

# **DESAIN PENGENDALI BEBAN ELEKTRONIS UNTUK GENERATOR INDUKSI TERISOLASI BERBASIS PENYEARAH TIGA FASE MENGGUNAKAN RASPBERRY PI**

oleh

Ihsan Nur Hakim  
15/384833/TK/43495

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 29 April 2020  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

## **INTISARI**

Generator induksi terisolasi (GIT) dipandang tepat untuk menyuplai listrik pada *micro-grid* di daerah pelosok. Untuk mengatasi perubahan tegangan dan frekuensi GIT ketika mengalami perubahan beban, diperlukan pengendali beban elektronis (PBE). Dikarenakan belum tersedia desain PBE untuk GIT dalam satu piranti kendali dan pemantauan yang mendukung *Framework for Distributed Industrial Automation and Control* (4DIAC), dirintis suatu PBE untuk GIT dengan Raspberry Pi.

Perancangan PBE dilakukan dengan mengidentifikasi karakteristik GIT dan kaitannya dengan sistem listrik Indonesia. Untuk mengatasi keterbatasan GIT dalam memenuhi sistem listrik, dirancang sistem sensor, kontrol, dan aktuator. Hasil rancangan tersebut diimplementasikan dan diidentifikasi karakteristiknya. Sistem PBE disetem secara eksperimental dan diuji kinerjanya.

Sistem GIT yang dikaji terdiri dari mesin induksi dengan kumparan fase, kapasitor eksitasi, serta beban resistif tiga fase terhubung delta. Keluaran GIT dijaga pada frekuensi 49,5 Hz hingga 50,5 Hz, bersesuaian dengan tegangan nominal 294 V. Sensor yang dirancang adalah sensor tegangan dengan transformator, filter, penyearah, dan ADC. Aktuator yang dirancang terdiri dari penyearah tiga fase, beban palsu, *driver optocoupler*, dan IGBT. Kontroler berbasis algoritma PI diterapkan pada Raspberry Pi Zero dengan nilai  $K_p$  dan  $K_i$  sebesar 5,0. Pengujian PBE dilakukan dengan mengubah undak konduktansi beban utama setiap fase dalam dua tahap singkat di antara nilai  $0 \mu\Omega^{-1}$ ,  $465 \mu\Omega^{-1}$ , dan  $530 \mu\Omega^{-1}$ . Perubahan keluaran GIT akibat perubahan beban telah dapat dikendalikan menuju standard frekuensi Indonesia pada keadaan tunaknya. Simpangan terjauh GIT dari tegangan nominal bernilai -12,24%, sementara simpangan frekuensi terbesar bernilai +3,2%, dengan durasi pemulihan terlama sebesar 832 ms.

**Kata kunci:** generator induksi, pengendali beban elektronis, Raspberry Pi, IGBT.

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.Sc.

Pembimbing Pendamping : Adlan Bagus Pradana, S.T., M.Tech.

# **DESIGN OF ELECTRONIC LOAD CONTROLLER FOR SELF-EXCITED INDUCTION GENERATOR BASED ON THREE PHASE RECTIFICATION USING RASPBERRY PI**

by

Ihsan Nur Hakim  
15/384833/TK/43495

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on April 29, 2020  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

## **ABSTRACT**

Self-excited induction generator (SEIG) is considered appropriate to provide electricity in isolated areas through micro-grid. Electronic load controller (ELC) is needed to maintain the voltage and frequency level of SEIG during its loading and unloading. Design of ELC for SEIG with Raspberry Pi is developed since ELC design for SEIG in single control and monitoring device that supports Framework for Distributed Industrial Automation and Control (4DIAC) has not been available.

The designing of ELC is conducted by identifying the characteristics of SEIG and their relationship with the Indonesian electricity system. To compensate the capability limitations of the SEIG, a system consisting sensor, controller, and actuator is designed. The design results are implemented and their characteristics are identified. The ELC is tuned by experimental means and its performance is tested.

The proposed SEIG consists of induction machine with its three phase coils, excitation capacitors, and resistive loads are delta-connected. The output of the SEIG is maintained within frequency of 49.5 Hz to 50.5 Hz, which corresponds to nominal voltage of 294 V. The designed sensor is voltage sensor with transformer, filters, rectifier, and ADC. The actuator consisted of three phase rectifier, dump load, optocoupler driver, and IGBT. A controller based on PI algorithm is applied to Raspberry Pi Zero with  $K_p$  and  $K_i$  values are set to 5.0. The testing of ELC is conducted by changing the conductance of the main loads of each phase with steps of  $0 \mu\Omega^{-1}$ ,  $465 \mu\Omega^{-1}$ , and  $530 \mu\Omega^{-1}$  in two short stages. The output change of SEIG caused by loading and unloading could be regulated within Indonesian frequency standard in its steady state. The largest voltage deviation from the nominal value is -12.24%, while the largest frequency deviation is +3.2%, and the longest settling time is 832 ms.

**Keywords:** induction generator, electronic load controller, Raspberry Pi, IGBT.

Supervisor : Dr.-Ing. Awang Noor Indra Wardana, S.T., M.Sc.  
Co-supervisor : Adlan Bagus Pradana, S.T., M.Tech.