

**VALIDASI SISTEM PEMANTAU PARAMETER KUALITAS TIDUR  
OBJEKTIF BERBASIS *PHOTOPLETHYSMOGRAPHY* DENGAN  
ALGORITMA KLASIFIKASI FASE TIDUR MENGGUNAKAN DATA  
*ELECTROENCEPHALOGRAPHY***

Ashfiya Khairunnisa Wibowo

20/460202/TK/50791

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 3 Januari 2025  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

**INTISARI**

Pemantauan kualitas tidur penting untuk dilakukan sebagai pencegahan masalah kesehatan akibat gangguan tidur. Metode *gold standard* untuk mengukur kualitas tidur adalah *polysomnography* (PSG). *Photoplethysmography* (PPG) telah dikembangkan sebagai metode alternatif untuk memantau beberapa parameter kualitas tidur yaitu durasi fase tidur dan efisiensi tidur. Namun, validitas dan presisi dari metode tersebut belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi metode PPG menggunakan *electroencephalography* (EEG), yaitu metode klasifikasi fase tidur berbasis frekuensi gelombang otak yang juga digunakan pada PSG.

Validasi sistem pemantau kualitas tidur dilakukan dengan metode eksperimental laboratoris. Validasi diawali dengan pembuatan algoritma sistem EEG. Algoritma sistem EEG dirancang untuk membagi data gelombang otak menjadi segmen-segmen kemudian menghitung nilai *power spectral density* (PSD) dari setiap segmen. Kemudian, sistem menentukan frekuensi dominan dari tiap segmen berdasarkan nilai PSD tertinggi dan menetapkan fase tidur yang sesuai kepada segmen. Selanjutnya, dihitung persentase masing-masing fase tidur dan nilai efisiensi tidur kemudian dibandingkan dengan hasil sistem PPG.

Sistem yang telah dirancang berhasil mengklasifikasi fase bangun dan tidur dengan akurasi 96,94%. Hasil validasi sistem PPG dengan EEG menghasilkan nilai bias Bland-Altman 3,06% dengan LoA atas 8,31% dan LoA bawah -2,18% untuk fase bangun; bias -1,25% dengan LoA atas 5,95% dan LoA bawah -8,45% untuk fase NREM; bias -1,82% dengan LoA atas 1,71% dan LoA bawah -5,35% untuk fase REM, serta bias -3,07% dengan LoA atas 2,18% dan LoA bawah -8,33% untuk efisiensi tidur, menunjukkan kesesuaian yang tinggi antara kedua sistem.

**Kata kunci:** *Tidur, Kualitas Tidur, Photoplethysmography, Electroencephalography*

Pembimbing Utama : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU.

Pembimbing Pendamping : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, S.T., M.Eng., IPM.



## VALIDATION OF PHOTOPLETHYSMOGRAPHY-BASED OBJECTIVE SLEEP QUALITY PARAMETER MONITORING SYSTEM WITH SLEEP STAGING ALGORITHM USING ELECTROENCEPHALOGRAPHY DATA

Ashfiya Khairunnisa Wibowo

20/460202/TK/50791

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on *January 3, 2025*  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

### ABSTRACT

Sleep quality monitoring is important as a means to prevent health problems caused by sleep disorders. Polysomnography (PSG) is considered as the gold standard method to measure sleep quality. Photoplethysmography (PPG) has been developed as an alternative method to monitor sleep quality parameters, i.e. sleep stage duration and sleep efficiency, but its validity and precision are unknown. This research aims to validate the PPG method using electroencephalography (EEG), a sleep staging method based on brain wave frequency that is also used in PSG.

The validation of sleep quality monitoring system is conducted by laboratory experimental method. The first step of the validation is designing the algorithm for EEG system. The algorithm of the EEG system is designed to divide the recorded brain wave data into segments and calculate the power spectral density (PSD) value of each segment. The system then determines the dominant frequency of each segment according to the highest PSD value and assign the corresponding sleep stage to the segment. The percentage of each sleep stage and the sleep efficiency are calculated and compared with those provided by PPG measurement system.

The designed system successfully classified the wake and sleep stages with 96,94% accuracy. The validation of PPG system using EEG yielded a Bland-Altman bias of 3.07% with 8.31% and -2.18% LoA for wake stage, -1.25% with 5,95% and -8.45% LoA for NREM, -1.82% with 1.71% and -5.35% LoA for REM, and -3,07% with -3.07% and 2.18% LoA for sleep efficiency, indicating high agreement between both systems.

**Keywords:** *Sleep, Sleep Quality, Photoplethysmography, Electroencephalography*

Supervisor : Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D., IPU.

Supevisor : Ir. Memory Motivanisman Waruwu, S.T., M.Eng., IPM.

