

**RANCANG BANGUN ROMPI WEARABLE UNTUK DETEKSI
DAN KOREKSI POSTUR DUDUK SISWA SECARA REAL-
TIME BERBASIS ESP32 DAN SENSOR MPU6050
DI MI AL-KHOERIYYAH**

M. Faqih Badruzaman¹, Ardelia Astriany Rizky²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer

^{1,2}Politeknik Piksi Ganesha

E-mail: denjaya16032002@gmail.com, ardelia.astriany@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to design and evaluate a wearable vest device capable of detecting and providing real-time alerts when elementary school students begin to slouch while sitting. The system employs an MPU6050 sensor attached to the back to measure body tilt angles, with data sent to an ESP32 microcontroller for processing. When the tilt angle exceeds a certain threshold, a buzzer is activated as a warning. Posture information is also transmitted to an ESP8266 using the ESP-NOW protocol and displayed on an LCD without requiring an internet connection. The device was tested directly in a classroom setting at MI Al-Khoeriyah and demonstrated the ability to provide real-time responses, improve students' awareness of proper sitting posture, and remain comfortable for use during extended learning activities.

Keywords: *Wearable, Sitting Posture, ESP32*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sebuah alat berbentuk rompi wearable yang dapat mendeteksi dan memberikan peringatan secara real-time ketika postur duduk siswa sekolah dasar mulai membungkuk. Sistem ini menggunakan sensor MPU6050 yang dipasang di bagian punggung untuk membaca sudut kemiringan tubuh, kemudian data dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. Jika sudut kemiringan melebihi ambang batas tertentu, buzzer akan menyala sebagai peringatan. Informasi postur juga dikirimkan ke ESP8266 menggunakan protokol ESP-NOW dan ditampilkan pada layar LCD tanpa memerlukan koneksi internet. Alat ini telah diuji langsung di ruang kelas MI Al-Khoeriyah dan terbukti mampu memberikan respon secara real-time, meningkatkan kesadaran siswa terhadap pentingnya postur duduk yang benar, serta tetap nyaman digunakan selama proses belajar berlangsung.

Kata Kunci: *Wearable, Postur Duduk, ESP32*

PENDAHULUAN

Postur duduk yang kurang tepat dapat berdampak negatif bagi kesehatan, terutama pada siswa sekolah dasar yang masih berada dalam masa pertumbuhan. Kebiasaan duduk membungkuk atau miring yang berlangsung terus-menerus berpotensi menimbulkan masalah kesehatan seperti nyeri punggung, cepat lelah, hingga penurunan konsentrasi saat belajar (Saputri & Handayani, 2021).

Hasil pengamatan di MI Al-Khoeriyah menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kebiasaan duduk dengan postur yang benar. Kondisi ini diperparah

dengan belum adanya sistem atau perangkat yang secara otomatis dapat memberikan peringatan ketika postur duduk siswa sudah tidak ideal.

Perkembangan teknologi wearable device dalam beberapa tahun terakhir menawarkan solusi inovatif. Perangkat wearable, yang dipasang langsung pada tubuh pengguna, mampu mengumpulkan data aktivitas secara real-time dan memberikan umpan balik instan (Prasetya & Dewi, 2020). Dalam konteks pendidikan, rompi wearable dapat menjadi alternatif untuk membantu siswa menyadari jika postur duduk mereka mulai salah.

Penelitian ini mengembangkan rompi wearable yang menggunakan sensor MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan tubuh, dengan ESP32 sebagai pusat pemrosesan data. Ketika postur duduk terdeteksi melebihi ambang batas tertentu, buzzer akan menyala sebagai peringatan langsung. Informasi postur kemudian dikirimkan ke ESP8266 melalui protokol komunikasi ESP-NOW dan ditampilkan pada layar LCD secara real-time (Maulana et al., 2023).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar sistem koreksi postur masih berbasis perangkat statis, misalnya yang ditempel pada kursi atau dihubungkan ke aplikasi ponsel (Alamsyah & Nugroho, 2022). Sementara itu, penelitian dengan pendekatan wearable, khususnya untuk anak sekolah dasar, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menghadirkan perangkat yang lebih praktis, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa di kelas.

Selain memberikan kontribusi dalam aspek kesehatan postur, penelitian ini juga merepresentasikan penerapan teknologi mikrokontroler dalam dunia pendidikan. Hal ini sejalan dengan tren digitalisasi pendidikan yang menekankan pada penggunaan perangkat inovatif untuk menciptakan suasana belajar yang lebih sehat, interaktif, dan produktif (Wijaya et al., 2023).

KAJIAN PUSTAKA

Teknologi *wearable vest* adalah salah satu bentuk inovasi perangkat yang bisa dipakai langsung di tubuh pengguna untuk memantau kondisi atau aktivitas tubuh secara real-time. Wearable vest banyak dikembangkan di bidang kesehatan, olahraga, hingga pendidikan karena bentuknya yang ringan dan tidak membatasi pergerakan penggunanya (Matuska et al., 2022). Dengan keunggulan ini, wearable vest dinilai cocok untuk membantu siswa mempertahankan postur duduk yang benar saat proses belajar berlangsung.

Sensor utama yang digunakan pada sistem ini adalah **MPU6050**, yaitu sensor gabungan accelerometer dan gyroscope yang dapat membaca percepatan linear dan rotasi sudut tubuh secara bersamaan. Sensor ini telah banyak digunakan dalam penelitian deteksi postur karena mampu memberikan data orientasi tubuh secara akurat dan responsif (Maulana et al., 2023). Data dari sensor inilah yang akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan apakah postur duduk siswa sudah ideal atau tidak.

Seluruh sistem dikendalikan oleh **mikrokontroler ESP32** yang berfungsi memproses data sensor dan mengendalikan buzzer. Konsep integrasi mikrokontroler seperti ini juga diterapkan dalam penelitian oleh **Pramanik, Rizky, & Wirahadi (2024)** yang membahas sistem pengelolaan data sensor dan kontrol otomatis pada perangkat IoT bertenaga mandiri. Hal ini membuktikan bahwa mikrokontroler dapat diandalkan untuk mengelola berbagai fungsi perangkat secara terpusat.

Selain itu, hasil pembacaan sensor dari ESP32 dikirim ke **ESP8266** melalui protokol **ESP-NOW** untuk ditampilkan di layar LCD/OLED secara real-time. Penerapan komunikasi mikrokontroler semacam ini juga ditemukan pada penelitian **Hilmi, Rizky, & Istito'a (2023)**, yang menunjukkan bahwa ESP32 mampu mengirimkan data sensor secara stabil dan cepat dalam sistem pemantauan berbasis IoT. Dengan dukungan ESP-NOW, sistem dapat berjalan tanpa koneksi internet sehingga lebih efisien untuk penggunaan di ruang kelas.

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan alat ini adalah **C/C++ melalui Arduino IDE**, karena mendukung langsung board ESP32 dan ESP8266 serta memiliki banyak pustaka untuk membaca sensor MPU6050 (Arifin et al., 2023). Dengan kombinasi seluruh komponen ini, alat berbentuk rompi dapat bekerja otomatis, ringan, dan tetap nyaman digunakan siswa saat kegiatan belajar.

Tabel 1. Fungsi komponen

No	Komponen	Gambar	Fungsi
1.	ESP32		Mikrokontroler utama yang memroses data sensor dan mengendalikan buzzer.
2.	ESP8266		Menerima data dari ESP32 dan menampilkan status di LCD
3.	MPU6050		Sensor gyroscope + accelerometer untuk deteksi kemiringan tubuh
4.	Buzzer		Memberi peringatan suara saat postur membungkuk

No	Komponen	Gambar	Fungsi
5.	LCD		Menampilkan status postur secara real-time
6.	Kabel jumper & Battery pack		Menyambungkan komponen dan sebagai sumber daya portable
7.	PCB bolong & saklar		Komponen pendukung untuk perakitan dan penghubung rangkaian

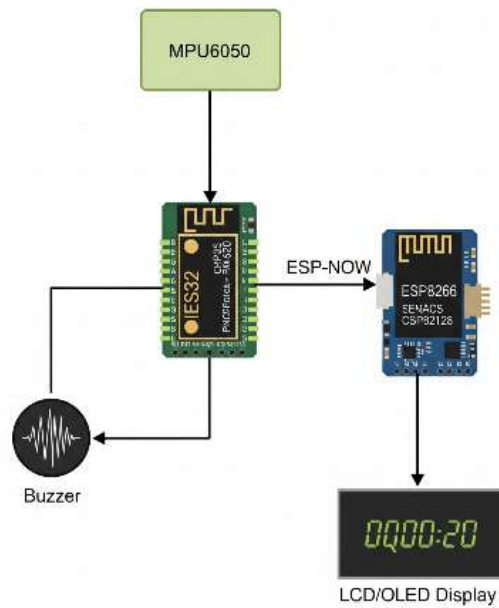
METODE/ ANALISIS PERANCANGAN

A. Perencanaan Sistem

Tahap perencanaan dilakukan untuk menentukan kebutuhan komponen dan fungsi utama dari sistem yang akan dibuat. Alat ini dirancang agar dapat mendeteksi postur duduk siswa secara real-time, memberi peringatan saat postur salah, serta menampilkan status postur di layar. Komponen yang digunakan meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler utama, ESP8266 sebagai penerima data, sensor MPU6050 untuk membaca sudut kemiringan tubuh, buzzer sebagai peringatan, serta LCD/OLED untuk menampilkan status postur. Semua komponen dirakit ke dalam rompi kain ringan agar tetap nyaman dipakai siswa di kelas.

B. Diagram Blok Sistem

Diagram blok digunakan untuk menggambarkan hubungan antar komponen. Sensor MPU6050 terhubung dengan ESP32 untuk membaca data kemiringan. Jika postur salah, ESP32 akan mengaktifkan buzzer. Pada saat yang sama, data postur dikirim ke ESP8266 menggunakan komunikasi ESP-NOW. ESP8266 kemudian menampilkan status “Postur Baik” atau “Postur Jelek” pada layar LCD.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

C. Flowchart Alur Kerja

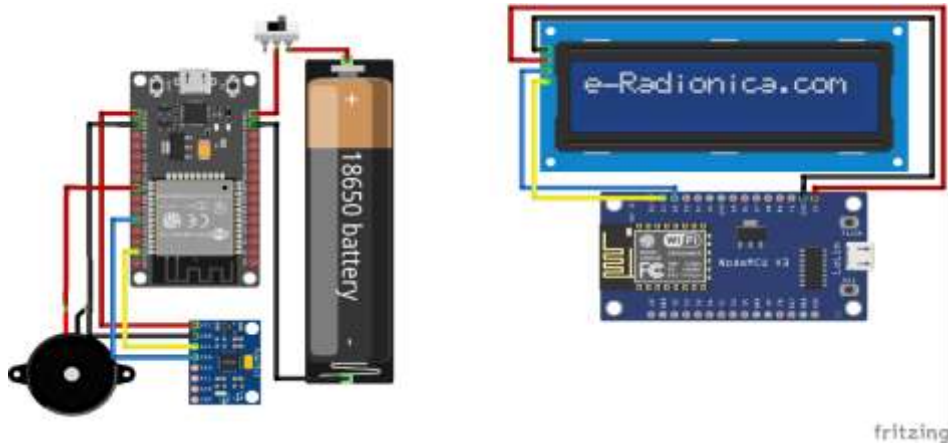
Flowchart menunjukkan alur logika dari sistem. Proses dimulai ketika alat dinyalakan, dilanjutkan dengan inialisasi sensor. Sensor MPU6050 membaca sudut kemiringan tubuh, lalu ESP32 menentukan apakah postur tergolong baik atau jelek. Jika sudut $< 80^\circ$, buzzer menyala dan layar menampilkan “Postur Jelek”. Jika sudut $\geq 80^\circ$, buzzer mati dan layar menampilkan “Postur Baik”. Proses ini berlangsung terus-menerus selama alat aktif.



Gambar 2. Flowchart Alur Kerja

D. Skema Rangkaian

Skema rangkaian menunjukkan koneksi antar komponen dalam bentuk diagram elektronik. Sensor MPU6050 dihubungkan dengan ESP32 menggunakan jalur komunikasi I2C (SDA dan SCL). Buzzer terhubung pada salah satu pin output ESP32 (misalnya GPIO 25). Sementara itu, ESP8266 berkomunikasi dengan ESP32 melalui ESP-NOW, dan LCD/OLED terhubung ke ESP8266 juga melalui jalur I2C. Rangkaian ini mendapat catu daya dari battery pack sehingga alat dapat digunakan secara portable di kelas.



Gambar 3. Skema Rangkaian

HASIL DAN PEMBAHASAN

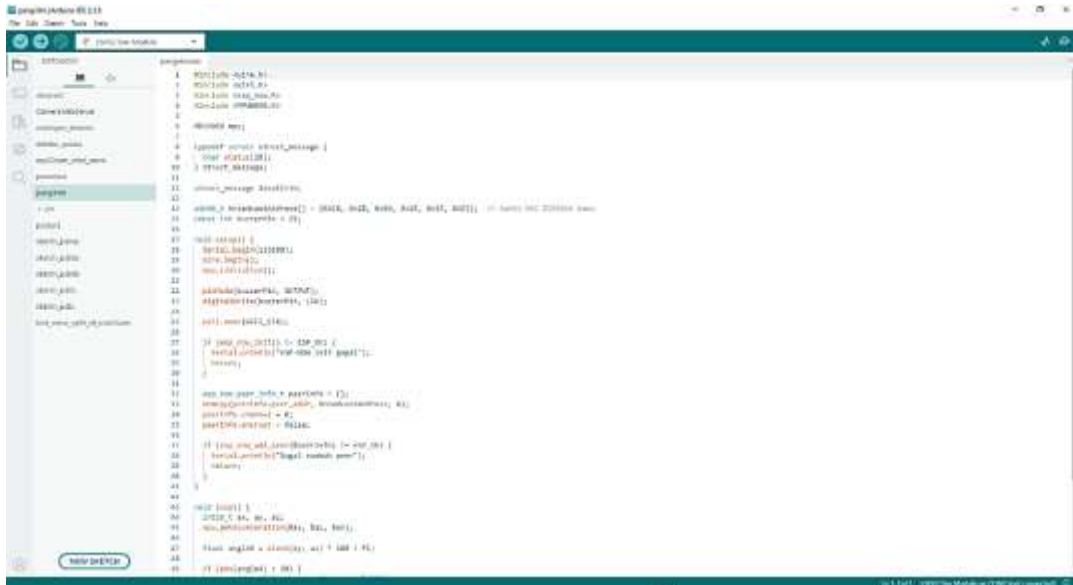
A. Foto Komponen Hardware dan Software

Gambar ini menampilkan modul utama yang digunakan dalam alat, seperti ESP32, MPU6050, ESP8266, buzzer, dan LCD, yang telah disusun di atas papan PCB. Perakitan ini dilakukan untuk menggabungkan jalur komponen agar lebih rapi sebelum nantinya dipasang ke dalam rompi. Setiap komponen diuji terlebih dahulu secara mandiri sebelum disatukan menjadi satu sistem.



Gambar 4. Bagian-bagian komponen hasil rancangan yang telah disusun di PCB

Selain itu, pada Gambar 5 ditampilkan tampilan software yang digunakan, yaitu Arduino IDE beserta library yang mendukung sensor MPU6050 dan komunikasi ESP-NOW.



Gambar 5. Tampilan software Arduino IDE dalam pemrograman sistem

B. Potongan Kode Program

Untuk memperjelas cara kerja sistem, Tabel 2 menampilkan potongan kode yang digunakan untuk membaca data sensor MPU6050, mengaktifkan buzzer, dan mengirimkan status postur melalui ESP-NOW.

Tabel 2. Kode Program

Esp32	Esp8266
<pre>#include <Wire.h> #include <WiFi.h> #include <esp_now.h> #include <MPU6050.h> MPU6050 mpu; typedef struct struct_message { char status[20]; } struct_message; struct_message dataKirim; uint8_t broadcastAddress[] = {0xC8, 0x2B, 0x96, 0x2E, 0x35, 0xE3}; // Ganti MAC ESP8266 kamu const int buzzerPin = 25;</pre>	<pre>#include <ESP8266WiFi.h> #include <espnow.h> #include <Wire.h> #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Ganti alamat I2C kalau perlu (biasanya 0x27 atau 0x3F) LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); typedef struct struct_message { char status[20]; } struct_message; struct_message dataTerima; void OnDataRecv(uint8_t *mac, uint8_t *incomingData, uint8_t len) {</pre>

Esp32	Esp8266
<pre> void setup() { Serial.begin(115200); Wire.begin(); mpu.initialize(); pinMode(buzzerPin, OUTPUT); digitalWrite(buzzerPin, LOW); WiFi.mode(WIFI_STA); if (esp_now_init() != ESP_OK) { Serial.println("ESP-NOW init gagal"); return; } esp_now_peer_info_t peerInfo = {}; memcpy(peerInfo.peer_addr, broadcastAddress, 6); peerInfo.channel = 0; peerInfo.encrypt = false; if (esp_now_add_peer(&peerInfo) != ESP_OK) { Serial.println("Gagal tambah peer"); return; } } void loop() { int16_t ax, ay, az; mpu.getAcceleration(&ax, &ay, &az); float angleX = atan2(ay, az) * 180 / PI; if (abs(angleX) > 20) { strcpy(dataKirim.status, "Postur Jelek"); digitalWrite(buzzerPin, HIGH); // Bunyikan buzzer } else { strcpy(dataKirim.status, "Postur Baik"); </pre>	<pre> memcpy(&dataTerima, incomingData, sizeof(dataTerima)); dataTerima.status[sizeof(dataTerima.st atus) - 1] = '\0'; Serial.print("Status: "); Serial.println(dataTerima.status); lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Status Postur:"); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(dataTerima.status); } void setup() { Serial.begin(9600); lcd.init(); // Ganti begin() jadi init() lcd.backlight(); // Nyalakan backlight LCD lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Menunggu data..."); WiFi.mode(WIFI_STA); WiFi.disconnect(); if (esp_now_init() != 0) { Serial.println("ESP-NOW gagal init"); return; } esp_now_set_self_role(ESP_NOW_R OLE_SLAVE); esp_now_register_recv_cb(OnDataRec v); } void loop() { } </pre>

Esp32	Esp8266
<pre>digitalWrite(buzzerPin, LOW); } esp_now_send(broadcastAddress, (uint8_t *) &dataKirim, sizeof(dataKirim)); Serial.println(dataKirim.status); delay(1000); }</pre>	

C. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan secara langsung di ruang kelas MI Al-Khoeriyah dengan beberapa siswa sebagai responden. Proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem mampu mendeteksi postur salah secara real-time dan memberikan notifikasi yang efektif. Gambar 6 menunjukkan dokumentasi saat siswa menggunakan rompi dan tampilan LCD ketika postur salah terdeteksi.



Gambar 6. Dokumentasi pengujian alat di ruang kelas

D. Tabel Nilai Akurasi Sistem

Hasil uji coba ditampilkan pada Tabel 3. Sistem menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi postur duduk siswa, meskipun masih ada beberapa kasus postur miring tipis yang tidak selalu terbaca dengan benar.

Tabel 3. Hasil Uji Akurasi Sistem

No	Postur	Deteksi Sistem	Kondisi Real	Akurasi
1.	Tegak	Postur Baik	Benar	100%
2.	Membungkuk	Postur Jelek	Benar	100%
3.	Miring Tipis	Postur Jelek	Salah	80%

E. Tabel Sampel Responden

Tabel 4 memperlihatkan data responden yang digunakan dalam pengujian. Data ini menunjukkan variasi kebiasaan duduk antar siswa, tetapi sistem tetap konsisten dalam memberikan deteksi.

Tabel 4. Data Responden dan Hasil Deteksi

No	Nama Siswa	Usia	Kelas	Jumlah Postur Salah
1.	Andi	10	4A	5
2.	Budi	11	5B	3
3.	Citra	10	4B	4
4.	Dewi	11	5A	2
5.	Eka	10	4A	6

F. Grafik Jumlah Postur Salah per Siswa

Gambar 7 menampilkan grafik batang jumlah postur salah yang terdeteksi pada setiap siswa. Grafik ini memperjelas tren data yang sebelumnya disajikan dalam Tabel 4.



Gambar 7. Grafik jumlah postur salah terdeteksi per siswa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat rompi wearable yang dibuat berhasil bekerja sesuai tujuan awal. Alat ini mampu mendeteksi perubahan postur duduk siswa secara real-time menggunakan sensor MPU6050 yang terhubung ke mikrokontroler ESP32. Ketika siswa duduk membungkuk atau kemiringan tubuhnya kurang dari ambang batas (80°), sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai peringatan. Informasi postur ini juga berhasil dikirim ke ESP8266 melalui protokol ESP-NOW untuk ditampilkan di layar LCD tanpa perlu koneksi internet.

Pengujian di kelas menunjukkan bahwa alat ini responsif, praktis digunakan, dan tidak mengganggu aktivitas belajar. Bunyi buzzer terbukti efektif membuat siswa langsung memperbaiki posisi duduk mereka, sehingga alat ini bisa menjadi media sederhana yang membantu meningkatkan kesadaran siswa tentang pentingnya menjaga

postur duduk yang baik. Secara keseluruhan, alat ini membuktikan bahwa penerapan teknologi mikrokontroler dalam bentuk wearable dapat memberikan dampak positif pada kebiasaan belajar siswa sekolah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, F., & Nugroho, A. (2022). *Rancang bangun sistem koreksi postur duduk berbasis sensor accelerometer*. Jurnal Teknologi Informasi, 18(3), 122–130.
- Arifin, M., Susanto, D., & Ramadhani, R. (2023). *Implementasi Arduino IDE untuk pengembangan perangkat IoT berbasis ESP32*. Jurnal Informatika Terapan, 9(1), 45–54.
- Chu, C., Nguyen, T., & Lee, Y. (2023). *Hands-on approach in wearable device prototyping for educational settings*. International Journal of Engineering Education, 39(2), 155–164.
- Engineers Garage. (2022). *Real-time posture monitoring system using ESP8266 and OLED*. Retrieved from <https://www.engineersgarage.com/>
- Hilmi, M., Rizky, A. A., & Istito'a, D. (2023). *Wireless sensor data transmission using ESP32 and ESP-NOW protocol for classroom IoT systems*. Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika, 11(2), 77–85.
- Khoshabeh, R., & Gilja, V. (2021). *Experiential learning through embedded system prototyping*. IEEE Transactions on Education, 64(4), 317–324.
- Kokan, B., Shah, M., & Patel, S. (2021). *Low-latency wireless communication using ESP-NOW in IoT systems*. International Journal of Computer Applications, 174(10), 15–20.
- Kurnia, R., Putri, S., & Wibowo, F. (2024). *Rancang bangun rompi koreksi postur berbasis sensor MPU6050*. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 12(1), 33–41.
- Maulana, H., Prasetyo, D., & Sari, N. (2023). *Implementasi sensor MPU6050 untuk monitoring postur tubuh secara real-time*. Jurnal Elektronika dan Otomasi, 7(2), 89–96.
- Pramanik, D., Rizky, A. A., & Wirahadi, Y. (2024). *Integrasi mikrokontroler ESP32 untuk pengelolaan data sensor dalam sistem tenaga mandiri*. Jurnal Sistem Cerdas dan Terapan, 10(1), 21–30.
- Wijaya, T., Rahman, A., & Putra, G. (2023). *Penerapan teknologi digital untuk meningkatkan kenyamanan belajar siswa*. Jurnal Pendidikan dan Teknologi, 14(4), 201–210.