

PANDUAN LENGKAP PROYEK UAS MATA KULIAH ELEKTRONIKA

PROYEK 1: Smart Parking System

1. Deskripsi Proyek

Proyek ini merancang **sistem parkir cerdas** dengan memanfaatkan **sensor ultrasonik** untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di slot parkir dan **sensor RFID** untuk identifikasi pengguna kendaraan. Ketika pengguna dengan kartu RFID terdaftar masuk, sistem akan mengecek ketersediaan slot parkir dan menampilkan informasi di LCD. Jika slot penuh, sistem akan memberi peringatan.

Sistem ini dapat dikembangkan ke arah **IoT** untuk monitoring real-time, namun implementasi awal difokuskan pada prototipe berbasis mikrokontroler Arduino.

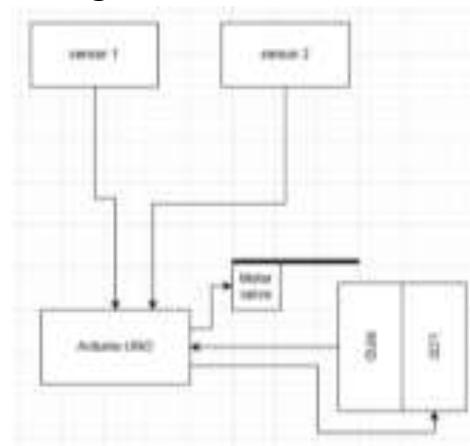
2. Tujuan

1. Menerapkan konsep sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan slot parkir.
2. Menggunakan sensor RFID untuk autentikasi pengguna kendaraan.
3. Membuat sistem parkir sederhana yang menampilkan informasi jumlah slot kosong.
4. Mengintegrasikan komponen sensor, mikrokontroler, dan tampilan LCD.

3. Alat dan Bahan

No Komponen/Alat	Jumlah	Keterangan
1 Arduino Uno / Mega	1	Mikrokontroler utama
2 Sensor Ultrasonik HC-SR04	2–3	Satu per slot parkir
3 RFID Reader RC522	1	Modul pembaca kartu
4 Kartu/Tag RFID	≥2	Identifikasi pengguna
5 LCD 16x2 (I2C module)	1	Tampilan status slot
6 Buzzer	1	Indikasi suara
7 LED (Merah, Hijau)	2–4	Indikasi status parkir
8 Breadboard	1	Perakitan
9 Kabel jumper	secukupnya	Koneksi
10 Power supply 5V/USB	1	Sumber daya
11 Miniatur parkiran (karton/akrilik) opsional		Media simulasi

4. Diagram Blok Sistem



5. Langkah-Langkah Penggerjaan

A. Persiapan

1. Siapkan semua komponen dan cek fungsionalitas dasar (uji RFID Reader dengan kartu, uji ultrasonik untuk ukur jarak, uji LCD).
2. Instal software **Arduino IDE** di laptop.
3. Tambahkan library yang diperlukan:
 - o MFRC522.h untuk RFID
 - o LiquidCrystal_I2C.h untuk LCD I2C

B. Rangkaian

1. **RFID Reader RC522**
 - o SDA → Pin 10 Arduino
 - o SCK → Pin 13
 - o MOSI → Pin 11
 - o MISO → Pin 12
 - o GND → GND
 - o 3.3V → 3.3V
2. **Ultrasonik HC-SR04 (untuk 2 slot parkir)**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o Trig → Pin 6 / 7
 - o Echo → Pin 8 / 9
3. **LCD 16x2 dengan I2C**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o SDA → A4
 - o SCL → A5
4. **LED Indikator & Buzzer**
 - o LED Merah/Hijau → Pin 2 & 3 (dengan resistor 220Ω)
 - o Buzzer → Pin 4

C. Pemrograman

1. Inisialisasi library (MFRC522.h, LiquidCrystal_I2C.h).
2. Daftarkan UID kartu RFID tertentu sebagai pengguna sah.
3. Program alur:
 - o Jika kartu RFID sah → cek ketersediaan slot.
 - o Sensor ultrasonik membaca jarak. Jika < 3 cm → slot terisi. Jika > 5 cm → slot kosong.
 - o Tampilkan jumlah slot kosong di LCD.
 - o Jika penuh → nyalakan buzzer + LED merah.
 - o Jika ada slot → nyalakan LED hijau.

D. Prosedur Pengujian

1. Tempelkan kartu RFID sah → sistem mengakses dan menampilkan status slot parkir.
2. Letakkan objek (miniatur mobil) di depan sensor ultrasonik → sistem mendeteksi slot terisi.
3. Periksa tampilan LCD → jumlah slot kosong berkurang.
4. Uji dengan kartu RFID tidak terdaftar → akses ditolak (buzzer menyala singkat).
5. Uji kondisi semua slot penuh → buzzer + LED merah aktif.

6. Skenario Demonstrasi

- **Kasus 1:** Pengguna sah dengan slot kosong → akses diberikan, LCD menampilkan “Slot 1 Available”.
- **Kasus 2:** Pengguna sah dengan semua slot penuh → buzzer berbunyi, LCD menampilkan “Parking Full”.
- **Kasus 3:** Pengguna tidak sah → LCD menampilkan “Access Denied”, buzzer menyala singkat.

7. Pengembangan Lanjutan

- Integrasi dengan **NodeMCU/ESP8266** untuk monitoring IoT.
- Menambahkan **servo motor** sebagai palang parkir otomatis.
- Menggunakan **database** untuk pencatatan data masuk/keluar kendaraan.

PROYEK 2: Smart Farming System

1. Deskripsi Proyek

Smart Farming System adalah prototipe sistem pertanian cerdas yang dapat **memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan** seperti suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan kelembapan tanah. Sistem ini dapat mengaktifkan perangkat seperti **pompa air** untuk penyiraman otomatis, **lampa/panel LED** untuk pencahayaan tambahan, serta alarm jika kondisi tidak sesuai.

Mahasiswa akan membangun sistem berbasis **mikrokontroler Arduino** yang memanfaatkan beberapa sensor, dan hasil monitoring ditampilkan pada **LCD atau platform IoT**.

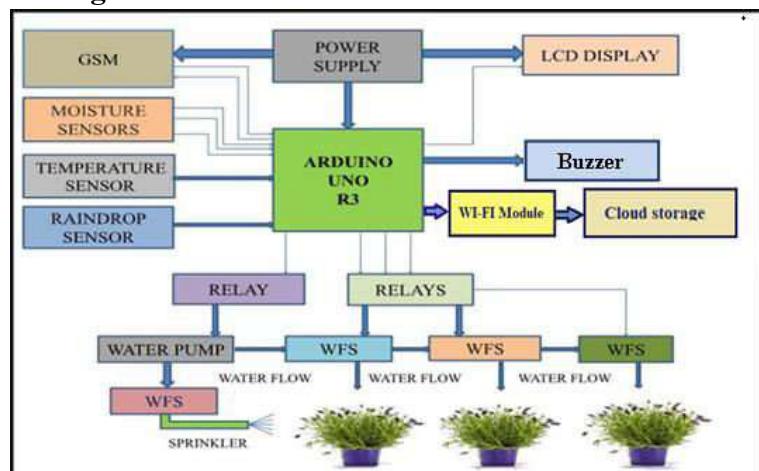
2. Tujuan

1. Menerapkan sensor untuk monitoring lingkungan pertanian (suhu, kelembapan, cahaya, dan kondisi tanah).
2. Membuat sistem otomatisasi sederhana (penyiraman otomatis & kontrol cahaya).
3. Menampilkan informasi kondisi tanaman melalui LCD.
4. Memberikan dasar penerapan IoT untuk pertanian presisi.

3. Alat dan Bahan

No Komponen/Alat	Jumlah	Keterangan
1 Arduino Uno / Mega	1	Mikrokontroler utama
2 Sensor DHT-11 / DHT-22	1	Sensor suhu & kelembapan udara
3 Sensor Cahaya (LDR)	1	Mengukur intensitas cahaya
4 Sensor Kelembapan Tanah	1	Deteksi kelembapan media tanam
5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	1	Mengukur level air di tangki
6 Pompa DC Mini + relay	1	Penyiraman otomatis
7 LED / Lampu tambahan	1–2	Pencahayaan buatan
8 LCD 16x2 (I2C module)	1	Tampilan kondisi
9 Buzzer	1	Alarm kondisi abnormal
10 Breadboard, kabel jumper, resistor secukupnya		Perakitan
11 Power supply / adaptor	1	5V/9V sesuai kebutuhan
12 Tangki mini + selang	opsional	Simulasi penyiraman

4. Diagram Blok Sistem



5. Langkah-Langkah Penggerjaan

A. Persiapan

1. Siapkan seluruh komponen.
2. Instal Arduino IDE dan library:
 - o DHT.h untuk sensor DHT-11
 - o LiquidCrystal_I2C.h untuk LCD I2C

B. Perakitan Rangkaian

1. **Sensor DHT-11**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o Data → Pin 2
2. **Sensor LDR (dengan resistor 10kΩ)**
 - o Satu kaki ke 5V
 - o Satu kaki ke resistor 10kΩ → GND
 - o Titik tengah → A0
3. **Sensor Kelembapan Tanah**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o Data analog → A1
4. **Sensor Ultrasonik**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o Trig → Pin 6
 - o Echo → Pin 7
5. **Relay + Pompa Air**
 - o IN → Pin 8
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o Relay → Pompa DC (dihubungkan dengan sumber daya eksternal)
6. **Lampu LED**
 - o Anoda → Pin 9 (dengan resistor 220Ω)
 - o Katoda → GND
7. **LCD I2C**
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
 - o SDA → A4
 - o SCL → A5
8. **Buzzer**
 - o Positif → Pin 10
 - o Negatif → GND

C. Pemrograman (Alur Logika)

1. Baca data sensor: suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan level air.
2. Jika kelembapan tanah < **ambang batas** → aktifkan pompa air melalui relay.
3. Jika cahaya < **ambang batas** → aktifkan lampu LED.
4. Jika level air di tangki rendah (ultrasonik > ambang batas) → buzzer aktif + peringatan di LCD.
5. Tampilkan semua informasi di LCD:
 - Suhu & kelembapan udara
 - Kondisi tanah (basah/kering)
 - Intensitas cahaya (cukup/kurang)
 - Status pompa (ON/OFF)

D. Prosedur Pengujian

1. Letakkan sensor tanah dalam media basah → pastikan pompa **OFF**.
2. Letakkan sensor tanah dalam media kering → pompa aktif beberapa detik.
3. Tutup sensor cahaya → LED menyala sebagai lampu tambahan.
4. Kosongkan tangki air → buzzer berbunyi + LCD tampilkan “Air Habis”.
5. Cek LCD menampilkan parameter lingkungan sesuai kondisi.

6. Skenario Demonstrasi

- **Kasus 1 (Tanah kering):** Pompa aktif, LCD menampilkan “Soil Dry – Pump ON”.
- **Kasus 2 (Cahaya redup):** LED tambahan aktif, LCD menampilkan “Low Light – LED ON”.
- **Kasus 3 (Air tangki habis):** Pompa tidak aktif, buzzer berbunyi, LCD “No Water”.
- **Kasus 4 (Kondisi ideal):** Semua perangkat otomatis OFF, LCD menampilkan data normal.

7. Pengembangan Lanjutan

- Integrasi dengan **ESP8266/ESP32** untuk monitoring data secara online (IoT).
- Penyimpanan data historis menggunakan **SD Card**.
- Penambahan sensor pH tanah, kelembapan multi-titik, atau kamera berbasis AI untuk monitoring tanaman.

PROYEK 3: Smart Classroom System

1. Deskripsi Proyek

Proyek ini merancang sistem otomatisasi ruang kelas perkuliahan yang mampu:

1. **Mendeteksi jumlah mahasiswa** yang ada di dalam kelas dengan sensor pintu (ultrasonik/IR).
2. **Mengatur pencahayaan** (6 lampu) menggunakan sensor LDR dan data jumlah orang.
3. **Mengatur ventilasi/kipas** (2 kipas) berdasarkan jumlah mahasiswa yang hadir.
4. **Mencatat kehadiran mahasiswa** menggunakan **RFID** (setiap mahasiswa punya kartu/tag).
5. **Menampilkan status** (jumlah orang, daftar hadir, lampu/kipas aktif) di LCD/monitor.

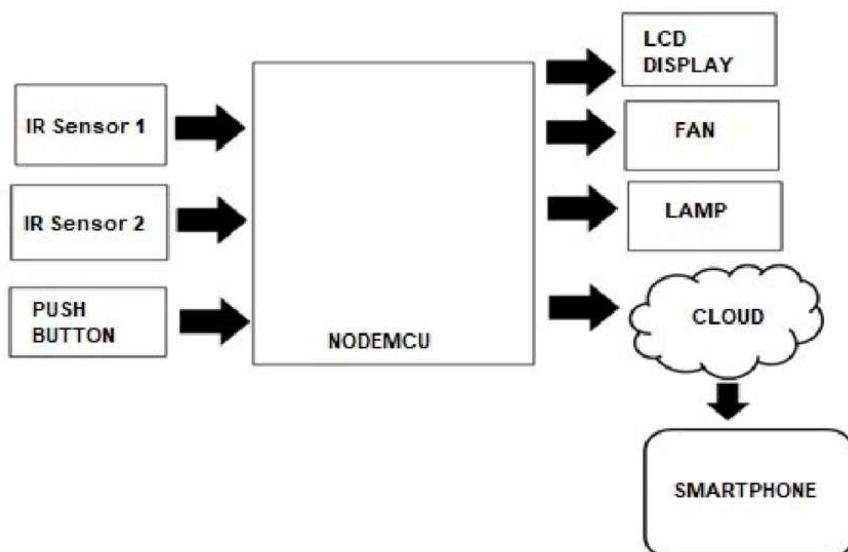
2. Tujuan

- Mengintegrasikan berbagai sensor untuk manajemen kelas hemat energi.
- Mengembangkan sistem absensi otomatis berbasis RFID.
- Menampilkan informasi kelas secara real-time.

3. Alat dan Bahan

No Komponen	Jumlah	Keterangan
1 Arduino Mega	1	Mikrokontroler (lebih banyak pin)
2 Sensor Ultrasonik / IR Pair	2	Deteksi masuk & keluar
3 Sensor LDR + resistor 10kΩ	1	Deteksi cahaya alami
4 RFID Reader RC522	1	Absensi mahasiswa
5 Kartu RFID/tag	≥10	Simulasi mahasiswa
6 Relay module 8-channel	1	Kontrol 6 lampu + 2 kipas
7 Lampu LED (simulasi 220V)	6	Simulasi lampu kelas
8 Motor DC/Kipas mini	2	Simulasi kipas kelas
9 LCD 20x4 (I2C)	1	Tampilan data
10 Buzzer	1	Alarm penuh
11 Kabel jumper, breadboard, power supply secukupnya Instalasi		

4. Diagram Blok Sistem



5. Logika Sistem

1. Deteksi Jumlah Orang

- Sensor pintu menghitung jumlah masuk/keluar.
- Variabel jumlah_orang bertambah/berkurang.

2. Kontrol Lampu

- Jika jumlah_orang > 0 DAN cahaya alami rendah ($LDR < \text{ambang}$) → nyalakan lampu.
- Lampu dinyalakan **bertahap**:
 - 1–10 orang → 2 lampu nyala
 - 11–20 orang → 4 lampu nyala
 - 20 orang → 6 lampu nyala

3. Kontrol Kipas

- Jika jumlah_orang > 15 → kipas 1 ON
- Jika jumlah_orang > 25 → kipas 2 ON
- Jika ruangan kosong ($\text{jumlah_orang}=0$) → semua lampu & kipas OFF

4. Absensi RFID

- Mahasiswa menempelkan kartu RFID saat masuk.
- Arduino mencatat UID kartu → simpan dalam array/list “Hadir”.
- Ditampilkan di LCD: “NIM xxx Hadir”

5. Alarm Penuh

- Jika jumlah_orang melebihi kapasitas (misal >40 orang) → buzzer menyala, LCD menampilkan “Room Full!”.

6. Prosedur Perakitan

1. Pasang **dua sensor ultrasonik/IR** di pintu masuk.
2. Hubungkan **LDR** ke pin analog (A0).
3. Pasang **RFID RC522** via SPI (SDA=10, SCK=13, MOSI=11, MISO=12).
4. Hubungkan **relay 8-channel** ke pin digital 22–29 Arduino Mega.
 - Relay 1–6 → Lampu
 - Relay 7–8 → Kipas
5. Hubungkan **LCD 20x4 I2C** ke SDA(A4) & SCL(A5).
6. Hubungkan buzzer ke pin digital (misalnya 30).

7. Prosedur Pengujian

1. Masukkan 1 kartu RFID sah → tampilkan di LCD “Hadir: Nama/NIM”.
2. Masuk ruangan → counter bertambah, 2 lampu menyala (jika $LDR < \text{ambang}$).
3. Tambah jumlah orang → lampu menyala bertahap sesuai kapasitas.
4. Saat orang >15 → kipas 1 ON, >25 → kipas 2 ON.
5. Semua keluar → jumlah_orang=0, semua lampu & kipas OFF.
6. Simulasikan kapasitas penuh (>40) → buzzer berbunyi.

8. Pengembangan Lanjutan

- Data absensi mahasiswa disimpan ke **database (SD Card/ESP8266 IoT)**.
- Integrasi dengan **Google Sheets** untuk rekap kehadiran otomatis.
- Tambah **DHT-11** → kipas nyala berdasarkan suhu real-time.
- Gunakan **servo motor** sebagai pintu otomatis yang hanya terbuka setelah tap RFID.

PROYEK 4: Smart Home System

1. Deskripsi Proyek

Proyek ini merancang **rumah pintar** yang mampu:

1. Mengendalikan **lampu** secara otomatis/manual berdasarkan kondisi cahaya.
2. Mengendalikan **peralatan elektronik** (contoh: kipas, TV, atau pompa air) menggunakan relay.
3. Menyediakan **pengaman pintu berbasis RFID** agar hanya pengguna dengan kartu/tag terdaftar yang bisa masuk.
4. Menampilkan status perangkat dan keamanan di **LCD** atau aplikasi sederhana (opsional IoT).

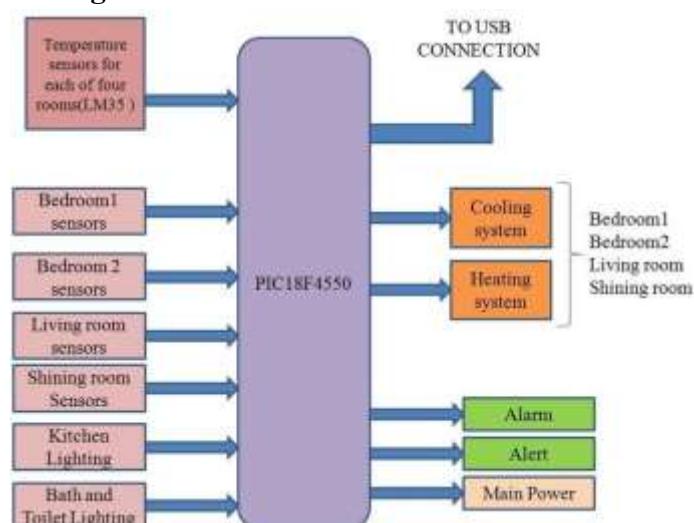
2. Tujuan

- Mahasiswa dapat menerapkan konsep sensor dan aktuator untuk otomasi rumah.
- Mengintegrasikan modul RFID untuk sistem keamanan pintu.
- Membuat sistem kendali peralatan rumah tangga berbasis mikrokontroler.
- Menghadirkan solusi hemat energi melalui otomatisasi lampu berbasis sensor LDR.

3. Alat dan Bahan

No Komponen	Jumlah	Keterangan
1 Arduino Uno / Mega	1	Mikrokontroler utama
2 Sensor LDR + resistor 10kΩ	1	Kendali otomatis lampu
3 RFID Reader RC522	1	Pengaman pintu
4 Kartu/Tag RFID	≥2	Identifikasi pengguna
5 Modul Relay 4-channel	1	Kendali lampu & peralatan elektronik
6 Lampu LED / bohlam mini	2–3	Simulasi lampu rumah
7 Motor servo	1	Simulasi kunci pintu otomatis
8 LCD 16x2 (I2C module)	1	Tampilan status sistem
9 Buzzer	1	Alarm pintu tidak sah
10 Breadboard, kabel jumper, resistor secukupnya		Perakitan
11 Power supply/adaptor	1	5V/9V sesuai kebutuhan

4. Diagram Blok Sistem



5. Langkah-Langkah Pengerjaan

A. Persiapan

1. Instal **Arduino IDE**.
2. Tambahkan library:
 - o MFRC522.h untuk RFID.
 - o LiquidCrystal_I2C.h untuk LCD.
 - o Servo.h untuk motor servo.

B. Rangkaian

1. **RFID Reader RC522**
 - o SDA → Pin 10
 - o SCK → Pin 13
 - o MOSI → Pin 11
 - o MISO → Pin 12
 - o GND → GND
 - o 3.3V → 3.3V
2. **Sensor LDR** (voltage divider dengan resistor 10kΩ)
 - o LDR ke 5V
 - o Resistor ke GND
 - o Titik tengah → A0
3. **Relay 4-Channel**
 - o IN1 → Pin 5 (Lampu 1)
 - o IN2 → Pin 6 (Lampu 2)
 - o IN3 → Pin 7 (Peralatan elektronik)
 - o IN4 → opsional (perangkat tambahan)
 - o VCC → 5V, GND → GND
4. **Motor Servo (pintu otomatis)**
 - o Sinyal → Pin 9
 - o VCC → 5V
 - o GND → GND
5. **LCD I2C**
 - o SDA → A4
 - o SCL → A5
 - o VCC → 5V, GND → GND
6. **Buzzer**
 - o Positif → Pin 8
 - o Negatif → GND

C. Pemrograman (Alur Logika)

1. **RFID (Absensi & Pintu)**
 - o Jika UID kartu cocok dengan daftar → pintu terbuka (servo berputar), LCD menampilkan “Access Granted”.
 - o Jika tidak cocok → buzzer menyala singkat, LCD menampilkan “Access Denied”.

2. Lampu (Sensor LDR)

- Jika cahaya alami rendah (nilai analog LDR < ambang) → lampu ON melalui relay.
- Jika cahaya cukup → lampu OFF.

3. Peralatan Elektronik (Manual/Auto)

- Bisa dikendalikan via tombol tambahan atau kondisi tertentu (misalnya kipas otomatis ON jika suhu tinggi – bisa ditambah sensor DHT-11).

4. LCD menampilkan status:

- Baris 1: “Lampu: ON/OFF”
- Baris 2: “Pintu: Locked/Unlocked”

D. Prosedur Pengujian

1. Uji RFID:

- Tap kartu terdaftar → servo membuka pintu, LCD = “Access Granted”.
- Tap kartu tidak terdaftar → buzzer ON, LCD = “Access Denied”.

2. Uji LDR:

- Tutup sensor LDR → lampu otomatis menyala.
- Arahkan cahaya terang → lampu mati.

3. Uji Relay Peralatan:

- Hubungkan kipas mini/alat → ON/OFF sesuai perintah dari Arduino.

4. Uji Integrasi:

- Simulasikan kondisi rumah malam hari dengan pintu terkunci.
- Tap kartu RFID sah → pintu terbuka, lampu menyala otomatis.

6. Skenario Demonstrasi

- **Kasus 1 (Pintu akses sah):** Servo buka, lampu nyala (jika gelap), LCD = “Welcome”.
- **Kasus 2 (Pintu akses tidak sah):** Buzzer aktif, LCD = “Access Denied”.
- **Kasus 3 (Siang hari, terang):** Lampu mati otomatis meski orang ada di dalam.
- **Kasus 4 (Malam hari, gelap):** Lampu menyala otomatis saat ruangan digunakan.

7. Pengembangan Lanjutan

- Tambahkan **modul WiFi ESP8266** untuk kendali via smartphone.
- Integrasikan **sensor PIR** untuk deteksi gerak (hemat energi).
- Simpan log akses RFID pada **SD Card/Database online**.
- Kendali peralatan melalui **voice command** atau **Google Assistant**.

PROYEK 5: Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis IoT

1. Deskripsi Proyek

Proyek ini merancang prototipe **early warning system (EWS)** banjir yang mampu:

- Mengukur **ketinggian air** dengan sensor ultrasonik.
- Memantau **curah hujan** dengan tipping bucket rain gauge.
- Mengukur **suhu & kelembapan udara** dengan sensor DHT-11.
- Memantau **kekeruhan air** dengan sensor turbidity (indikasi banjir membawa lumpur).
- Mengirimkan data real-time ke **platform IoT** (Blynk/ThingSpeak) dan memberikan **peringatan lokal** via buzzer & LCD.

2. Tujuan

1. Mengintegrasikan berbagai sensor lingkungan untuk prediksi banjir.
2. Memberikan peringatan dini berdasarkan data ketinggian air, intensitas hujan, kelembapan udara, dan kekeruhan air.
3. Melatih mahasiswa dalam integrasi **multi-sensor + IoT**.

3. Alat dan Bahan

No Komponen	Jumlah	Keterangan
1 ESP32 / NodeMCU ESP8266	1	Mikrokontroler dengan WiFi
2 Sensor Ultrasonik HC-SR04	1	Deteksi tinggi air
3 Sensor DHT-11	1	Suhu & kelembapan udara
4 Sensor Turbidity	1	Mengukur kekeruhan air
5 Tipping Bucket Rain Gauge	1	Mengukur curah hujan
6 Buzzer	1	Alarm
7 LCD 16x2 (I2C)	1	Tampilan data lokal
8 Breadboard, kabel jumper	secukupnya	Perakitan
9 Power supply/adaptor 5V	1	Sumber daya
10 Platform IoT (Blynk/ThingSpeak) -		Cloud monitoring

4. Diagram Blok Sistem



5. Langkah-Langkah Pengerjaan

A. Persiapan

1. Instal **Arduino IDE**.
2. Tambahkan library:
 - o DHT.h untuk DHT-11
 - o LiquidCrystal_I2C.h untuk LCD
 - o WiFi.h atau ESP8266WiFi.h untuk koneksi IoT
 - o Library platform IoT (Blynk/ThingSpeak/MQTT)

B. Rangkaian

1. **Ultrasonik HC-SR04**
 - o Trig → Pin 5
 - o Echo → Pin 6
2. **DHT-11**
 - o Data → Pin 7
3. **Turbidity Sensor**
 - o AO → Pin A0 (ESP32)
4. **Rain Gauge (Tipping Bucket)**
 - o Output digital → Pin 4 (gunakan interrupt untuk hitung tipping)
5. **Buzzer**
 - o Positif → Pin 8
6. **LCD (I2C)**
 - o SDA → D21 (ESP32)
 - o SCL → D22 (ESP32)

C. Logika Pemrograman

1. **Sensor Ultrasonik** → hitung jarak permukaan air → tinggi air.
 - o Ambang: >20 cm dari bibir wadah → **Waspada**, >40 cm → **Bahaya**.
2. **Rain Gauge** → setiap tipping dihitung → curah hujan mm/jam.
 - o Intensitas >20 mm/jam → **Waspada**, >50 mm/jam → **Bahaya**.
3. **Turbidity Sensor** → baca nilai ADC → indikasi air keruh.
 - o Nilai tinggi → banjir lumpur.
4. **DHT-11** → suhu & kelembapan.
 - o Kelembapan >80% → indikasi hujan lebat.
5. **IoT Platform** → kirim semua data (level air, curah hujan, turbidity, suhu, kelembapan).
6. **Alarm & LCD**
 - o Status **AMAN**: buzzer mati, LCD = “Air: Normal”
 - o Status **WASPADA**: buzzer beep singkat, LCD = “Waspada!”
 - o Status **BAHAYA**: buzzer terus menyala, LCD = “BANJIR!”

D. Prosedur Pengujian

1. **Uji ketinggian air**: naikkan level air → cek status berubah di LCD & IoT.
2. **Uji rain gauge**: tuangkan air → tipping dihitung, data muncul di IoT.
3. **Uji turbidity**: celupkan sensor ke air keruh → nilai naik signifikan.
4. **Uji DHT-11**: hembuskan uap air → kelembapan naik, data tercatat.
5. **Uji sistem penuh**: kondisi ekstrem (air naik + hujan simulasi + air keruh) → buzzer ON & IoT kirim notifikasi.

6. Skenario Demonstrasi

- **Normal:** air rendah, hujan ringan, air jernih → LCD: “AMAN”.
- **Waspada:** air mulai naik + hujan deras + kelembapan tinggi → LCD: “WASPADA”.
- **Bahaya:** air melewati ambang + hujan ekstrem + air keruh → buzzer ON, LCD: “BANJIR!”.

7. Pengembangan Lanjutan

- Tambah **soil moisture sensor** untuk prediksi limpasan air tanah.
- Gunakan **kamera (ESP32-CAM)** untuk verifikasi visual permukaan air.
- Kirim notifikasi otomatis via **Telegram/WhatsApp API**.
- Gunakan **panel surya + baterai** untuk sistem mandiri di lapangan.