

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN EMISI METANA
RUMINANSIA YANG PORTABEL DAN BERENERGI MANDIRI
BERBASIS PANEL SURYA**

Panji Dewandaru
21/479337/TK/52867

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 10 September 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Sektor agrikultur merupakan salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya metana yang dihasilkan melalui fermentasi enterik pada hewan ruminansia. Di Indonesia, meskipun populasi sapi terus meningkat, teknologi pemantauan emisi metana eruktasi masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem portabel untuk pemantauan emisi metana eruktasi pada hewan ruminansia yang mandiri energi berbasis panel surya.

Metode yang digunakan meliputi perancangan dan pengujian *portable headbox system* dengan integrasi sensor TGS2600 untuk metana, MH-Z19B untuk karbon dioksida, BME280 untuk parameter lingkungan, serta dilengkapi *web dashboard* guna menampilkan data hasil pengukuran. Evaluasi dilakukan terhadap akurasi sensor, hasil produksi metana, dan kemampuan kemandirian energi sistem.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor BME280 memiliki RMSE $\pm 0,0432$ °C untuk suhu, $\pm 0,3475$ %RH untuk kelembapan, dan $\pm 0,2876$ hPa untuk tekanan. Sensor MH-Z19B mencatat RMSE $\pm 60,1498$ ppm, sedangkan TGS2600 sebesar $\pm 0,5631$ ppm. Estimasi produksi metana untuk dua sampel sapi tercatat sebesar $35,999 \times 10^{-3}$ g/h dan $40,453 \times 10^{-3}$ g/h. Dengan potensi output surya harian sebesar 3,957 Wh/Wp, maka sistem tenaga surya 50 Wp mampu mengisi baterai 12V/8Ah penuh dalam 4 jam 36 menit.

Kata kunci: emisi metana, eruktasi ruminansia, fermentasi enterik, dan sensor.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Mukhsin Al Anas, S.PT., IPP.



DESIGN AND DEVELOPMENT OF A PORTABLE AND SOLAR-POWERED STANDALONE METHANE EMISSION MONITORING SYSTEM FOR RUMINANTS

Panji Dewandaru
21/479337/TK/52867

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 10, 2025
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

The agricultural sector is one of the major contributors to greenhouse gas (GHG) emissions, particularly methane produced through enteric fermentation in ruminant animals. In Indonesia, despite the continuous increase in cattle population, technologies for monitoring eructed methane emissions remain limited. This study aims to develop a portable system for monitoring methane emissions from ruminant eructation that is self-powered using solar energy.

The methodology involves the design and testing of a portable headbox system integrating a TGS2600 sensor for methane detection, an MH-Z19B sensor for carbon dioxide measurement, and a BME280 sensor for environmental parameters, complemented by a web dashboard for real-time data visualization. The system was evaluated in terms of sensor accuracy, methane production measurement, and energy self-sufficiency performance.

Experimental results show that the BME280 sensor achieved an RMSE of ± 0.0432 °C for temperature, ± 0.3475 %RH for humidity, and ± 0.2876 hPa for pressure. The MH-Z19B sensor recorded an RMSE of ± 60.1498 ppm, while the TGS2600 exhibited ± 0.5631 ppm. The estimated methane production from two cattle samples was 35.999×10^{-3} g/h and 40.453×10^{-3} g/h, respectively. With a daily solar output potential of 3.957 Wh/Wp, the 50 Wp solar system was able to fully charge a 12V/8Ah battery within 4 hours and 36 minutes.

Keywords- *methane emissions, ruminant eructation, enteric fermentation, sensors.*

Supervisor : Dr. Ir. Nur Abdillah Siddiq, S.T., IPP.

Co-supervisor : Dr. Ir. Mukhsin Al Anas, S.PT., IPP.

