



Prototype Alat Perataan dan Pematatan Tanah Berbasis Internet of Things (IoT)

Muchammad Fahrul Amin¹, Wahyu Dirgantara², Yandhika Surya Akbar Gumilang³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, Malang, Jawa Timur, 65146, Indonesia

Korespondensi: Mfahrul.amin87@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:3-06-2024

Revised:28-06-2024

Accepointed:29-06-2024

Abstrak

Membangun fondasi yang kokoh merupakan prasyarat utama dalam mendirikan struktur bangunan yang stabil dan tahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototype alat perataan dan pematatan tanah berbasis Internet of Things (IoT). Saat ini, banyak proyek masih menggunakan alat manual dalam perataan dan pematatan tanah, yang dapat mengakibatkan kurangnya efektivitas, kurangnya keamanan bagi pekerja, dan tingkat kecapekan yang tinggi. Oleh karena itu, alat ini dilengkapi ESP32-Cam, Motor DC dan Driver Motor BTS 7960 dan akan dioperasikan dari jarak jauh melalui remote control dari smartphone Android, memanfaatkan teknologi IoT untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perataan dan pematatan tanah. Dari hasil dengan 3 kali percobaan tanah berpasir lebih signifikan mengalami penurunan dibandingkan tanah berbatu dengan rata-rata yaitu 3,6 mm dengan waktu 4 detik dengan jenis tanah berbatu dengan tiga percobaan dengan rata-rata yaitu 3,3 dengan waktu 5,3 detik.

Kata kunci: Tanah, *Internet of Thing* (IoT), ESP-32 Cam, *Wireless*.

Internet Of Things (IoT) Based Soil Leveling and Compaction Prototype

Abstract

Building a solid foundation is the main prerequisite in erecting a stable and durable building structure. The purpose of this research is to design a prototype of a soil leveling and compaction tool based on the Internet of Things (IoT). Currently, many projects still rely on manual tools for soil leveling and compaction, which can result in reduced effectiveness, lack of safety for workers, and high levels of fatigue. Therefore, this tool is equipped with ESP32-Cam, DC Motor, and BTS 7960 Motor Driver, and will be operated remotely via a smartphone's Android remote control, utilizing IoT technology to enhance efficiency and accuracy in soil leveling and compaction. By three trials result on sandy soil showed a more significant reduction, with an average of 3.6 mm in 4 seconds, compared to rocky soil, which had an average reduction of 3.3 mm in 5.3 seconds over three trials.

Keywords: Soil, *Internet of Thing* (IoT), ESP-32 Cam, *Wireless*.

1. Pendahuluan

Fondasi merupakan struktur paling bawah dan dasar bangunan yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur di atasnya [1], maka diperlukan struktur tanah yang cukup memadai dalam menunjang berdirinya suatu bangunan. Kuat atau tidaknya suatu bangunan juga dipengaruhi oleh kondisi tanah. Pemadatan merupakan salah satu cara yang umumnya dilakukan untuk mendekatkan butiran-butiran tanah, agar dapat menompang beban yang berat di atasnya [2].

Pemadatan dan perataan tanah dengan alat yang biasa dan masih manual bisa mengakibatkan berkurangnya kemampuan dalam pemadatan tanah dan kualitas tanah yang dipadatkan masih kurang maksimal. Proses memadatkan tanah dengan kayu yang datar atau diinjak dengan kaki manusia kurang aman bagi pekerja dan cenderung berbahaya karena dapat mengakibatkan kecelakaan kerja. Selain itu, penggunaan alat pemadat tanah secara tradisional dapat menimbulkan tingkat kecapekan bagi pekerja karena memerlukan tenaga yang besar.

Oleh karena itu, perlu merancang sebuah alat perataan dan pemadatan tanah dengan menambahkan sebuah inovasi yang dapat mempermudah pekerjaan serta mudah digunakan. Dalam perkembangan zaman saat ini, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) semakin meluas di berbagai bidang termasuk konstruksi bangunan. Alat perataan dan pemadatan tanah ini akan dioperasikan dari jarak jauh dengan *remote control* dari *smartphone android* dan ESP 32 Cam untuk memataui bergeraknya alat sehingga alat ini dapat bergerak di sepanjang area yang di butuhkan untuk melakukan perataan dan pemadatan tanah secara akurat [3]. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mengambil topik tentang perancangan *prototype* alat perataan dan pemadatan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan ESP 32 Cam diharapkan dalam perancangan alat tersebut dapat membantu pekerjaan lebih efektif dan efisien yang sebelumnya masih dilakukan secara manual.

2. Metode

Dalam bab ini penulis melakukan langkah-langkah yang akan dilakukan. Adapun tahap dan alur yang akan dilakukan untuk penelitian ini.

2.1 Alat

Perangkat lunak (*Software*) yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Software yang digunakan

No.	Software	Bahasa Program
1.	OS Windows 10 Pro	-
2.	Arduino IDE versi 1.8.10	C
		Javascript
		HTML
		CSS

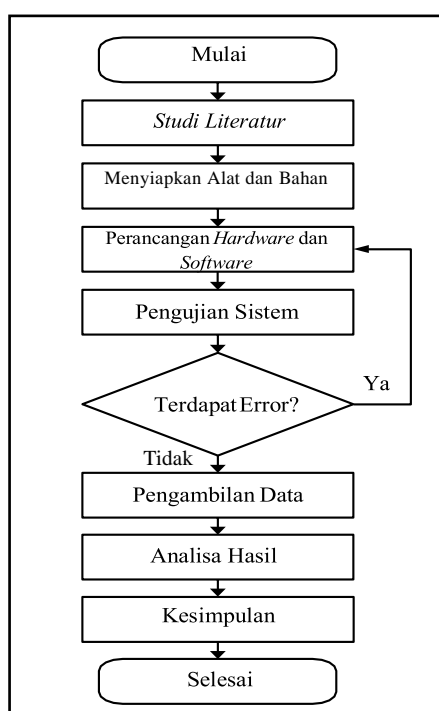
2.2 Bahan

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hardware yang digunakan

No.	Hardware	Ukuran
1.	Besi	a. Besi Plat b. Dimensi 30 cm × 20 cm c. Ketebalan 3 mm
2.	2 Buah Gear Pulley	a. 5 mm b. 10 mm
3.	1 Buah Motor DC Tipe 798	-
4.	1 Buah Driver Motor L298N	-
5.	1 Buah Driver Motor BTS 7960	-
6.	1 Buah Besi Beton Polos	-
7.	2 Buah Pillow Blok	-
8.	1 Buah V-Belt	-
9.	1 Buah ESP-32 Cam	-

2.3 Tahap dan Alur Penelitian

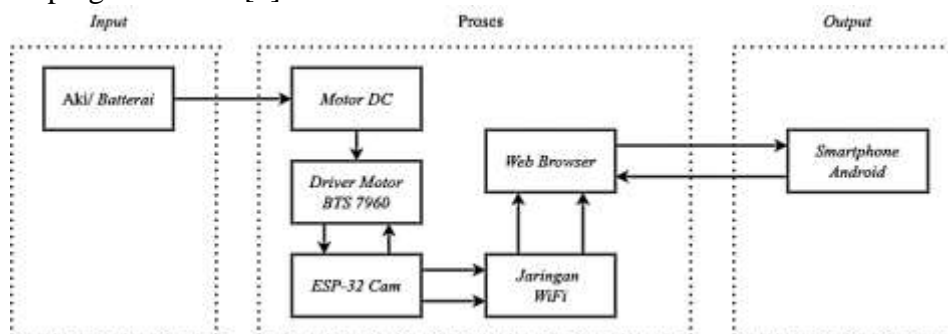


Gambar 1. Alur Penelitian.

2.4 Diagram Blok

1. Motor DC yang berfungsi menjadi penggerak utama pada alat ini. Motor DC akan berputar sesuai dengan *input* digital yang diberikan melalui *output* driver motor [4].
2. Driver Motor BTS 7960 Driver motor ini akan menerima data dari ESP-32 Cam untuk mengatur kecepatan serta arah perputaran kepada Motor DC, sehingga pergerakan dapat sepenuhnya dikontrol melalui *smartphone* [5].
3. Modul ESP-32 Cam sebagai unit mikrokontroler pada sistem gerak alat ini yang berfungsi mengatur seluruh kinerja dari setiap komponen dalam sistem gerak melalui program yang telah tersematkan didalam modul. Modul ESP-32 Cam akan

menerima data dari *web browser* berupa *input* digital yang berfungsi mengontrol arah pergerakan alat[6].



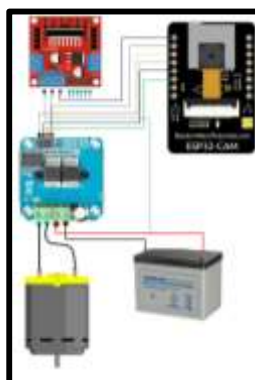
Gambar 2. Diagram Blok.

4. *WiFi* berfungsi sebagai jaringan untuk menghubungkan secara *wireless* modul ESP32-Cam dengan *smartphone* Android. Program yang telah tersematkan di dalam modul ESP-32 Cam, akan secara otomatis menghubungkan modul sesuai dengan nama SSID dan *password* dari jaringan *WiFi* pada *smartphone* [7].
5. *Web browser* berfungsi untuk membuka atau mengakses halaman web “*Remote Control*” dengan memasukkan alamat (*IP Address*) dari halaman web tersebut ke dalam *web browser* pada *smartphone* Android. Halaman web “*Remote Control*” ini menampilkan tombol untuk mengontrol arah pergerakan alat [8].
6. *Smartphone* Android berfungsi sebagai perangkat *router* (*access point*) yang menyediakan jaringan *WiFi* dengan cara mengaktifkan fitur *Portable Hotspot* (*Tethering*) pada *smartphone*, sehingga *smartphone* dapat terhubung secara *wireless* dengan modul ESP32-Cam [9].

Tabel 3. Spesifikasi komponen

No.	Spesifikasi	Detail
1.	Besi Plat	Panjang 26 cm, Lebar 20 cm, Tebal 3 cm
2.	Dinamo Motor DC	Voltase: 12v, Kecepatan: 10.000 rpm, Berat bersih: 380 g
3.	Pillow Blok	Diameter as 10 mm
4.	Tinggi	66 cm
5.	Gear Pulley	Diameter 10 mm dan Diameter 5 mm
6.	V-belt	Panjang 15 cm-20 cm
7.	Besi Beton Bulat	Diameter 10 mm
8.	Beban	+ 7 Kg

2.5 Perencanaan Komponen

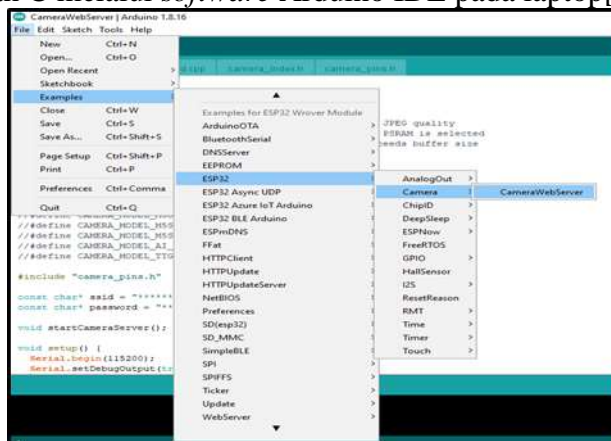


Gambar 3. Rangkaian Komponen.

Komponen pada perancangan *prototype* alat perataan dan pemadatan tanah terdiri dari Modul ESP-32 Cam, Driver Motor BTS 7960, Motor DC, dan Battery, seperti pada gambar 3. Komponen tersebut dirancang agar alat dapat bergerak sesuai dengan program yang diinginkan, sehingga pergerakannya dapat dikontrol sepenuhnya oleh pengguna melalui *smartphone* Android. Modul ESP-32 CAM sebagai unit mikrokontroler pada sistem gerak alat ini akan dihubungkan dengan input dari Driver Motor BTS 7960. Hal ini bertujuan agar ESP-32 Cam dapat meng-*input* program kedalam driver motor, sehingga driver motor dapat mengatur kecepatan serta arah perputaran dari Motor DC sesuai dengan program.

2.6 Perancangan Program

Program sistem berfungsi untuk mengatur kinerja dari kamera on-board ESP-32 Cam dalam melakukan penangkapan video secara *real-time* dan memastikan agar video tersebut dapat ditampilkan melalui halaman web *remote control*. Selain itu, program tersebut juga berfungsi mengatur kinerja Driver Motor BTS 7960 dalam mengendalikan arah perputaran Motor DC dan memastikan agar arah pergerakan alat dapat dikendalikan melalui halaman web “*Remote Control*” Program tersebut akan dirancang menggunakan bahasa pemrograman C melalui *software* Arduino IDE pada laptop[10].



Gambar 4. Camera Web Server

Selanjutnya peneliti mengatur koneksi dari modul ESP-32 Cam, seperti pada Gambar 5, agar modul dapat otomatis terhubung secara *wireless* dengan *smartphone* melalui jaringan *WiFi* ketika alat diaktifkan. Melalui program ini peneliti memasukkan nama *SSID* dan *password* dari jaringan *WiFi* pada *smartphone*. Selain itu, peneliti juga memasukkan *IP Address Local*, *IP Address Gateway*, dan *IP Address Subnet*. *IP Address Local* merupakan *IP Address* yang nantinya akan digunakan sebagai alamat dari halaman web “*Remote Control*”[11].

Selanjutnya mengatur arah pergerakan alat dengan memberikan input digital pada Motor Driver BTS 7960. Input digital dalam program ini memiliki nilai “HIGH” atau “1” yang berarti input digital yang diberikan berlogika tinggi dan nilai “LOW” atau “0” yang berarti input digital yang diberikan berlogika rendah[12].

```
const char* ssid = "realme 3 Pro";
const char* password = "09061998";

IPAddress local_IP (192, 168, 16, 10);
IPAddress gateway (192, 168, 16, 152);
IPAddress subnet (255, 255, 255, 0);
```

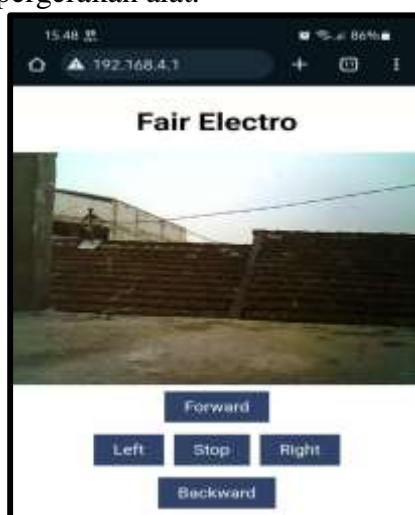
Gambar 5. Kode program pengaturan koneksi modul ESP32-Cam.

3 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil pengujian program, komponen-komponen yang digunakan, dan pengujian alat saat melakukan perataan dan pematatan tanah.

3.1 Pengujian Program Web Browser

Halaman web “*Remote Control*” berfungsi untuk menampilkan video *real-time* hasil tangkapan kamera *on-board* OV2640 pada alat sekaligus sebagai kontroler *navigasi* untuk mengendalikan arah pergerakan alat.



Gambar 6. Halaman Web “Remote Control”

Web Search berfungsi untuk memasukkan alamat (*IP Address*) dari halaman web “*Remote Control*” ke dalam *web browser* untuk membuka dan mengakses halaman web tersebut.

Video Box berfungsi sebagai tempat untuk menampilkan video *real-time* hasil tangkapan kamera OV2640 pada alat.

Navigation Button berfungsi sebagai tombol-tombol untuk mengendalikan atau mengontrol arah pergerakan secara *wireless*.

3.2 Pengujian Motor DC.

Tabel 4. Pengujian Motor DC.

No.	Pengujian Motor DC.	Volt.	Ampere.
1	Tanpa Beban	12 V	1,1A
2.	Beban Pulley	12 V	2,49A
3.	Beban V-belt	12 V	19,5A

Hasil analisis dari pengujian motor DC Arus yang diperlukan untuk motor berputar tanpa beban adalah 1,1A. Ketika *pulley* ditambahkan sebagai beban, arus yang diperlukan meningkat menjadi 2,49A. Ini menunjukkan bahwa motor perlu menghasilkan daya ekstra untuk mengatasi tambahan beban dari *pulley*. Saat beban diberi beban V-belt, arus yang diperlukan meningkat menjadi 19,5A. Ini menunjukkan bahwa beban V-belt memberikan hambatan tambahan yang memerlukan lebih banyak daya dari motor.



Gambar 7. Pengujian Motor DC.

3.3 Pengujian Kamera ESP-32

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kualitas hasil tangkapan video dan jarak maksimal pengambilan video secara *real-time* yang dilakukan oleh kamera *on-board* OV2640 pada modul ESP32-Cam.

Tabel 5. Pengujian kamera ESP32-Cam

No.	Jarak (m)	Waktu Delay Video		Rata-rata Waktu (detik)
		1	2	
1.	5	0,25	0.28	0.27
2.	10	0.30	0.28	0.29
3.	15	0.30	0.34	0.35
4.	20	0.88	0.86	0.86
5.	30	-	-	-

Berdasarkan data yang diperoleh video *real-time* hasil tangkapan kamera ESP-32 Cam ditampilkan cukup baik dan responsif pada halaman web dengan rata-rata waktu delay 0-1 detik. Sedangkan pada jarak 30 meter, koneksi *WiFi* antara modul ESP-32 Cam dengan *smartphone* telah terputus.



Gambar 9. Hasil Tangkapan Kamera ESP-32

3.4 Pengujian Perataan dan Pematatan

Pada pengujian pematatan tanah dilakukan ujicoba dua kali dengan ukuran bidang tanah 60 cm x 40 cm tinggi tanah awal 4 cm yaitu pertama percobaan dilakukan kepada pasir yang kedua percobaan dilakukan ke tanah yang ada batu-batu data yang diperoleh:

Tabel 5. Percobaan Pada Pasir

No.	Tumbukan Tanah	Turun	Waktu
1	Ke 1	7 mm	4 detik
2.	Ke 2	3 mm	4 detik
3.	Ke 3	1 mm	4 detik
4.	Ke 4	-	-

Berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa pada percobaan kesatu pasir mengalami penurunan 7 mm dengan waktu 4 detik, pada percobaan kedua pasir mengalami penurunan sebesar 3 mm dengan waktu 4 detik, pada percobaan ketiga pasir mengalami penurunan sebesar 1 mm dengan waktu 4 detik dan pada percobaan keempat pasir tidak mengalami penurunan lagi karena proses perataan dan pematatan tanah telah terjadi perubahan volume tanah akibat kehilangan udara atau air yang disebabkan oleh tumbukan dari alat untuk jenis pasir mengalami penurunan yang cenderung meningkat dari percobaan pertama hingga ketiga dan pada percobaan keenmpat tidak mengalami penurunan.



Gambar 10. Grafik Pematatan Pasir

Dari grafik diatas, dapat melihat bahwa terdapat penurunan tanah bahwa tinggi pasir yang turun secara umum menurun dari percobaan ke-1 hingga ke-3. pada percobaan ke-1 (7 mm) dibandingkan dengan percobaan ke-2 (3 mm) dan ke-3 (1 mm). Waktu yang diperlukan untuk penurunan tersebut sama untuk ketiga percobaan, yaitu 4 detik.

Tabel 6. Percobaan Pada Tanah Berbatu

No.	Tumbukan Tanah Turun	Waktu
1	Ke 1 5 mm	6 detik
2.	Ke 2 4 mm	5 detik
3.	Ke 3 1 mm	5 detik
4.	Ke 4 -	-

Berdasarkan data diatas pada proses perataan dan pematatan tanah telah terjadi perubahan volume tanah akibat kehilangan udara yang disebabkan oleh tumbukan dari alat untuk jenis pasir telah terjadi perubahan rata-rata 3,6 mm dengan percobaan sebanyak 3 kali dan setiap percobaan berjalan alat 4 detik



Gambar 11. Grafik Pematatan Tanah Berbatu.

Dari grafik, kita dapat melihat bahwa terdapat penurunan tanah yang bervariasi pada ketiga percobaan. Percobaan ke-1 memiliki penurunan tanah tertinggi (5 mm), diikuti oleh percobaan ke-2 (4 mm), dan percobaan ke-3 (1 mm). Waktu yang diperlukan untuk penurunan tersebut berbeda-beda: 6 detik untuk percobaan ke-1, 5 detik untuk percobaan ke-2 dan ke-3 Tanah bisa dikatakan padat dan rata dikarenakan terjadi perubahan volume dan kehilangan udara.

3.5 Perhitungan Daya Dan Torsi.

Percobaan	Arus Listrik (A)	Putaran (rpm)	Percobaan	Arus Listrik (A)	Putaran (rpm)
1	1,1	10.000	1	2,49	7993
2	1,1	9981	2	2,50	7867
Rata-rata	1,1	9976	Rata-rata	2,49	7930

Tanpa beban	Daya masuk (P i _n)	100	Watt
	Tegangan (V)	12	Volt
	Arus listrik (I)	1,1	Ampere
	cos φ	0,75	
	Putaran	9976	rpm
Pengamatan dengan beban	Daya masuk (P i _n)	100	Watt
	Tegangan (V)	12	Volt
	Arus listrik (I)	2,49	Ampere
	cos φ	0,75	
	Putaran	7930	rpm

Perhitungan Daya Listrik Dan Torsi Tanpa Beban.

Sesuai dengan persamaan, maka daya keluaran dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{out} &= V \times I \times \cos \phi \\
 &= 12 \times 1,1 \times 0,75 \\
 &= 9,9 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Dimana: V = 12V, I = 1,1 A dan cosφ = 0,75

Untuk menghitung berapa besar torsi yang dihasilkan, maka daya keluaran dimasukkan kedalam persamaan sebagai berikut :

$$T = P = \frac{VI \cdot \cos \phi}{\omega \cdot 2\phi f}$$

$$T = 9,9 \text{ Watt} = \frac{9,9 \text{ Watt}}{166 \text{ rps} \cdot 2 \times 3,14 \times 166}$$

$$T = 0,0095 \text{ Nm}$$

Dimana; P_{out} = 9,9 Watt, ω m = 9976 rpm = 166 rps dan φ = 3,14

Perhitungan Daya Listrik Dan Torsi Dengan Beban

Sesuai dengan persamaan, maka daya keluaran dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{out} &= V \times I \times \cos \phi \\
 &= 12 \times 2,49 \times 0,75 \\
 &= 22,41 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Dimana: V = 12 V, I = 2,49 A dan cosφ = 0,75

Untuk menghitung berapa besar torsi yang dihasilkan, maka daya keluaran dimasukkan kedalam persamaan sebagai berikut :

$$T = P = \frac{VI \cdot \cos \phi}{\omega \cdot 2\phi f}$$

$$T = \frac{22,41 \text{ Watt}}{132 \text{ rps} \cdot 2 \times 3,14 \times 132} = \frac{22,41 \text{ Watt}}{2 \times 3,14 \times 132}$$

$$T = 0,0270 \text{ Nm}$$

Dimana: P_{out} = 3,9441 Watt, ω m = 7930 rpm = 132rps dan φ = 3,14

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Jarak maksimal video dapat tampil pada *smartphone* android adalah 25 m dengan waktu *delay* 0.27-1.86 detik dan Pengontrolan dalam mengerjakan alat jarak maksimal pergerakan alat 10 dan ada

variasi penurunan tanah pada setiap percobaan, percobaan ke-1 memiliki penurunan tanah tertinggi (5 mm), diikuti oleh percobaan ke-2 (4 mm), dan percobaan ke-3 (1 mm). Waktu yang diperlukan untuk penurunan tersebut berbeda-beda.

Daftar Referensi

- [1] Mahardika, Andrew Ghea Mahardika, dan Muhammad Fikri Pratama. “*Pengujian Pematatan Tanah Metode Standart Proctor Dengan Alat Uji Pematat Standart*”, Fakultas Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, 2020. (<https://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/189>)
- [2] Iqbal, Muhammad, “*Modifikasi Alat Pematat Tanah Dengan Penggerak Motor Bensin*”, Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang, 2023. (https://www.researchgate.net/publication/376004269_Rancang_Bangun_Alut_Pematat_Tanah_yang_Ergonomis_dengan_Penggerak_Motor_Bensin)
- [3] Misbakhul Fatah, Abdul Hamid, Ilham Anugrah Ilahi, Amin Jakfar, dan Annafiyah, “*Rancang Bangun Alat Pematat Tanah Yang Ergonamis Dengan Penggerak Motor Bakar*”, Fakultas Teknik Mesin Politeknik Negeri Madura, 2023. (https://www.researchgate.net/publication/376004269_Rancang_Bangun_Alut_Pematat_Tanah_yang_Ergonomis_dengan_Penggerak_Motor_Bensin)
- [4] Utama, Shoffin Nahwa, dan Oddy Virgantara Putra, “*Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan Wireless Kontroler Modul Esp-32 Cam Berbasis Internet Of Things (IoT)*” Prodi Teknik Informatika Universitas Darussalam Gontor, 2021. (<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/675/519>)
- [5] Fandidarma, Bayu, Ridam Dwi Laksono , dan Krisna Warih Bintang Pamungkas, “*Rancang Bangun mobil Remote Control pemantau Area Berbasi IoT Menggunakan Esp-32 Cam*”, Teknik Elektro Universitas PGRI Madiun, 2021. (https://www.academia.edu/59206048/Rancang_Bangun_Mobil_Remote_Control_Pemantau_Area_berbasis_IoT_menggunakan_ESP_32_Cam)
- [6] Hardi, “*Perancangan Prototype Mobil Remote Control dengan Smartphone Android Menggunakan Bluetooth HC-05 Berbasiskan Arduino Uno*” Teknik Elektro Politeknik Negeri Kupang, 2021. (<https://ejournal.unib.ac.id/labsaintek/article/download/22003/10390/60842>)
- [7] Isrofi, A., Utama, S. N., & Putra, O. V, “*RANCANG BANGUN ROBOT PEMOTONG RUMPUT OTOMATIS MENGGUNAKAN WIRELESS KONTROLER MODUL ESP32-CAM BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)*”, Jurnal Teknoinfo, 2021. (<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/675>)
- [8] Azhar,Muhammad, “*Prototype Robot Monitoring Wilayah Pasta Kebakaran Dengan Wireless Kontroler Modul ESP-32 Cam Dan NODEMCU ESP-32 Cam Berbasis IOT*”, Prodi Fisika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2023. (<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/68595>)
- [9] Syah,Andrian, Caniago, Doesa Putra “*Rancang Bangun Robot Mobile Pengawasan Berbasis IoT(Internet Of Things) Menggunakan Kamera ESP-32*” Teknik Komputer Institut Teknologi Batam, 2023. (https://journal.iteba.ac.id/index.php/jurnal_quancom/article/download/186/137/1189)