

## Penerapan *Machine Learning* Pada Mikrokontroler Arduino Mega PRO MINI ATmega2560-16AU

Wahyudi<sup>1</sup>, Wulan Purnamasari<sup>2</sup>, Akmal Hidayat<sup>3</sup>, M. Miftach Fakhri<sup>4</sup>

<sup>1</sup>wahyudi@unm.ac.id, <sup>2</sup>wulan.purnamasari@unm.ac.id, <sup>3</sup>akmal.hidayat@unm.ac.id, <sup>4</sup>fakhri@unm.ac.id  
<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Negeri Makassar

Received : 18 Feb 22  
Accepted : 18 May 22  
Published : 20 May 22

### Abstract

**Abstract :** *The development of Information and Communication Technology (ICT) has influenced all existing aspects, such as economic, cultural, political, social, defense and security aspects, housework and even education. These developments have developed a lot in the current industrial era 4.0, starting from the Internet of Things (IoT), Big Data, Argumented Reality, Cyber Security, Artificial Intelligence, Addictive Manufacturing, Simulation, System Integration and Cloud Computing. One of the technological developments that is currently developing is machine learning or machine learning. This research focuses on the K-NN algorithm method and the TCS3200 color sensor. In the research conducted by this author, the TCS3200 color sensor and Arduino mega 2560 pro mini are used as hardware. This study aims to describe the application of machine learning on the Arduino Mega Pro Mini ATmega2560 microcontroller. This study uses a library research method with various data collection techniques, then performs testing to determine the performance of the system. After testing, an analysis is carried out to get the final conclusion from the research process. after testing 20 times by sticking to the object, this system can initialize the color correctly. From the results of testing the KNN algorithm, the highest accuracy is found at  $K = 5$ , where the accuracy value obtained is 80%. While the lowest accuracy is at  $k = 9$ , where the accuracy value obtained is only 10%.*

**Keywords:** *machine learning, KNN algorithm, arduino mega pro mini 2560*

### Abstrak

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah mempengaruhi semua aspek yang ada, seperti aspek ekonomi, budaya, politik, sosial, pertahanan keamanan, pekerjaan rumah tangga bahkan dunia pendidikan sekalipun. Perkembangan tersebut banyak berkembang di era industri 4.0 saat ini mulai dari *Internet of Things (IoT)*, *Big Data*, *Argumented Reality*, *Cyber Security*, *Artifical Intelegence*, *Addictive Manufacturing*, *Simulation*, *System Integeration dan Cloud Computing*. Salah satu perkembangan teknologi yang sangat berkembang saat ini yaitu *machine learning* atau pembelajaran mesin. Pada penelitian ini berfokus pada metode algoritma K-NN dan sensor warna TCS3200. Pada penelitian yang dilakukan oleh penulis ini menggunakan sensor warna TCS3200 dan Arduino mega 2560 pro mini sebagai perangkat keras yang digunakan. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan *machine learning* pada mikrokontroler arduino mega pro mini ATmega2560. Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka atau *library research* dengan berbagai teknik pengumpulan data, selanjutnya melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. Setelah dilakukan pengujian dilakukan analisa untuk mendapatkan kesimpulan akhir dari proses penelitian. setelah dilakukan pengujian sebanyak 20 kali dengan menempelkan pada objek, sistem ini bisa menginisialisasi warna dengan tepat. Dari hasil pengujian algoritma KNN dihasilkan akurasi tertinggi terdapat pada  $K=5$ , dimana nilai akurasi yang didapatkan adalah 80%. Sedangkan akurasi terendah terdapat pada  $k=9$ , dimana nilai akurasi yang didapatkan hanya 10%.

**Kata kunci :** *machine learning, algoritma KNN, arduino mega pro mini 2560*

This is an open access article under the  
CC BY-SA license



## 1. Pendahuluan

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah mempengaruhi semua aspek yang ada, seperti aspek ekonomi, budaya, politik, sosial, pertahanan keamanan, pekerjaan rumah tangga bahkan dunia pendidikan sekalipun. Perkembangan tersebut banyak berkembang di era industri 4.0 saat ini mulai dari *Internet of Things (IoT)*, *Big Data*, *Argumented Reality*, *Cyber Security*, *Artificial Intelligence*, *Addictive Manufacturing*, *Simulation*, *System Integeration* dan *Cloud Computing* (Muhammad, 2018). Salah satu perkembangan teknologi yang sangat berkembang saat ini yaitu *machine learning* atau pembelajaran mesin. Machine Learning secara luas dapat diartikan sebagai metode penkodean/perhitungan menggunakan pengalaman untuk membuat prediksi kerja mesin yang lebih akurat. Perhitungan yang digunakan pada mesin berupa pengalaman yang merujuk pada informasi yang sebelumnya telah diberikam biasanya bentuk data elektronik yang dikumpulkan dan disediakan untuk dianalisis.

*Machine learning* (ML) telah digunakan untuk beberapa standar tugas yang telah dipelajari secara luas, diantaranya *classification* (klasifikasi), *regression* (regresi), *ranking* (peringkat), *clustering* (pengelompokan), dan *dimensionality reduction* atau *manifold learning* (Hung et al., 2018). Misalnya klasifikasi dokumen yang terdiri dari dokumen politik, bisnis, olahraga, dan lain-lain. Klasifikasi dalam jumlah sub yang besar tentu akan menyulitkan pembagian klasifikasi tersebut, maka dibutuhkan *machine learning* untuk mempermudah pengkodean tersebut agar lebih cepat dikerjakan, klasifikasi dapat diartikan sebagai permasalahan penentuan kategori untuk suatu data. Pada umumnya, alat sistem cerdas berbasis pembelajaran dalam pembuatan tugas akhir atau projek *prototype* lainnya yang menggunakan projek komputasi fisik atau sistem tertanam seringkali menerima input dari sensor dan menghasilkan output yang harus dijalankan pada motor dc, servo, stepper dan aktuator lainnya, yang dimana harus membutuhkan antarmuka input output yang tidak bekerja dengan menggunakan bantuan Personal Computer (PC) desktop atau laptop. Sehingga dalam beberapa pembuatan projek yang menggunakan sistem cerdas menggunakan bantuan mikrokontroler sebagai pemroses data input sebagai projek komputasi. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis mikrokontroler dengan spesifikasi yang memungkinkan penggunaan sistem cerdas yaitu jenis mikrokontroler arduino mega pro mini ATmega.

Cara kerja *machine learning* sebenarnya berbeda-beda sesuai dengan teknik atau metode pembelajaran seperti apa yang digunakan. Namun pada dasarnya prinsip cara kerja pembelajaran mesin masih sama, meliputi pengumpulan data, eksplorasi data, pemilihan model atau teknik, memberikan pelatihan terhadap model yang dipilih dan mengevaluasi hasil dari ML. Untuk memahami cara kerja dari ML, mari kita ulas cara kerja dari beberapa penerapannya berikut ini (Raharjo & Windarto, 2021).

AlphaGo merupakan *machine learning* yang dikembangkan oleh Google. Saat awal dikembangkan AlphaGO akan dilatih dengan memberikan 100 ribu data pertandingan Go untuk ia pelajari. Setelah AlphaGo mempunyai bekal dan pengetahuan cara dan strategi bermain game Go dari mempelajari 100 ribu data pertandingan Go tersebut. AlphaGo akan belajar kembali dengan bermain Go bersama dengan dirinya sendiri dan setiap kali ia kalah ia akan memperbaiki cara ia bermain dan proses bermain ini akan diulang sampai jutaan kali.

Perbaikan cara bermain AlphaGo dilakukan oleh dirinya sendiri berdasarkan pengalamannya saat ia bermain melawan dirinya sendiri atau melawan orang lain. AlphaGo juga bisa mensimulasikan beberapa pertandingan pada satu waktu secara bersamaan. Artinya dalam satu waktu ia bisa melakukan beberapa pertandingan Go sekaligus untuk dipelajari. Sehingga proses belajar dan pengalamannya bermain Go juga bisa lebih banyak dibanding manusia. Hal ini terbukti ketika AlphaGo bermain dengan juara dunia Go pada tahun 2016 dan ia bisa menjadi pemenangnya.

Penerapan *machine learning* pada AlphaGo, kita bisa memahami bahwa *machine learning* akan terus belajar selama ia digunakan (Suroyo, 2019). Sama halnya seperti fitur deteksi wajah di foto yang dimiliki Facebook ia akan belajar mengenal pola wajah kamu berdasarkan tanda yang kamu masukkan saat memposting sebuah foto. Dari orang yang kamu tandai pada foto tersebut ML akan menjadikan informasi tersebut sebagai media untuk belajar.

Penggunaan *machine learning* jika lebih sering digunakan, maka tingkat akurasi semakin baik dibanding di awal-awal. Hal ini dikarenakan *machine learning* telah banyak belajar seiring waktu dari pemakaian *machine learning* oleh pengguna (Hariyono, 2020). Seperti pada fitur deteksi wajah milik Facebook semakin banyak orang yang menggunakan fitur tersebut dan menandai orang-orang yang ada di foto maka tingkat akurasi orang yang dideteksi pun semakin baik. Dalam penelitian ini

penulis melakukan penerapan *machine learning* menggunakan mikrokontroler jenis arduino mega pro mini Atmega 2560 agar lebih ke pembelajarannya (Febriansyah et al., 2020).

Arduino mega pro mini ATmega 2560 salah satu papan pengembangan dari mikrokontroler arduino mega ATmega 2560 yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560 (Hasibuan et al., 2018). Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB -ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC, dengan tampilan arduino yang sangat minimalis sehingga sangat mudah dipasang pada proyek-proyek yang memiliki kemasan minimalis.

## 2. Metode

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan penerapan *machine learning* pada mikrokontroler arduino mega pro mini ATmega2560. Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan berbagai teknik pengumpulan data. Dilihat dari jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kepustakaan atau *library research*, yakni penelitian yang dilakukan melalui mengumpulkan data atau karya tulis ilmiah yang bertujuan dengan obyek penelitian atau pengumpulan data yang bersifat kepustakaan, atau telaah yang dilaksanakan untuk memecahkan suatu masalah yang pada dasarnya tertumpu pada penelaahan kritis dan mendalam terhadap bahan-bahan pustaka yang relevan. Sebelum melakukan telaah bahan pustaka, peneliti harus mengetahui terlebih dahulu secara pasti tentang dari sumber mana informasi ilmiah itu akan diperoleh. Adapun beberapa sumber yang digunakan antara lain; buku teks, jurnal ilmiah, referensi statistik, hasil-hasil penelitian dalam bentuk skripsi, tesis, disertasi, dan internet, serta sumber-sumber lainnya yang relevan dengan penelitian ini. Selanjutnya melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. Setelah dilakukan pengujian dilakukan analisa untuk mendapatkan kesimpulan akhir dari proses penelitian.

Metode pengumpulan data penelitian ini diambil dari sumber data, yang dimaksud sumber data dalam penelitian adalah subjek dari mana data dapat diperoleh. Apabila peneliti menggunakan

dokumentasi dalam bentuk ujicoba secara langsung pada mikrokontroler Atmega2560 pro mini, maka dokumen atau catatan yang menjadi sumber data, sedangkan isi catatan subjek penelitian atau variabel penelitian.

Teknik analisis data digunakan setelah keseluruhan data terkumpul maka langkah selanjutnya penulis menganalisa data tersebut sehingga ditarik suatu kesimpulan. Sehingga memperoleh hasil yang benar dan tepat dalam menganalisa data, penulis menggunakan teknik analisis isi. Analisis isi (*Content Analysis*) adalah penelitian yang bersifat pembahasan mendalam terhadap isi suatu informasi tertulis atau tercetak dalam buku. Analisis isi dapat digunakan untuk menganalisa semua bentuk komunikasi, baik artikel, jurnal, webinar maupun semua bahan dokumentasi yang lainnya. Sedangkan kaitannya dengan pembahasan yaitu sebagai salah satu upaya penulis dalam memudahkan pemahaman dengan cara menganalisa kebenarannya melalui pendapat para pakar dibidang mikrokontroler yang kemudian diambil kesimpulan dari beberapa sumber tersebut, yang berkenaan dengan penerapan mikrokontroler sebagai penggunaan penerapan sistem cerdas.

### 2.1. Machine Learning

Menurut Hindrayani et al., (2021) *Machine learning* merupakan sebuah studi tentang algoritma untuk mempelajari sesuatu dalam melakukan beberapa hal tertentu yang dilakukan oleh manusia secara otomatis. Belajar dalam hal ini berkaitan dengan bagaimana menuntaskan berbagai tugas yang ada, atau membuat suatu prediksi kesimpulan baru yang akurat dari berbagai pola yang sudah dipelajari sebelumnya. *Machine learning* merupakan salah satu bidang yang termasuk dalam kecerdasan buatan yang dapat mempengaruhi berbagai aspek yang lain yaitu statistika (Suroyo, 2019), matematika dan berbagai aspek teoritik dari komputer sains. Pada dasarnya *machine learning* memiliki tujuan untuk mempelajari sebuah algoritma untuk melakukan sistem belajar secara otomatis dengan kontribusi yang sangat minimal yang dilakukan oleh manusia pada umumnya. Berikut beberapa contoh implementasi dari *machine learning* yang pada umumnya diterapkan :

- a. *Face Detection* : Sebuah sistem yang mampu mengenali wajah dari seseorang untuk memberikan representasi identitas dari orang tersebut.
- b. *Spam Filtering* : Sebuah sistem yang memiliki kemampuan untuk melakukan penyaringan sebuah pesan apakah termasuk spam atau nonspam.

c. *Customer Segmentation* : Sebuah sistem yang melakukan sebuah prediksi pola perilaku konsumen yang berguna bagi produsen untuk implementasi dan pengaturan biaya dalam hal tertentu misalnya bidang pemasaran.

*Machine learning* terbagi menjadi 2 macam konsep pembelajaran, yaitu pertama *supervised learning* yang merupakan teknik pembelajaran mesin yang membuat suatu fungsi berdasarkan data latihan yang sudah ada, dalam hal ini dapat dikatakan untuk teknik ini sudah tersedia data latihan secara detil dan terklasifikasi dengan baik yang akan dijadikan sebuah model data saat dilakukan proses ujicoba dengan data tes yang baru dan menghasilkan hasil keluaran yang sesuai diharapkan sebelumnya berdasarkan data latihan yang ada. Kedua adalah *unsupervised learning* yang merupakan teknik pembelajaran mesin yang berusaha untuk melakukan representasi pola sebuah input yang berasal dari data latihan dan salah satu yang menjadi perbedaan dengan *supervised learning* adalah tidak adanya pengklasifikasian dari input data. *Machine learning* teknik *unsupervised learning* menjadi esensial karena sistem kerja yang diberikan sama dengan cara kerja otak manusia dimana dalam proses pembelajaran tidak ada bentuk atau informasi dan contoh yang tersedia untuk dijadikan sebagai model dalam melakukan proses ujicoba untuk penyelesaian sebuah masalah dengan data yang baru.

Berikut beberapa contoh algoritma dari konsep pembelajaran *supervised learning* dan *unsupervised learning* :

a. *Supervised Learning*

- 1) *Logistic regression* : merupakan suatu teknik statistik yang juga digunakan untuk penyelesaian masalah dengan menghasilkan sebuah prediksi variabel baru berdasarkan beberapa variabel yang sudah ada dan ditentukan sebelumnya dan mencari hubungan keterkaitan antara variabel input data variabel yang sudah ditentukan dengan variabel output atau variabel prediksi yang baru.
- 2) *K-Nearest neighbors algorithm (KNN)* : merupakan sebuah metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah klasifikasi sebuah objek dengan melakukan implementasi *feature space* dimana sebuah objek yang menjadi data training dan dijadikan sebuah model data diberikan pembobotan nilai dan direpresentasikan ke

dalam n-dimensional vektor. Kemudian penyelesaian masalah dilakukan dengan mengukur jarak terdekat objek baru dengan model data yang ada di dalam n-dimensional vektor lalu dilakukan proses pemberian sebuah kategori pada objek baru tersebut (Aprilian et al., 2020).

b. *Unsupervised Learning*

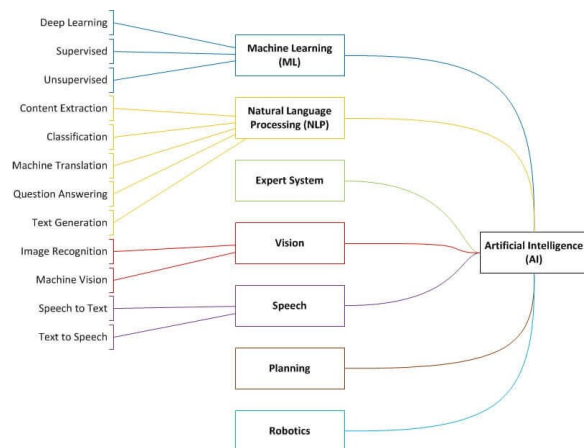
- 1) *Clustering* : suatu metode pembentukan pola dasar dari sebuah objek yang digunakan untuk melakukan penyelesaian permasalahan dalam kasus machine learning seperti klasifikasi atau kategorisasi objek ke dalam sebuah kelas / kategori. Terbentuknya pola dasar ini dilakukan dengan menggunakan beberapa feature yang ditentukan dan hal ini dilakukan karena data yang dijadikan sebagai model data belum terdefinisi kelompok datanya sehingga tidak bisa menentukan klasifikasi sebuah objek, setelah mendapatkan pola dasar yang terbentuk kemudian dapat dijadikan sebuah model data dan dijadikan data training dalam kasus kategorisasi objek baru.

Pesatnya perkembangan teknologi kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI) saat ini. Belum banyak orang yang mengetahui bahwa kecerdasan buatan itu terdiri dari beberapa cabang, salah satunya adalah machine learning atau pembelajaran mesin. Teknologi *machine learning* (ML) ini merupakan salah satu cabang dari AI yang sangat menarik perhatian, kenapa? Karena machine learning merupakan mesin yang bisa belajar layaknya manusia (Surip et al., 2021).

Kecerdasan buatan pada pengaplikasiannya secara garis besar terbagi tujuh cabang, yaitu *machine learning, natural language processing, expert system, vision, speech, planning dan robotics*. Percabangan dari kecerdasan buatan tersebut dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup saat pengembangan atau belajar AI, karena pada dasarnya kecerdasan buatan memiliki ruang lingkup yang sangat luas (Salsabila et al., 2021). *Deep Blue* merupakan *machine learning* yang dikembangkan agar bisa belajar dan bermain catur. *Deep Blue* juga telah diuji coba dengan bermain catur melawan juara catur profesional dan *Deep Blue* berhasil memenangkan pertandingan catur tersebut.

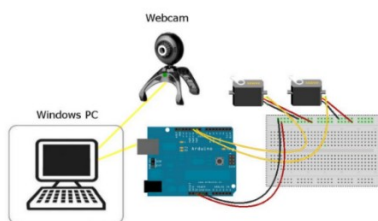
Peran *machine learning* banyak membantu manusia dalam berbagai bidang. Bahkan saat ini

penerapan ML dapat dengan mudah kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya saat kamu menggunakan fitur *face unlock* untuk membuka perangkat smartphone kamu, atau saat kamu menjelajah di internet atau media sosial kamu akan sering disuguhkan dengan beberapa iklan. Iklan-iklan yang dimunculkan juga merupakan hasil pengolahan ML yang akan memberikan iklan sesuai dengan pribadi kamu.



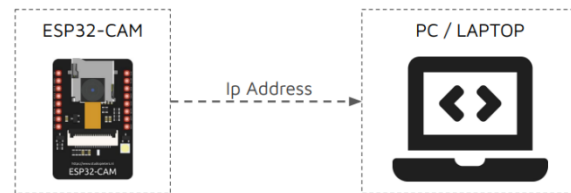
Gambar 1. Percabangan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)

Jenis-jenis algoritma Linear regression, Logistic regression, K-means clustering, Hierarchical clustering, K Nearest Neighbor (KNN) Decision Tree, Random Forest, Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, Neural Network dan Principal Component Analysis (PCA). Algoritma machine learning adalah algoritma yang digunakan dalam proses machine learning, di mana sistem melakukan pembelajaran berdasarkan data. Algoritma machine learning diterapkan dalam membuat model, berdasarkan kumpulan data. Semakin banyak data, algoritma akan menyesuaikan diri agar model dapat bekerja lebih baik. Dimana pada penelitian ini menggunakan algoritma K Nearest Neighbor (KNN) pada penerapan mikrokontroler arduino mega pro mini 2560.



Gambar 2. Open CV Arduino

K-nearest neighbor adalah salah satu algoritma machine learning dengan pendekatan supervised learning yang bekerja dengan mengelaskan data baru menggunakan kemiripan antara data baru dengan sejumlah data (k) pada lokasi yang terdekat yang telah tersedia. Algoritma ini menerapkan *lazy learning* atau *instant based learning* dan merupakan algoritma non parametrik. Algoritma KNN digunakan untuk klasifikasi dan regresi. KNN merupakan algoritma non parametrik, yaitu tidak membuat asumsi apapun terhadap data.



Gambar 3. Open CV ESP32Cam

Algoritma KNN juga merupakan *“lazy learner”*, di mana KNN menerapkan *“lazy learning”* atau *“instant based learning”*. Artinya, algoritma tidak melakukan proses training dan membangun model. KNN menyimpan set data training dan *“belajar”* atau melakukan learning darinya hanya pada saat membuat prediksi secara real-time (Dinata et al., 2020). Algoritma KNN dapat digunakan untuk kasus klasifikasi (*classification*) maupun regresi (*regression*). Meskipun demikian, KNN lebih sering digunakan dalam proses klasifikasi.

## 2.2. Arduino Mega Pro Mini 2560

Arduino Mega 2560 merupakan pengembangan dari papan Arduino Mega sebelumnya. Pada awalnya Arduino Mega menggunakan chip Atmega1280 yang 22 kemudian diubah menjadi chip Atmega2560, karena penggantian nama tersebut maka sekarang lebih dikenal dengan nama Arduino Mega 2560. Sampai saat ini Arduino Mega 2560 telah sampai pada revisi yang ke 3 (R3). Terdapat pula perbedaan lainnya selain dari chip ATmega yang di gunakan, yaitu sudah tidak lagi menggunakan chip FTDI sebagai fungsi USB to Serial Conveter, tetapi menggunakan chip ATmega16u2 pada revisi ke 3 (R3), sedangkan pada revisi 1 dan 2 di gunakan chip ATmega8u2 sebagai fungsi USB to Serial Converter. Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang berbasis ATmega 2560 dimana memiliki 54 pin digital input / output (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 juga di lengkapi oscillator 16 Mhz, sebuah port USB,

power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Itu semua dibutuhkan untuk mendukung mikrikontroler, untuk mulai mengktifkan cukup dengan menghubungkan power dari USB ke computer atau dengan adaptor AC – DC ke jack DC. Arduino Mega 2560 juga kompatibel dengan sebagian besar shield yang di rancang untuk Arduino Deumilanove atau Diecimila (Wahyudi et al., 2021).

Arduino Mega 2560 dilengkapi *polyfuse* yang dapat direset guna melindungi port USB komputer atau laptop dari hubungan singkat dan arus lebih. Pada komputer atau laptop sebenarnya sudah memiliki suatu perlindungan internal untuk port USB di dalamnya dengan terdapat lapisan perlindungan tambahan pada sekring. Jadi secara otomatis sekring akan memutus sambungan sampai hubungan singkat dibuang, apabila terjadi arus yang dihubungkan ke port USB lebih dari 500 mA dan akan menyambung kembali jika batasan taman telah kembali (Fernando, 2017).

*Integrated Development Environment (IDE)* Arduino adalah aplikasi komplit yang berguna dalam pemrograman arduino meliputi *editor*, *compiler*, dan pengunggahan. Semua itu dapat menggunakan semua seri modul keluarga arduino, kecuali papan arduino yang menggunakan mikrokontroler selain seri AVR. Menurut Utami (2015) software terbaik dan terancangih yang ditulis dengan memakai java yaitu IDE Arduino. IDE Arduino yang dimaksud yaitu: - Editor program, merupakan jendela yang berguna dalam menulis serta mengedit program dengan bahasa Processing. Compiler, merupakan mikrokontroler tidak dapat untuk memahami bahasa processing dikarenakan mikrokontroler hanya bisa memahami kode biner. Oleh karena itu dibutuhkannya compiler sebagai pengubah bahasa processing menjadi kode biner. Uploader, sebuah modul yang berisikan kode biner dari komputer atau laptop untuk ditransfer ke dalam penyimpanan pada papan arduino.

Pada umumnya kode arduino di sebut dengan istilah sketch. Dalam penggunaanya sketch ini sering digunakan bergantian dengan kode program, namun dengan demikian tidak mengubah makna atau arti karena memiliki arti yang sama (Djuandi, 2011).



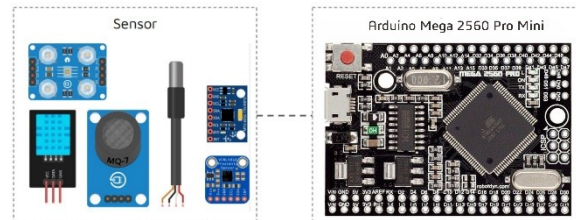
Gambar 4. Arduino mega pro mini ATmega2560

### 3. Hasil dan Pembahasan

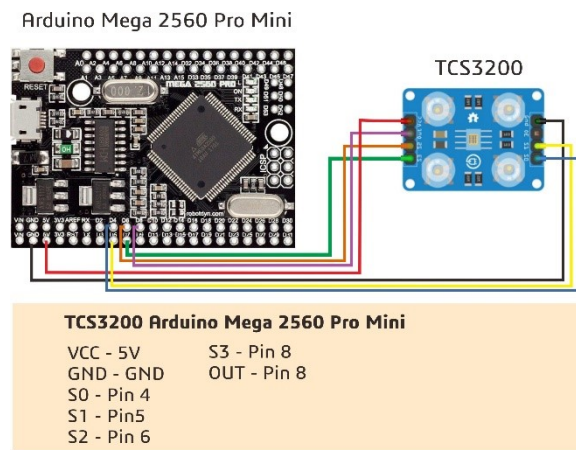
Adapun pengujian alat ini meliputi pengujian perangkat lunak, perangkat keras, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Setelah dilakukan pengujian terhadap alat, maka dilakukan analisis mengenai kinerja sistem *machine learning* pada mikrokontroler

#### 3.1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang sebelumnya didesain dan dibuat dapat berjalan dengan lancar atau tidak, sehingga dapat dianalisa kesalahan-kesalahan dalam proses pembuatan perangkat keras.

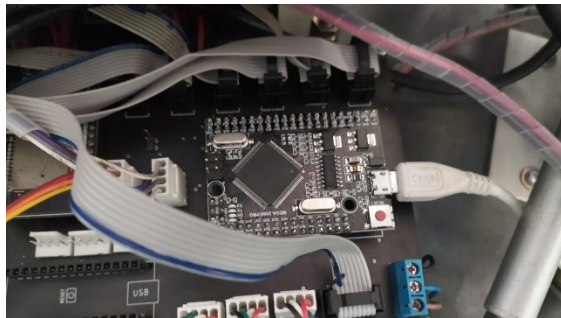


Gambar 5. Arduino mega pro mini ATmega2560 dan sensor



Gambar 6. TCS3200 Arduino mega 2560

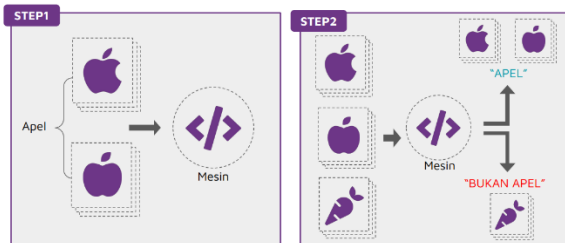
Berdasarkan rancangan yang telah dibuat dilakukan pembuatan rangkaian pada papan PCB dengan jenis FR4, sehingga memungkinkan menambahkan beberapa interface-interface lain pada rangkaian sehingga papan sirkuit rangkaian terpasang dalam 1 papan sirkuit/rangkaian. Perancangan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil rangkaian yang lebih maksimal sesuai dengan kebutuhan penggunaan salah satu contohnya pada rangkaian sensor warna jenis TCS3200.



Gambar 7. Papan Sirkuit Arduino mega 2560 Pro Mini

Pengujian dilakukan untuk melihat kerja sistem secara nyata yang dilakukan secara realtime pada pengujian warna. Pengujian warna dilakukan secara 2 kali ujicoba untuk melihat pembacaan warna dengan memasukkan beberapa sampel agar sistem bekerja sesuai dengan prinsip pembelajaran pada mesin.

#### Supervised Machine Learning

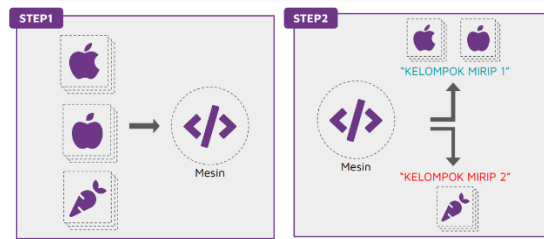


Gambar 8. Proses pembelajaran *supervised*

Teknik *supervised learning* salah teknik yang di terapkan pada pembelajaran mesin pada penelitian ini yang bisa menerima informasi yang sudah ada pada data dengan memberikan label tertentu. Diharapkan teknik ini bisa memberikan target terhadap output yang dilakukan dengan membandingkan pengalaman belajar di masa lalu.

Sedikit berbeda dengan *supervised learning*, *unsupervised learning* kamu tidak memiliki data apapun yang akan dijadikan acuan sebelumnya. Misalkan kamu belum pernah sekalipun membeli film sama sekali, akan tetapi pada suatu waktu, kamu membeli sejumlah film dan ingin membaginya ke dalam beberapa kategori agar mudah untuk ditemukan.

#### Unsupervised Machine Learning



Gambar 9. Proses pembelajaran *unsupervised*

### 3.2. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mengetahui apakah program yang didesain sebelumnya dapat berjalan dengan baik atau tidak, sehingga dapat dilakukan analisa kesalahan-kesalahan di dalam proses pembuatan program. Pengujian program dilakukan dengan menguji eksekusi perangkat keras terhadap program yang telah ditanamkan, hal ini untuk mengetahui apakah konfigurasi program terhadap perangkat keras melalui port-port mikrokontroler dapat berjalan. Indikator keberhasilan yang menunjukkan bahwa program berjalan dengan baik adalah sebagai berikut:

1. Konfigurasi port I/O, dimana port masukan pada port A, port keluaran pada port B, port C dan port D.
2. Masukan yang berupa sinyal analog dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah dapat dikonversi ke sinyal digital dan ditampilkan dalam

#### Program 1: SimpleKNN

```

/*
SimpleKNN
#include <Arduino_KNN.h>

KNNClassifier myKNN(2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial);

  Serial.println("Simple KNN");
  Serial.println();

  Serial.print("Adding examples to myKNN ... ");
  Serial.println();

  // add examples to KNN
  float example1[] = { 7.0, 7.0 };
  float example2[] = { 5.0, 5.0 };
  float example3[] = { 9.0, 9.0 };
  float example4[] = { 5.0, 5.0 };

  myKNN.addExample(example1, 7); // add example for
class 7
  myKNN.addExample(example2, 5); // add example for
class 5

```

```

myKNN.addExample(example3, 9); // add example for
class 9
myKNN.addExample(example4, 5); // add example for
class 5 (again)

// get and print out the KNN count
Serial.print("\tmyKNN.getCount() = ");
Serial.println(myKNN.getCount());
Serial.println();
Serial.println("Classifying input ...");

float input[] = { 5.0, 5.0 };

int classification = myKNN.classify(input, 3);
float confidence = myKNN.confidence();

Serial.print("\tclassification = ");
Serial.println(classification);
Serial.print("\tconfidence = ");
Serial.println(confidence);
}

void loop() {
// do nothing
}

// Wait for an object then read its color
readColor(color);

// Add example color to the KNN model
myKNN.addExample(color, currentClass);
}

// Wait for the object to move away again
while (!APDS.proximityAvailable() ||
APDS.readProximity() == 0) {}
}

void loop() {

int classification;

// Wait for the object to move away again
while (!APDS.proximityAvailable() ||
APDS.readProximity() == 0) {}

Serial.println("Let me guess your object");

// Wait for an object then read its color
readColor(color);

// Classify the object
classification = myKNN.classify(color, K);

// Print the classification
Serial.print("You showed me ");
Serial.println(label[classification]);
}

void readColor(float color[]) {
int red, green, blue, proximity, colorTotal = 0;

// Wait for the object to move close
while (!APDS.proximityAvailable() ||
APDS.readProximity() > 0) {}

// Wait until we have a color bright enough
while (colorTotal < THRESHOLD) {

// Sample if color is available and object is
close
if (APDS.colorAvailable()) {

// Read color and proximity
APDS.readColor(red, green, blue);
colorTotal = (red + green + blue);
}
}

// Normalise the color sample data and put it in
the classifier input array
color[0] = (float)red / colorTotal;
color[1] = (float)green / colorTotal;
color[2] = (float)blue / colorTotal;

// Print the red, green and blue percentage
values
Serial.print(color[0]);
Serial.print(",");
Serial.print(color[1]);
Serial.print(",");
Serial.println(color[2]);
}

#include <Arduino_KNN.h>
#include <Arduino_APDS9960.h>

const int INPUTS = 3; // Classifier input is color
sensor data; red, green and blue levels
const int CLASSES = 3; // Number of objects we will
classify (e.g. Apple, Banana, Orange)
const int EXAMPLES_PER_CLASS = 30; // Number of
times user needs to show examples for each object

const int K = 5;

// Create a new KNNClassifier
KNNClassifier myKNN(INPUTS);

// Names for each class (object type)
String label[CLASSES] = {"Apple", "Lime",
"Orange"};

// Array to store data to pass to the KNN library
float color[INPUTS];

// Threshold for color brightness
const int THRESHOLD = 5;

void setup() {

Serial.begin(9600);
while (!Serial);

if (!APDS.begin()) {
Serial.println("Failed to initialize APDS!");
while (1);
}

Serial.println("Arduino KNN color classifier");

// Ask user for the name of each object
for (int currentClass = 0; currentClass <
CLASSES; currentClass++) {

// Ask user to show examples of each object
for (int currentExample = 0; currentExample <
EXAMPLES_PER_CLASS; currentExample++) {

Serial.print("Show me an example ");
Serial.println(label[currentClass]);
}
}
}

```

Tabel 1. Klasifikasi warna secara terbuka



No	R	G	B	Warna Hijau	No	R	G	B	Warna Kuning
1	209,00	248,00	175,00		11	245,00	208,00	23,00	
2	209,00	248,00	177,00		12	242,00	201,00	18,00	
3	219,00	250,00	177,00		13	245,00	203,00	19,00	
4	210,00	244,00	173,00		14	248,00	206,00	19,00	
5	215,00	247,00	170,00		15	252,00	209,00	23,00	
6	107,00	204,00	19,00		16	248,00	193,00	25,00	
7	109,00	207,00	20,00		17	250,00	196,00	28,00	
8	110,00	209,00	22,00		18	253,00	198,00	30,00	
9	105,00	202,00	17,00		19	246,00	195,00	33,00	
10	115,00	200,00	25,00		20	240,00	190,00	31,00	

Pengujian klasifikasi K-NN digunakan untuk mengetahui hasil ketepatan metode yang dipakai di kasus klasifikasi warna. Pengujian dilakukan dengan melakukan pembacaan warna terhadap 10 warna mudadan 10 warna terang. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali terhadap 20 warna gabungan dengan nilai K mulai dai 1, 3, 5, 7 dan 9. Akurasi K-NN tertinggi diketahui dapat mencapai 80% pada saat K bernilai 5.

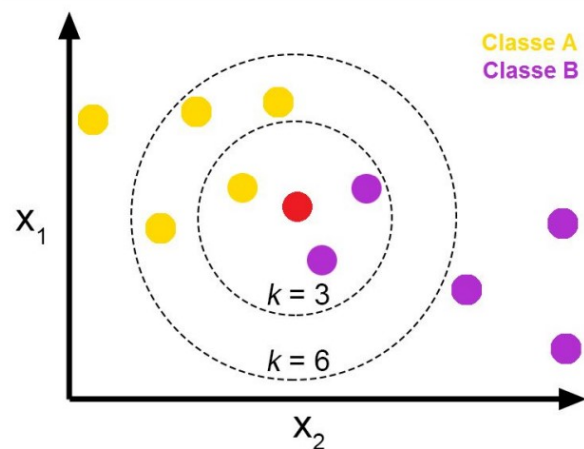
Tabel 2. Klasifikasi warna secara tertutup

No	R	G	B	Warna Hijau	R	G	B	Warna Kuning
1	209,00	248,00	175,00		245,00	208,00	23,00	
2	209,00	248,00	177,00		242,00	201,00	18,00	
3	219,00	250,00	177,00		245,00	203,00	19,00	
4	210,00	244,00	173,00		248,00	206,00	19,00	
5	215,00	247,00	170,00		252,00	209,00	23,00	
6	107,00	204,00	19,00		248,00	193,00	25,00	
7	109,00	207,00	20,00		250,00	196,00	28,00	
8	110,00	209,00	22,00		253,00	198,00	30,00	
9	105,00	202,00	17,00		246,00	195,00	33,00	
10	115,00	200,00	25,00		240,00	190,00	31,00	

Berdasarkan dua kali pengujian tersebut dapat diketahui bahwa faktor intensitas cahaya sangat memengaruhi hasil bacaan sensor. Pada kondisi terbuka, sensor dapat mendeteksi warna dengan tingkat akurasi yang stabil atau tidak berubah jauh dari warna satu dan yang lain dari 20 percobaan lainnya.

Tabel 3. Pengujian secara keseluruhan

No	Warna	Nilai			Terdeteksi	Waktu (ms)
		Merah	Hijau	Biru		
1	Hijau	-23	39	-68	√	1235
2	Hijau	-23	-21	-68	-	1235
3	Merah	33	-39	-68	√	1235
4	Merah	-23	-21	-68	-	1235
5	Biru	-23	-39	51	√	1235
6	Biru	-23	-21	-68	-	1235



Gambar 10. klasifikasi K-NN

Percobaan ini telah membuktikan bahwa KNN memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengklasifikasikan warna berdasarkan percobaan yang telah dilakukan.

### 3. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil keseluruhan pengujian pada sistem, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan sensor TCS3200 yaitu, sensor dipasang pada kotak stand bracket sensor yang pasang pada mikrokontroler atmega2560 dengan warna berbeda-beda sehingga sensor dapat menghasilkan nilai RGB dari warna yang telah dijadikan sampel dengan hasil kesalahan yang sangat kecil, sehingga sensor dapat dikatakan bekerja cukup baik karena dapat menghasilkan warna yang berbeda dengan perubahan nilai yang tidak terlalu besar.

2. Berdasarkan pada pengujian alat yang tertutup dan terbuka dihasilkan bahwa jika sensor ditutup nilai RGB yang dihasilkan berwarna hitam atau nilai pada RGB menjadi 0. Karena semakin rendah nilai RGB yang dihasilkan sensor maka nilai warna yang dihasilkan semakin gelap. Dan jika sensor tanpa penutup nilai RGB yang dihasilkan sesuai dengan warna objek aslinya
3. Berdasarkan hasil pengujian kestabilan warna yang didapatkan dari 20 kali pengujian adalah perubahan warna RGB tidak terlalu signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai RGB hampir memiliki nilai yang mendekati setiap pengujian padi.
4. Berdasarkan hasil pengujian K-NN dihasilkan akurasi tertinggi terdapat pada  $K=5$ , dimana nilai akurasi yang didapatkan adalah 80%. Sedangkan akurasi terendah terdapat pada  $k=9$ , dimana nilai akurasi yang didapatkan hanya 10%. Maka dari itu nilai  $k$  yang digunakan sebaiknya adalah 5.

#### Daftar Pustaka

- [1]. Aprilian, R., Habibi, R., & Setyawan, M. Y. H. (2020). Algoritma KNN dalam memprediksi cuaca untuk menentukan tanaman yang cocok sesuai musim. *Kreatif*.
- [2]. Dinata, R. K., Akbar, H., & Hasdyna, N. (2020). Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Euclidean Distance dan Manhattan Distance untuk Klasifikasi Transportasi Bus. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), 104–111.
- [3]. Febriansyah, A., Ramadhan, A., Gustiawan, M., Revin, M., Maulana, R., Rollando, G. E., & Firmansyah, R. (2020). Penerapan Machine Learning Dalam Mitigasi Banjir Menggunakan Data Mining. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 3(3), 215–218.
- [4]. Hariyono, F. P. P. (2020). Penerapan Machine Learning Untuk Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Naïve Bayes Dan Decision Tree. UNIVERSITAS AIRLANGGA.
- [5]. Hasibuan, A. Z., Harahap, H., & Sarumaha, Z. (2018). Penerapan Teknologi RFID Untuk Pengendalian Ruang Kelas Berbasis Mikrokontroler. *JURNAL TEKNOLOGI DAN ILMU KOMPUTER PRIMA (JUTIKOMP)*, 1(1), 71–77.
- [6]. Hindrayani, K. M., Anjani, A., & Nurlaili, A. L. (2021). Penerapan Machine Learning pada Penjualan Produk UMKM: Studi Literatur. *SENADA*, 1(01), 19–23.
- [7]. Hung, A. J., Chen, J., Che, Z., Nilanon, T., Jarc, A., Titus, M., Oh, P. J., Gill, I. S., & Liu, Y. (2018). Utilizing machine learning and automated performance metrics to evaluate robot-assisted radical prostatectomy performance and predict outcomes. *Journal of Endourology*, 32(5), 438–444.
- [8]. Muhammad, Y. (2018). Era industri 4.0: Tantangan dan peluang perkembangan pendidikan kejuruan Indonesia.
- [9]. Raharjo, M. R., & Windarto, A. P. (2021). Penerapan Machine Learning dengan Konsep Data Mining Rough Set (Prediksi Tingkat Pemahaman Mahasiswa terhadap Matakuliah). *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 5(1), 317–326.
- [10]. Salsabila, A., Yunita, R., & Rozikin, C. (2021). Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Algoritma KNN dengan Ekstraksi Warna HSV dan Tekstur GLCM. *Technomedia Journal*, 6(1), 124–137.
- [11]. Surip, A., Pratama, M. A., Ali, I., Dikananda, A. R., & Purnamasari, A. I. (2021). Penerapan Machine Learning Menggunakan Algoritma C4. 5 Berbasis Pso Dalam Menganalisa Data Siswa Putus Sekolah. *INFORMATICS FOR EDUCATORS AND PROFESSIONAL: Journal of Informatics*, 5(2), 147–155.
- [12]. Suroyo, H. (2019). Penerapan Machine Learning dengan Aplikasi Orange Data Mining Untuk Menentukan Jenis Buah Mangga. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 1(1).

- [13]. Wahyudi, W., Jaya, H., & Sabara, E. (2021). Evaluation of the Practicality and Effectiveness of Microcontroller-Based Robotics Trainers as Learning Media. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 3(1), 25–31.