

## MODEL DAN SIMULASI PEMILAH SAMPAH LOGAM DAN NON LOGAM OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

**Dr. Aneu Yulianeu, S.T<sup>1</sup> ,Muhammad Fauzan Ridwanulloh<sup>2</sup>**

Prodi Teknik Informatika , STMIK DCI Tasikmalaya  
Email : anjusu09@gmail.com<sup>1</sup>, mfauzanrn@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mempermudah dalam hal proses penyortiran benda logam yang mengandung magnet neodmium dan non logam. Sehingga pada penelitian ini dirancang sebuah sistem kontrol terhadap objek untuk memisahkan benda logam yang mengandung magnet neodmium dan non logam ke tempat yang berbeda menggunakan sebuah gate yang dikendalikan oleh arduino mega2560. Conveyor yang dirancang pada penelitian ini menggunakan belt konveyor, motor dc sebagai penggerak belt konveyor dan menggunakan satu buah motor servo untuk menggerakkan gate tersebut. Prinsip kerja pada alat conveyor ini, ketika conveyor berputar, kemudian sensor induktif akan mendeteksi benda logam yang mengandung magnet neodmium atau benda non logam. Ketika benda yang terdeteksi adalah benda logam yang mengandung magnet neodmium maka gate berbelok kekanan sehingga benda jatuh ke wadah khusus untuk benda logam yang mengandung magnet neodmium. Sebaliknya, ketika benda yang terdeteksi merupakan benda non logam maka gate berbelok ke kiri sehingga benda jatuh ke wadah khusus untuk benda non logam. Dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dibuat sudah sesuai dengan rencana awal.

**Kata kunci:** konveyor, magnet neodmium, arduino mega 2560, motor servo, motor dc.

### I. PENDAHULUAN

Sampah dan limbah telah menjadi permasalahan nasional. Masalah sampah sangat terkait dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan perubahan pola konsumsi masyarakat (Badan Pusat Statistik, 2018). Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan (KLHK) menyampaikan jumlah timbunan sampah secara nasional

sebesar 175.000 ton per hari atau setara dengan 64 juta ton per tahun jika menggunakan asumsi sampah yang dihasilkan setiap orang per hari sebesar 0.7 kg. Timbunan sampah di Kabupaten Cilacap menurut data Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional sebesar 250,76 ton per hari dengan komposisi sampah diantaranya, sisa makanan (71,30%), kertas (13,80%), plastik (12,7%),

ranting daun (0,21%), logam (0,19%), kaca (0,17%), tekstil (0,15%), karet kulit (0,05%) dan lainnya (1,36%) (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020).

Seiring dengan perkembangan zaman, banyak ditemukan produk minuman dalam kemasan yang beredar di masyarakat, baik itu kemasan kaleng maupun botol. Semakin banyak minuman dalam kemasan yang diproduksi maka akan semakin banyak sampah kaleng dan botol yang dihasilkan, sehingga diperlukan proses daur ulang sampah untuk mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan. Agar memudahkan proses daur ulang hal pertama yang harus dilakukan adalah memisahkan sampah logam dalam bentuk kaleng dan sampah non logam dalam bentuk botol plastik. Proses daur ulang (recycle) dilakukan ditempat pembuangan sampah akhir, proses pemilahan sampah masih dilakukan secara manual sehingga masih membutuhkan banyak waktu, tenaga dan tidak efektif. Oleh sebab itu diperlukan sebuah solusi untuk mempercepat dan mempermudah dalam proses pemilahan sampah logam dalam bentuk kaleng dan sampah non logam dalam bentuk botol plastik.

Sampah kaleng dan botol plastik dibedakan berdasarkan jenis materialnya sehingga proses pemilahannya harus dapat membedakan kedua jenis material tersebut. Dalam pemilahan secara manual pasti masih terdapat kesalahan pemilahan karena masih menggunakan tenaga manusia, kondisi seperti ini memberikan ide untuk merancang mesin sortir sampah kaleng

dan botol plastik dengan menggunakan sensor proximity induktif untuk meminimalisir kesalahan dalam hal penyortiran.

Selain menggunakan sensor untuk membedakan material logam dan non logam tersebut, perlu juga sebuah mekanisme untuk mempercepat dalam proses pemilahan. Mekanisme yang digunakan berupa belt conveyor yang digerakan oleh motor DC (Direct Current). Dengan adanya mekanisme conveyor tersebut dapat mempercepat proses pemilahan sampah logam dan non logam.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem pemilah sampah logam dan non logam otomatis yang dioperasikan secara rapi serta terkomputerisasi. Berdasarkan uraian tersebut, maka penyusun melakukan pengajuan laporan tugas akhir yang berjudul "ALAT OTOMATIS PEMILAH SAMPAH LOGAM DAN NON LOGAM BERBASIS ARDUINO UNO".

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Model dan Simulasi

#### 2.1.1 Model

##### 1. Pengertian Model

Model didefinisikan sebagai suatu deskripsi logis tentang bagaimana sistem bekerja atau komponen-komponen berinteraksi. Dengan membuat model dari suatu sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis. Hal ini merupakan prinsip pemodelan, yaitu bahwa pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangannya.

## 2. Klasifikasi Model

- a. Mekanistik
- b. Empiris
- c. Stochastic
- d. Deterministik
- e. Lump Parameter
- f. Variabel Parameter
- g. Linear
- h. Non-linear
- i. Kontinyu
- j. Diskrit
- k. Hybrid

## 3. Jenis-jenis Model

- Model Ikonik (Visualisasi) yaitu Memberikan visualisasi dari masalah yang ditinjau. contohnya: Maket dan Foto udara suatu kota dapat memberikan gambaran tata letak bangunan, petamanan, lalu lintas dan seterusnya di kota tersebut sehingga memudahkan pembahasannya lebih lanjut.
- Model Analog (keserupaan gejala) adalah didasarkan pada keserupaan gejala yang ditunjukkan oleh masalah dan dimiliki oleh model. Misalnya, menganalogikan gelombang suara terhadap gelombang permukaan air, sehingga karakteristik suara (akustik) dalam suatu ruang auditorium dapat dipelajari dengan model ruangnya dan merapatkannya dalam bak dangkal berisi air yang digetarkan atau contoh lainnya modelisasi masalah lalu lintas di suatu kota dengan simulator rangkaian listrik dengan menganalogikan arus lalu lintas dengan arus listrik "

Masalah lalu lintas = Rangkaian listrik".

- Model simbolik / Matematik menyatakan kuantitatif, persamaan matematik yang mewakili masalah Model ini digunakan sama seperti seperti simbol-simbol matematik, terutama terlihat pada Technology Operations Research yang menguraikan status dari variabel-variabel di dalam sistem dan juga menguraikan jalan keluar. Misalnya model pertumbuhan penduduk, pertumbuhan sejenis bakteri yang membelah dua setiap detik, sehingga jumlah bakteri yang ada setiap waktunya dapat dinyatakan secara eksponensial dengan persamaan matematik  $Y = 2t$  dimana  $t$  adalah waktu dan model pengisian reservoir air.
  - Model Epidemik merupakan pendekatan secara sistem untuk menerangkan peristiwa epidemi, tentang pemicunya(trigger), kecepatan penyebarannya dll. Dengan cara simulasi para epidemiologis dan ahli kesehatan masyarakat dapat mengantisipasi dan mencegah ketidakstabilan yang mengakibatkan epidemi.
- ## 4. Kegunaan Model
- Eksperimen yang dilakukan pada sistem secara langsung akan membutuhkan biaya dan usaha yang cukup besar.

- Waktu yang digunakan untuk percobaan pada model jauh lebih singkat dibandingkan dengan percobaan pada sistem secara langsung.
  - Dalam uji coba menggunakan model, resiko yang di hadapi akan lebih aman daripada uji coba langsung pada sistem sebenarnya.
  - Model dari system dapat digunakan untuk menjelaskan, memahami dan memperbaiki system tersebut.
  - Dapat mengetahui performansi dan informasi dari suatu sistem.
- pertanyaan : what happen if
- d. Dalam banyak hal, simulasi lebih murah dari percobaannya sendiri.
  - e. Simulasi dapat digunakan untuk maksud pendidikan.
  - f. Untuk sejumlah proses dimensi, simulasi memberikan penyelidikan yang langsung dan terperinci dalam periode waktu khusus.

Beberapa kekurangan, yaitu :

### 2.1.2 Simulasi

#### 1. Pengertian Semulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses- proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah.

#### 2. Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Beberapa kelebihan model simulasi adalah sebagai berikut :

- a. Simulasi dapat memberi solusi kalau model analitik gagal melakukannya.
- b. Model simulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit.
- c. Perubahan konfigurasi dan struktur dapat dilaksanakan lebih mudah untuk menjawab

#### 3. Model – Model Simulasi

- a. Model Stochastic atau probabilistic
- b. Model Deterministik
- c. Model Dinamik
- d. Model Statik
- e. Model Heuristik
- f. Simulasi Analog
- g. Simulasi Simbolik

Langkah - Langkah Dalam Proses Simulasi

- a. Menentukan persoalan atau sistem yang hendak disimulasi.

- b. Formulasikan model simulasi yang hendak digunakan.
- c. Ujilah model dan bandingkan tingkah lakunya dengan tingkah laku dari sistem nyata, kemudian berlakukannya model simulasi tersebut.
- d. Rancang percobaan  $\pm$  percobaan simulasi.
- e. Jalankan simulasi dan analisis data (Levin, dkk, 2002).

## 2.2 Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan atau tidak bermanfaat setelah berakhirnya suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses-proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung. Akan tetapi karena dalam kehidupan manusia didefinisikan konsep lingkungan maka sampah dapat dibagi menurut jenis-jenisnya.

### 2.2.1 Sampah Logam

Sampah logam merupakan limbah yang mudah dipisahkan dari timbunan sampah dan dapat didaur ulang menjadi barang – barang yang bernilai seni, dilebur kembali sebagai menjadi material asalnya, dan juga dapat dimanfaatkan sebagai campuran semen dan sebagainya.

### 2.2.2 Sampah Non Logam

Non logam yaitu kumpulan unsur kimia yang bersifat elektronegatif, yaitu semakin gampang menarik elektron valensi dari atom lain dari pada melepaskannya. Yang termasuk dalam nonlogam yaitu

halogen, gas agung, dan 7 unsur berikut: hidrogen (H), karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), fosfor (P), belerang (S), dan selenium (Se).

## 2.3 Alat Bantu Sistem

### 2.3.1 Sensor Proximity Induktif

Sensor proximity induktif adalah salah satu jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek tanpa adanya kontak fisik. Objek yang dapat terdeteksi oleh sensor proximity induktif adalah jenis-jenis logam seperti tembaga, baja, aluminium dan lain-lain.

### 2.3.2 Arduino

Arduino Uno merupakan salah satu produk yang berlabelkan Arduino dan merupakan suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak sebagai komputer).

### 2.3.3 Servo Motor SG90

Motor servo adalah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, rangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi sebagai penentu batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.

### 2.3.4 Sensor Ultrasonik

Modul sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai

frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia.

### 2.3.5 Lampu LED

LED atau Light Emitting Diode adalah salah satu komponen elektromagnetik yang dapat memancarkan cahaya. LED merupakan salah satu dari keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semi konduktor.

### 2.3.6 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan salah satu komponen penting dalam Arduino. Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan berfungsi untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino.

### 2.3.7 Motor DC

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.

## 2.4 Alat Bantu Software

### 2.4.1 Microsoft Visio

Microsoft Visio adalah sebuah program aplikasi komputer yang sering digunakan untuk membuat diagram, diagram alir, brainstorm, dan skema jaringan yang dirilis oleh Microsoft Corporation. Aplikasi ini menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram-diagramnya.

### 2.4.2 Fritzing

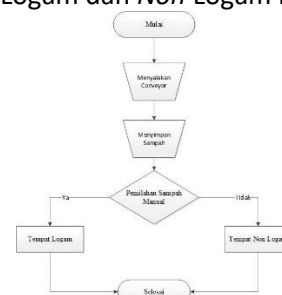
Fritzing merupakan sebuah software yang bersifat open source untuk merancang rangkaian elektronika. Fritzing dikembangkan di University of Applied of Postdam.

### 2.4.3 Flowchart

Bagan alir (Flowchart) merupakan kumpulan dari notasi diagram simbolik yang menunjukkan aliran data dan urutan operasi dalam sistem. Bagan alir (flowchart) merupakan metode teknik analisis yang dipergunakan untuk mendeskripsikan sejumlah aspek dari sistem informasi secara jelas, ringkas, dan logis.

## III. Analisis Masalah

### 3.1 Flowchart Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam Manual



Gambar 3.1

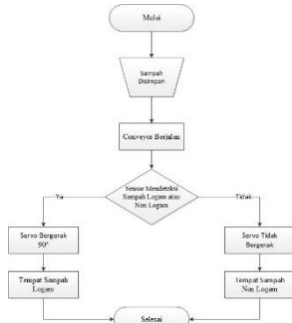
Flowchart Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam

## IV. PERANCANGAN SISTEM

### 4.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah tahapan dari proses untuk mengetahui apa saja hal yang dibutuhkan dalam membangun suatu sistem yang akan dibentuk. Perancangan sistem ini akan meliputi perancangan output, input, struktur file, program, prosedur, perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat mendukung perancangan sistem “Model dan Simulasi Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam Berbasis Arduino”.

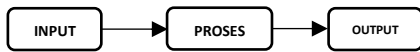
4.2 Flowchart Portal Parkir Otomatis



Gambar 4.1

Flowchart Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Otomatis

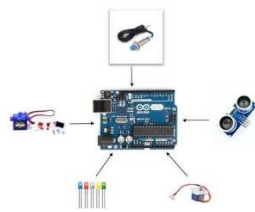
4.3 Prinsip Kerja Alat



Gambar 4.2

Konsep Dasar Sistem

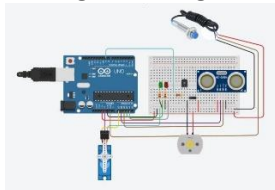
4.4 Rancangan Alur Sistem



Gambar 4.3

Alur Sistem Pemilah Sampah Logam dan Non Logam

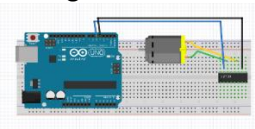
4.5 Rancangan Perangkat Keras



Gambar 4.4

Rancangan Perangkat Keras

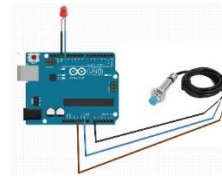
4.6 Rancangan Motor DC



Gambar 4.5

Rancangan Motor DC

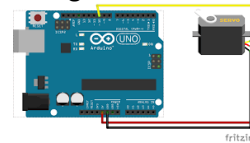
4.7 Rancangan Sensor Proximity Induktif



Gambar 4.6

Rancangan Sensor Proximity Induktif

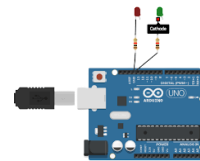
4.8 Rancangan Servo Motor



Gambar 4.7

Rancangan Servo Motor

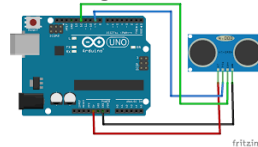
4.9 Rancangan LED



Gambar 4.8

Rancangan LED

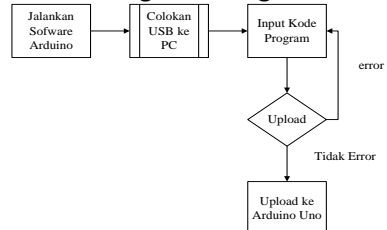
4.10 Rancangan Sensor Ultrasonik



Gambar 4.9

Rancangan Sensor Ultrasonik

4.11 Rancangan Perangkat Lunak



Gambar 4.10 Konsep Proses Upload ke Arduino

4.12 Logika Arduino

Tabel 4.1

Logika Arduino

Kondisi Portal	Sampah	LED Hijau	LED Merah	Servo Motor
	Logam	High	Low	Portal Bergeser 90°
	Non Logam	Low	High	Portal Tidak Bergeser

## V. IMPLEMENTASI SISTEM

### 5.1 Kebutuhan Implementasi Sistem

#### 5.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

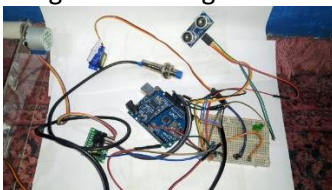
1. Laptop dengan spesifikasi:
  - a. Processor : Intel® Core™ I5-3230U @2.60 GHz
  - b. Storage : HDD 195 GB
  - c. RAM: 4 GB
2. Arduino Uno
3. Sensor Proximity Induktif
4. Servo Motor
5. Motor DC
6. Sensor Ultrasonik
7. Lampu LED
8. Kabel Jumper
9. Breadboard
10. Adaptor 9 Volt

#### 5.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi : Windows 10 Pro 64-Bit
2. Code Editor : Arduino IDE
3. Simulator Perancangan : Fritzing
4. Perancangan Diagram : Microsoft Visio 2010

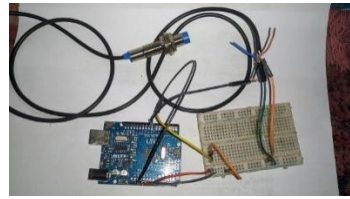
### 5.2 Instalasi Perangkat

#### 5.2.1 Rangkaian Perangkat Keras



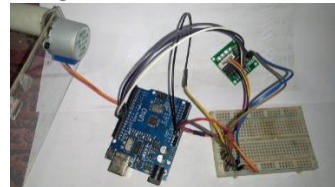
Gambar 5.1  
Rangkaian Perangkat Keras

#### 5.2.2 Rangkaian Sensor Proximity Induktif



Gambar 5.2

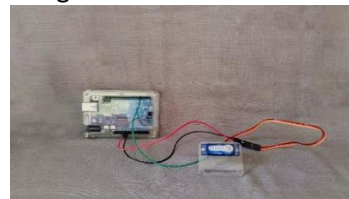
#### 5.2.3 Rangkaian Motor DC



Gambar 5.3

#### Rangkaian RFID

#### 5.2.4 Rangkaian Servo Motor



Gambar 5.4

#### Rangkaian Servo Motor

#### 5.2.5 Rangkaian LED



Gambar 5.5

#### Rangkaian LED

#### 5.2.6 Rangkaian Sensor Ultrasonik



Gambar 5.6

#### Rangkaian Sensor Ultrasonik



### 5.3 Panduan Penggunaan Program

1. Cara menggunakan sistem ini adalah
2. Pengguna menyimpan sampah kemudian conveyor berjalan.
3. Jika sampah logam servo bergerak 90° led berwarna hijau dan jika sampah non logam servo diam dan led berwarna merah.
4. Kemudian sampah terbuang ke tempat sampah masing masing.

untuk tahap pengembangan sistem ini antara lain:

2. Penyusun dapat menambahkan database agar dapat menyimpan data lebih banyak.
3. Penyusun dapat menambahkan LCD untuk mengetahui jenis sampahnya.
4. Penyusun dapat menambahkan sensor proximity induktif dan servo lagi untuk lebih efektifkan dalam pemilahan sampah.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

1. Setelah dilakukan analisis sistem, perancangan, serta pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
2. Perancangan sistem yang dibuat berhasil memilah sampah logam dan non logam sesuai dengan fungsi sistem.
3. Arduino dapat dijadikan sebagai mikrokontroler pengolahan data untuk sistem pemilah sampah logam dan non logam dan juga servo motor sebagai pengendali nya.
4. Sensor proximity sebagai sensor pemilahan sampah logam dan non logam dan sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi sampah supaya conveyor berjalan.
5. Lampu LED berperan sebagai indikator untuk mengetahui jenis sampah tersebut, jika logam maka akan menyala warna hijau jika non logam maka akan menyala warna merah.

### 6.2 Saran

1. Berikut ini adalah saran yang dapat digunakan penyusun

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Ahmad Haris. "Sistem Monitoring Kualitas Air dan Suhu pada Kolam Ikan berbasis Android". 2018. Universitas Islam Majapahit.
- Arifin, Miftahol. 2009. "Simulasi Sistem Industri". 1st ed. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Averill M. Law & W. David Kelton, Simulation Modeling & Analysis, second edition, McGraw-Hill, 1991; International.
- Banks, Jerry, Carson II, Jhon S, Nelson, (1990). Discrete-Event System Simulation. New Jersey. Pearson Prentice Hall.
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. 2005. Dasar-dasar Rekayasa Transportasi. Jilid I Jakarta: Penerbit Erlangga.
- D. Wirdasari, "Membuat Program dengan Menggunakan Bahasa "C"," SAINTIKOM, vol. 8, p. 394, 2010.
- Dani, Azka. 2021. "Pengertian dan Cara Kerja Motor Servo", <https://wikielektronika.com/pengertian-dan-cara-kerja-motor-servo/>, diakses pada 13 Oktober 2021 09.25.

- Departemen Perhubungan. 1998. Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian fasilitas Parkir, Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Djuandi, Feri, 2011. "Pengenalan Arduino". Jakarta: Penerbit Elexmedia
- Emshoff & A. Simon, (1970). Rancangan Ulang dan Simulasi, Social Work jurnal ISSN:2339-0042.
- Erwin. 2004. 'Tugas proyek mata kuliah keamanan system informasi: RFID'. Bandung: Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung.
- Hobbs, F.D, 1995, Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Kadir, Abdul. 2012, "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino", Andi offset, Yogyakarta
- Khosnevis, Behrokh. 1994. Descrate System Simulation. New York : McGraww Hill
- Kustianto, I. 2010. 'Perancangan dan implementasi sistem pencarian buku pada perpustakaan berbasis RFID dengan antarmuka visual basic dan basis data mysql'. Depok: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Mardi. 2014. "Sistem Informasi Akuntansi". Ghalia Indonesia. Bogor.
- Maryono. 2005. Dasar-dasar radio frequency identification (RFID) yang berpengaruh di perpustakaan. 'Media Informasi', Vol. XIV, No. 20.
- Mulyadi. 2015. "Sistem Akuntansi. Edisi 4. Salemba Empat. Jakarta.
- Munandar, Aris. 2012. "Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2". <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>, diakses pada 13 Oktober 2021 09.37.
- O'Flaherty, Coleman A. (1997). Transport Planning and Traffic Engineering. Oxford, U.K: Elsevier's Science and Technology Right Departement
- Razor. Aldy. 2020. "Buzzer Arduino : Pengertian, Cara Kerja dan Contoh Program", <https://www.aldyrazor.com/2020/05/buzzer-arduino.html>. Diakses pada 11 Oktober 2021 19.12
- Razor. Aldy. 2020. "Kabel Jumper Arduino : Pengertian, Fungsi, Jenis dan Harga", <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>, diakses pada 11 Oktober 2021 pukul 18.48
- Razor. Aldy. 2020. "Sensor Ultrasonik Arduino HC-sr04 : Cara Kerja dan Program". <https://www.aldyrazor.com/2020/05/sensor-ultrasonik-arduino.html>. Diakses pada 13 Oktober 2021 09.56.
- S. A. Helmers, "Step by Step Microsoft Visio 2013", United States of America: Microsoft, 2013.
- Shanon, Robert E. 1975. System Simulation: The Art and Science. Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.