid SOFC-MGT sebesar 202,92 kW yang mana 152,82 kW berasal dari SOFC dan pada densitas arus 1000 A/m² dan 50,10 kW berasal dari generator. Diperoleh laju alir mol H_2 minimal dan maksimal masuk SOFC masing-masing sebesar 0,00139 kmol/s dan 0,00928 kmol/s. Pada disain ini untuk laju alir mol sebesar 0,00139 kmol/s efisiensi *overall* maksimum sistem sebesar 57,84% dicapai pada titik operasi sebesar 977,46 K dan rasio tekanan turbin sebesar 11,1. Sedangkan untuk laju alir mol sebesar 0,00928 kmol/s efisiensi *overall* maksimum sistem sebesar 50,52% dicapai pada titik operasi SOFC sebesar 977,61 K dan rasio tekanan turbin sebesar 11,2.

Kata kunci : sistem hibrid SOFC-MGT, tekanan operasi, suhu operasi, rasio tekanan turbin, efisiensi, siklus Brayton.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, S.T., M.T.
Pembimbing Pendamping : Dr-Ing. Sihana.

ANALYSIS OF PERFORMANCE OF SOFC (SOLID OXIDE FUEL CELL) AND MGT (MICRO GAS TURBINE) HYBRIDE SYSTEM AS A BUS VEHICLE DRIVER

By
Shilahuddin
07/257044/TK/33462

Submitted to the Department of Engineering Physics
Faculty of Engineering Gadjah Mada University on July 14, 2015
in Partial Fulfillment of the Degree of
Bachelor of Engineering in Physics Engineering

ABSTRACT

Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) is one of the fuel cell type, whose fuel is hydrogen (H_2) and operating at a high temperature, approximately 750 – 1000 °C with electrolyte in stabilized ceramic matrix with free oxide ion. Due to its high operating temperature it is suitable to be combined with micro gas turbine within Brayton Cycle so it is obtained the power generating system that generates high output power with high efficiency. It commonly called Solid Oxide Fuel Cell – Micro Gas Turbine (SOFC- MGT) hybride system is used to be the driver of eco-enviromentally bus susbstituting fossil fuel.

To get a design that has high efficiency, it is necessary to make an analysis for parameters that influences efficiency of the system. In this research, optimization is done by varying turbine pressure ratio that affect the operation temperature and pressure of system. SOFC-MGT hybride system is designed of one level compression, one level expansion and accomplished by Afterburner to fulfill the system power demand of 150 kW. The simulation is done by giving variation of turbine pressure ratio from 1 to 20 and variation of the minimum and maximum mol rate of H_2 at the inlet side of SOFC obtained from calculation.

SOFC is designed from cells of tubular type of 158.848 cells. The elctrical power produced by the system is 202,92 kW which 152,82 kW from SOFC at current density of 1000 A/m² dan 50,10 kW from generator. Obtained the minimum and maximum mol rate of H_2 at the inlet side of SOFC respectively are 0,00139 kmol/s and 0,00139 kmol/s. In this design for the mol rate of H_2 of 0,00139 kmol/s the maximum efficiency achieved is 57,84% at SOFC operation temperature of 977,46 K and turbine pressure ratio of 11,1. Whereas, for the mol rate of H_2 of 0,00928 kmol/s the maximum efficiency achieved is 50,52% at operation temperature of 977,61 K and turbine pressure ratio of 11,2.

Keywords : SOFC-MGT hybride system, operating pressure, operating temperature, turbine pressure rasio, efficiency, Brayton cycle.

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, S.T., M.T.
Co-Supervisor : Dr-Ing. Sihana.