

## RANCANG BANGUN PURWARUPA JENDELA CERDAS DENGAN PENGENDALIAN BUKAAN DAN TRANSPARANSI BERDASARKAN PARAMETER LINGKUNGAN

Dimas Puji Raharjo

21/473779/TK/52230

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 08 Juli 2025  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

### INTISARI

Pencahayaan alami dan kualitas udara merupakan dua aspek penting dalam bangunan modern. Pencahayaan alami memberikan potensi penghematan energi, tetapi berisiko mengganggu kenyamanan visual penghuni. Selain itu, Kualitas udara dalam ruangan menjadi penting akibat tingginya konsentrasi gas CO<sub>2</sub> yang mempengaruhi kesehatan dan produktivitas penghuni.

Penelitian ini dilakukan dengan merancang jendela cerdas untuk mengendalikan bukaan dan transparansi berdasarkan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> dan pencahayaan alami. Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental melalui perancangan dan pembangunan sistem hingga diperoleh purwarupa sistem.

Hasil pengujian sensor BH1750 memberikan nilai MAE sebesar 1,33 lx dan RMSE sebesar 2,75 lx, sensor VL53L0X menunjukkan nilai MAE 0,23 cm dan RMSE 0,27 cm, sedangkan sensor MH-Z19 menunjukkan nilai MAE sebesar 33 ppm dan RMSE sebesar 43 ppm. Pengujian respon menunjukkan 100% keberhasilan untuk mencapai *set-point* dengan *error* kurang dari 2%. Rerata waktu respon motor dalam menggerakkan jendela adalah 4,21 s untuk gerakan 20 cm, dan 8,50 s untuk gerakan 40 cm. Rerata konsumsi daya terbesar adalah 15,64 Watt, dengan sensor, PDLC, dan motor dalam keadaan menyala. Rata-rata konsumsi daya paling rendah adalah 8,895 Watt dengan kondisi hanya sensor yang menyala. Torsi yang dihasilkan motor untuk membuka adalah 0,37 Nm, dan untuk menutup adalah 0,38 Nm. Dengan ini, purwarupa jendela cerdas dengan pengendalian bukaan dan transparansi berdasarkan parameter lingkungan berhasil dibangun.

**Kata kunci:** jendela cerdas, PDLC, kenyamanan visual, kualitas udara dalam ruang.

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

Pembimbing Pendamping : Prof. Dr. Ir. Faridah, S.T., M.Sc., IPU.



## SMART WINDOW PROTOTYPE DESIGN WITH OPENING AND TRANSPARENCY CONTROL BASED ON ENVIRONMENTAL PARAMETERS

Dimas Puji Raharjo

21/473779/TK/52230

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *July 08, 2025*  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

### ABSTRACT

Natural lighting and air quality are two crucial aspects of modern buildings. While natural lighting offers significant energy saving potential, it risks compromising occupants' visual comfort. Meanwhile, indoor air quality has become a critical concern due to high concentrations of CO<sub>2</sub> gas, which can negatively impact occupant health and productivity.

This research designs a smart window prototype that controls both its opening and transparency based on real-time CO<sub>2</sub> concentration and natural lighting levels. The study employed an experimental methodology, encompassing the design, construction, and operational testing of the system.

Experimental results demonstrate the accuracy of the sensors used: the BH1750 sensor showed a Mean Absolute Error (MAE) of 1.33 lx and a Root Mean Square Error (RMSE) of 2.75 lx for light intensity; the VL53L0X sensor exhibited an MAE of 0.23 cm and an RMSE of 0.27 cm for distance; and the MH-Z19 sensor had an MAE of 33 ppm and an RMSE of 43 ppm for CO<sub>2</sub> concentration. Actuator response tests indicated a 100% success rate in reaching the set-point with a steady-state error of less than 2%. The average response time for the motor to move the window was 4.21 seconds for a half-step and 8.50 seconds for a full-step. The maximum average power consumption was 15.64 Watts. The lowest average power consumption was 8.895 Watts. The motor generated a torque of 0.37 Nm for opening and 0.38 Nm for closing the window. In conclusion, a prototype of a smart window with integrated control over opening and transparency based on environmental parameters has been successfully made.

**Keywords:** smart window, PDLC, visual comfort, indoor air quality

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

Co-supervisor : Prof. Dr. Ir. Faridah, S.T., M.Sc., IPU.

