

PEMANFAATAN SENSOR KELEMBABAN TANAH UNTUK MENGENDALIKAN GERBANG OTOMATIS PADA SISTEM IRIGASI CERDAS

Surya Fadillah^{1*}, Candra Pratama Siagian², Ridha Afifah³, Aldi Yaul Haq Sani⁴, Junaidi⁵

^{1,2,3,4,5}Sistem Komputer, Universitas Royal

*email: suryafadilah49@gmail.com

Abstrak

Irigasi sistem yang efisien dengan sistem cerdas adalah kebutuhan pada sektor pertanian modern. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan sistem irigasi cerdas yang menggunakan sensor kelembapan tanah untuk mengendalikan gerbang irigasi secara otomatis. Sistem otomatis ini dibuat dengan desain yang bertujuan untuk lebih optimal dalam pemanfaatan air yakni dengan mendeteksi tingkat kelembapan tanah di setiap saat. Sistem ini menggunakan modul mikrokontroler yang terhubung ke aktuator servo sebagai penggerak gerbang. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh sistem dengan tingkat akurasi pendeteksian kelembapan hingga 95% dan waktu respon rata-rata 3 detik. Selain itu, diketahui bahwa sistem dapat mengurangi penggunaan air hingga 30% dibandingkan metode manual. Dari sisi kinerja, penerapan sistem terbukti dapat memperbaiki efisiensi irigasi, menghemat penggunaan sumber daya air, dan mengurangi dampak negatif bagi lingkungan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi sensor dan otomatisasi dalam sistem irigasi adalah solusi yang efektif untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata Kunci : Irigasi Cerdas; Sensor Kelembapan Tanah; Gerbang Otomatis

Abstract

Efficient irrigation system with intelligent system is a necessity in modern agriculture sector. This research was conducted with the aim to develop an intelligent irrigation system that uses soil moisture sensor to control irrigation gate automatically. This automatic system is made with a design that aims to optimize water utilization by detecting soil moisture level at any time. This system uses microcontroller module connected to servo actuator as gate driver. Based on the test result, the system was obtained with humidity detection accuracy level up to 95% and average response time 3 seconds. In addition, it is known that the system can reduce water usage by 30% compared to manual method. In terms of performance, the implementation of the system is proven to improve irrigation efficiency, save water resource usage, and reduce negative impact on the environment. Overall, this research confirms that the utilization of sensor technology and automation in irrigation system is an effective solution to support sustainable agriculture.

Keyword : Smart Irrigation; Soil Moisture Sensor; Automatic Gate

JULIKOM is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 License.



PENDAHULUAN

Evaluasi efisiensi penggunaan air dalam pertanian berbasis teknologi irigasi modern merupakan suatu langkah penting untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dalam sektor pertanian.[1] Irigasi atau pengairan merupakan suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan atau saluran-saluran

untuk ke sawah-sawah dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi[2] sebab itu irigasi menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan sektor pertanian karena pemenuhan kebutuhan air melalui irigasi yang tepat dengan kebutuhan komoditi tanaman yang dibudidayakan menjadi faktor utama dalam penentu keberhasilan produksi tanaman.[3]

Sistem irigasi digunakan sebagai pengendali pasokan air untuk mengairi lahan sawah. Petani secara manual mengawasi ketersediaan air dengan membuka dan menutup pintu irigasi. Ketika persediaan air di sawah menipis, petani membuka pintu irigasi dan menunggu air mengalir ke lahan sawah. . Namun, jika pintu irigasi terbuka terlalu lama, lahan sawah akan mengalami kelebihan air. Sebaliknya, jika pintu irigasi tidak dibuka saat air mulai berkurang, lahan sawah akan mengalami kekeringan.[4]

Tanpa adanya sistem irigasi, aliran air tidak dapat mencapai seluruh area persawahan secara optimal. Oleh karena itu, irigasi memegang peranan penting bagi petani dalam mengatur pasokan air agar lahan pertanian tetap terairi dan tanah menjadi subur. Di area persawahan, irigasi yang umum digunakan adalah irigasi teknis yang masih memerlukan campur tangan manusia. Namun, masih banyak sistem irigasi sederhana yang memanfaatkan air dari sungai dan hujan. Berdasarkan pengamatan peneliti, irigasi di Desa Bara Batu, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep, masih dilakukan secara manual, di mana petani membuka dan menutup saluran air menggunakan bongkahan tanah atau kayu dengan tenaga manusia. Proses ini memakan banyak waktu dan tenaga, sementara ketinggian air di sawah sering kali tidak stabil, yang berdampak pada pertumbuhan padi. Selain itu, jarak sawah yang jauh dari rumah juga menguras tenaga dan waktu petani untuk bolak-balik memeriksa kondisi air di sawah.[5]

Teknologi Ketersediaan air cukup penting didalam pertanian. Akan tetapi, sifat dan jumlah pemasukan air yang tak terduga, disaat musim panas atau kemarau air sulit untuk didapatkan dan dapat mengancam pertumbuhan, namun disaat musim hujan jumlah debit air melebihi batas sehingga menimbulkan banjir dan menghancurkan tanaman padi. Oleh karena itu diperlukan berbagai macam strategi untuk menyasiasi dan menjamin ketersediaan air untuk mempertahankan produktifitas pertanian.[6]

Oleh karena itu, peneliti merancang alat untuk memantau air dan mengontrol buka-tutup pintu air secara otomatis. Alat ini menggunakan sensor Water Level Sensor yang mengirimkan sinyal ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mendeteksi ketinggian air di lahan pertanian. Ketika ketinggian air melebihi batas yang ditetapkan, sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler, yang kemudian memerintahkan motor servo untuk menutup pintu air. Sebaliknya, jika ketinggian air di salah satu lahan terlalu rendah, sensor akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, yang kemudian memberikan perintah sesuai dengan program yang telah ditetapkan agar air dapat memenuhi kebutuhan lahan dengan optimal.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini mencakup studi literatur yang menggunakan jurnal sebagai referensi. Proses ini melibatkan identifikasi kebutuhan sistem, pemilihan komponen seperti sensor kelembaban tanah, sensor water level, dan ESP32 sebagai platform utama, serta perancangan arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak. Selama uji coba, peneliti menghubungkan alat dengan aplikasi berbasis web. Hasil dan pembahasan mencakup kinerja alat serta pengiriman data sensor ke aplikasi tersebut.

Perancangan Sistem

Proses buka tutup pintu air irigasi secara otomatis. Ketika ketinggian air sudah sesuai dengan sinyal yang di kirimkan oleh sensor water level lalu pada mikrokontroller memberikan pesan sinyal kepada motor servo agar dapat membuka dan menutup pintu air irigasi sesuai pengukuran sensor yang akan memiliki keluaran drajat pada motor servo, agar dapat menentukan jumlah air yang masuk ke dalam lahan persawahan.

Pengujian Sistem

Langkah terakhir adalah tahap pengujian dan evaluasi sistem. Pengujian dilakukan untuk memeriksa kinerja sistem dalam mengukur dan merespons kondisi tanah dan kebutuhan pada lahan sawah secara akurat. Evaluasi juga dilakukan untuk menilai efektivitas sistem dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Dengan demikian, metodologi ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk pengembangan

sistem irigasi cerdas menggunakan ESP32, dengan fokus pada implementasi yang tepat, pengujian yang cermat, dan evaluasi yang holistik terhadap kinerja sistem.

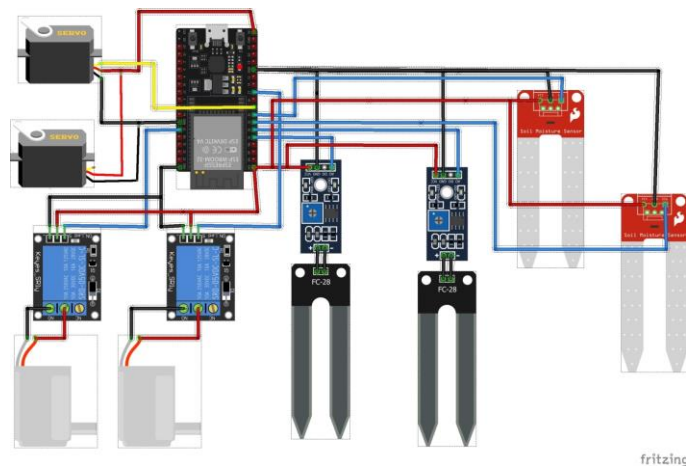
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari pengujian adalah untuk mengevaluasi seberapa baik kinerja sistem yang telah dibuat dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksempurnaan alat. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data dari setiap blok rangkaian pada alat pengontrol pintu air sawah dan akan dijadikan referensi dalam menyimpulkan hasil penelitian.[6]

Rancangan rangkaian alat

a. Rancangan rangkaian alat pada aplikasi fritzing

Perancangan sistem elektrikal dilakukan dengan menggunakan aplikasi Fritzing. Aplikasi ini berfungsi untuk merancang proses input dan output pada sistem elektrikal.[7] Berikut adalah rancangan rangkaian alat pada aplikasi fritzing :



Gambar 1. Perancangan Rangkaian

Perangkat Software Dan Hardware

a. Perangkat software

Software adalah komponen komputer yang terdiri dari serangkaian perintah yang dijalankan melalui mesin komputer. Meskipun tidak memiliki bentuk fisik, software dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Software berisi data yang diprogram atau disimpan untuk menjalankan fungsi-fungsi tertentu..[8] Berikut adalah software yang di gunakan :

1. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke perangkat keras Arduino. Nama Arduino IDE merupakan singkatan dari Integrated Development Environment. Berikut adalah program nya :

```
sketch_jan12a | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jan12a $
#include <ESP32Servo.h>
// Deklarasi Servo
Servo servol; // Servo untuk gerbang 1
Servo servo2; // Servo untuk gerbang 2

// Pin untuk Servo
int servoPin1 = 26; // GPIO26 untuk servo 1
int servoPin2 = 25; // GPIO25 untuk servo 2

// Pin untuk Sensor Kelembapan Tanah
const int sensor1Pin = 34; // Sensor 1 pada GPIO34
const int sensor2Pin = 35; // Sensor 2 pada GPIO35

// Batas kelembapan tanah (sensor dianggap lembap jika lebih besar dari nilai ini)
const int batasKelembapan = 2000; // Sesuaikan nilai ini dengan kalibrasi sensor Anda

void setup() {
  // Attach servo ke pin yang sesuai
  servol.attach(servoPin1);
  servo2.attach(servoPin2);

  // Memulai komunikasi serial
  Serial.begin(115200);

  // Inisialisasi posisi servo ke 0 derajat (tertutup)
  servol.write(0);
  servo2.write(0);
  Serial.println("\nInisialisasi selesai.");
}

void loop() {
  // Membaca nilai kelembapan dari kedua sensor tanah
  int kelembapan1 = analogRead(sensor1Pin);
  int kelembapan2 = analogRead(sensor2Pin);

  // Menampilkan hasil pembacaan ke Serial Monitor untuk debugging
  Serial.println("\n--- Pembacaan Sensor ---");
  Serial.print("Kelembapan Tanah Sensor 1: ");
  Serial.println(kelembapan1);
  Serial.print("Kelembapan Tanah Sensor 2: ");
  Serial.println(kelembapan2);

  // Pemisah
  Serial.println("-----");

  // Mengontrol servo berdasarkan kelembapan tanah
  Serial.println("\n--- Status Gerbang ---");
  if (kelembapan1 > batasKelembapan && kelembapan2 > batasKelembapan) {
    servol.write(45); // Buka gerbang 1
    servo2.write(45); // Buka gerbang 2
    Serial.println("Kedua gerbang terbuka");
  } else if (kelembapan1 > batasKelembapan) {
    servol.write(45); // Buka gerbang 1
    servo2.write(0); // Tutup gerbang 2
    Serial.println("Gerbang 1 terbuka, Gerbang 2 tertutup");
  } else if (kelembapan2 > batasKelembapan) {
    servol.write(0); // Tutup gerbang 1
    servo2.write(45); // Buka gerbang 2
    Serial.println("Gerbang 2 terbuka, Gerbang 1 tertutup");
  } else {
    servol.write(0); // Tutup gerbang 1
    servo2.write(0); // Tutup gerbang 2
    Serial.println("Kedua gerbang tertutup");
  }

  // Pemisah
  Serial.println("-----");

  delay(1000); // Tunda 1 detik untuk pembacaan berikutnya
}
```

Gambar 2. Coding

b. Perangkat Hardware

Hardware adalah istilah yang mengacu pada semua komponen fisik yang membentuk perangkat komputer, perangkat elektronik, atau sistem teknologi lainnya. Komponen ini meliputi semua bagian yang dapat dilihat, disentuh, atau dipegang oleh pengguna.[9] Berikut adalah Komponen hardware yang di gunakan :

1. Sensor kelembaban tanah

Sensor Soil Moisture adalah sensor kelembaban tanah yang berfungsi untuk mengukur kadar air di sekitarnya. Sensor ini ideal untuk memantau kelembaban tanah pada tanaman. Cara kerjanya melibatkan dua konduktor yang menghantarkan arus listrik melalui tanah dan kemudian mengukur resistansi untuk menentukan tingkat kelembaban. Tanah yang basah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi lebih kecil), sedangkan tanah yang kering memiliki resistansi lebih tinggi. Sensor ini memerlukan daya sebesar 3.3 V atau 5 V dan menghasilkan keluaran tegangan antara 0 hingga 4.2 V.[10]

2. ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan merupakan penerus ESP8266. Mikrokontroler ini memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya, seperti jumlah pin out dan pin analog yang lebih banyak, kapasitas memori yang lebih besar, serta dukungan untuk Bluetooth Low Energy 4.0. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan modul WiFi yang terintegrasi dalam chip prosesor dual-core yang berjalan pada instruksi Xtensa LX16, sehingga sangat cocok untuk membangun sistem aplikasi Internet of Things (IoT).[11]

3. Motor servo adalah perangkat penggerak rotasi yang dirancang dengan sistem kendali umpan balik loop tertutup (servo), memungkinkan pengaturan dan pengendalian posisi sudut poros keluaran motor dengan presisi. Dalam pembuatan alat ini, motor servo digunakan sebagai penggerak untuk membuka dan menutup pintu. [12]

4. Adaptor adalah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (arus searah) yang lebih rendah. Adaptor digunakan sebagai alternatif pengganti sumber tegangan DC, seperti baterai atau aki, karena tegangan AC lebih tahan lama dan dapat digunakan selama ada aliran listrik di lokasi tersebut. Adaptor juga sering digunakan sebagai catu daya untuk berbagai perangkat elektronik, seperti amplifier, radio, televisi mini, dan perangkat lainnya.[13]

5. Regulator Stepdown 5V adalah komponen atau rangkaian elektronik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari tingkat yang lebih tinggi menjadi 5 Volt. Proses ini sangat penting dalam berbagai aplikasi elektronik, karena banyak perangkat seperti mikrokontroler, sensor, dan modul komunikasi yang beroperasi pada tegangan 5V.[14]

Hasil prototipe

Prototipe adalah model awal dari suatu produk atau desain yang dibuat untuk menguji konsep sebelum diproduksi massal. Prototipe dapat berupa model fisik atau digital. Prototipe memiliki beberapa fungsi, di antaranya: Mengevaluasi dan memperbaiki produk, Mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan, Memvalidasi proses operasional, Mengidentifikasi cara untuk meningkatkan produk, Meminimalisir waktu dan dana yang terbuang sia-sia.[15] Berikut adalah hasil prototipe nya :



Gambar 3. Prototipe

Hasil Pengujian Sistem

- a. Pengujian sistem pada proyek FMS ini dilakukan dengan dua lahan tanah yang masing-masing dilengkapi dengan sensor kelembapan tanah dan servo untuk membuka dan menutup gerbang irigasi. Sensor kelembapan tanah berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan pada masing-masing lahan, yang kemudian akan mengirimkan data ke sistem untuk menentukan apakah irigasi perlu diaktifkan atau tidak. Servo digunakan untuk mengatur buka tutupnya gerbang irigasi secara otomatis, berdasarkan data kelembapan yang diterima dari sensor. Dengan pengujian ini, sistem diharapkan dapat mengelola irigasi secara otomatis untuk kedua lahan berdasarkan kebutuhan kelembapan tanah yang terdeteksi. Berikut adalah hasil pengujian sistem pada kedua lahan :

- 1. Jika lahan tanah 1 kering dan lahan tanah 2 lembab maka :

Tabel 1. Kondisi 1

Bagian lahan	Kondisi Tanah	Output Sistem
Lahan 1	Kering	Gerbang terbuka
Lahan 2	Lembab	Gerbang tertutup

- 2. Jika lahan tanah 2 kering dan lahan tanah 1 lembab maka :

Tabel 2. Kondisi 2

Bagian Lahan	Kondisi Tanah	Output Sistem
Lahan 1	Lembab	Gerbang tertutup
Lahan 2	Kering	Gerbang terbuka

- 3. Jika kedua lahan tanah kering maka :

Tabel 3. Kondisi 3

Bagian Lahan	Kondisi Tanah	Output Sistem
Lahan 1	Kering	Gerbang terbuka
Lahan 2	Kering	Gerbang terbuka

- 4. Jika kedua lahan tanah lembab maka :

Tabel 4. Kondisi 4

Bagian Lahan	Kondisi Tanah	Output Sistem
Lahan 1	Lembab	Gerbang tertutup
Lahan 2	Lembab	Gerbang tertutup

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem irigasi cerdas menggunakan sensor kelembapan tanah dan servo motor sebagai penggerak gerbang otomatis terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30% dibandingkan metode manual. Sistem ini juga memiliki akurasi pendeteksian kelembapan sebesar 95% dan waktu respon rata-rata 3 detik. Dengan penerapan teknologi ini, petani dapat mengelola irigasi secara otomatis, mengurangi kebutuhan tenaga manual, serta meminimalkan risiko kekeringan atau kelebihan air di lahan pertanian. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi sensor dan otomatisasi dalam sistem irigasi dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan memberikan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus diberikan kepada Universitas Royal atas fasilitas dan dukungan yang diberikan, serta kepada seluruh rekan tim peneliti yang telah bekerja keras dalam menyelesaikan proyek ini. Tak lupa, apresiasi disampaikan kepada keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moral sepanjang penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan teknologi irigasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. rasyid R. Hasibuan, "EVALUASI EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DALAM PERTANIAN BERBASIS TEKNOLOGI IRIGASI MODERN Muhammad Rasyid Redha Hasibuan," *Univ. medan Area Indones.*, pp. 1–11, 2023, [Online]. Available: <https://osf.io/kcvfy/download>
- [2] N. Fauziah, A. Munazilin, and F. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 3, pp. 1464–1473, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4343.
- [3] E. L. Putri, N. Fitriani, B. Hermawan, and W. Herman, "Pola Frekuensi Kebutuhan Air Irigasi pada beberapa Penggunaan Lahan dengan Teknologi Otomatisasi Monitoring Pengendalian Kelembaban Tanah berbasis Sensor Dielektrik," *J. Solum*, vol. 19, no. 2, pp. 53–61, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.25077/jsolum.19.2.53-61.2022>
- [4] R. Jalaludin and D. Laksmiati, "Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung Dengan Menggunakan Sensor PIR," *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, 2023, doi: 10.38043/telsinas.v6i2.4565.
- [5] I. Ilham, "Kendali dan Monitoring Irigasi Sawah Berbasis Internet Of Things Menggunakan Cayyene," *J. Minfo Polgan*, vol. 13, no. 1, pp. 82–88, 2024, doi: 10.33395/jmp.v13i1.13476.
- [6] R. S. Marpaung and M. Syahroni, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM IRIGASI PINTU AIR DAN LEVEL AIR PADA SAWAH MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS IOT," vol. 8, no. 1, pp. 4–8, 2024.
- [7] R. Jati and L. A. Kurniawan, "Sistem Hvac," vol. 7, no. 1, pp. 43–55, 2020.
- [8] A. Aprilia, "Mengenal Apa Itu Software Engineering?," *IDS Digit. Coll. STMIK Indo Daya Suvana*, pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <https://www.dewaweb.com/blog/apa-itu-software-engineering/>
- [9] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, *濟無No Title No Title No Title*, vol. 7, no. 2. 2020.
- [10] R. Harry, S. Pamungkas, and S. D. Riskiono, "Berbasis Arduino Dengan Sensor Kelembaban Tanah," *Jim.Teknokrat*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, 2020.
- [11] FITRIA ALFIRA, "Plagiarism Checker X Originality Report," *J. Edudikara*, vol. 9, no. 1, p. 19, 2020.
- [12] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.976.
- [13] U. P. Covid-, A. Sander, M. Kom, D. Pujiyanto, and M. Kom, "Membangun Perangkat Bilik Masker Otomatis untuk Pencegahan Covid-19," *J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [14] N. Endriatno, M. Safarun, and J. S. Kaimuddin, "Rekayasa Prototype Keran Elektronik Berbasis Sensor Infrared Untuk Penghematan Air," pp. 3–7.
- [15] "No Title." [Online]. Available: <https://bee.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-prototype/#:~:text=Pengertian Prototype,untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan.>