

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

1.1. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah lima contoh penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian di atas, yaitu penerapan teknologi Industry 4.0 dalam meningkatkan efisiensi dan mutu produksi di industri manufaktur:

1. Judul Penelitian: "The Impact of Industry 4.0 Technologies on Manufacturing Efficiency: A Case Study in the Automotive Industry" Deskripsi: Penelitian ini mengkaji dampak penerapan teknologi Industry 4.0, seperti IoT dan analisis data, dalam meningkatkan efisiensi operasional di industri manufaktur otomotif. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya produksi secara signifikan setelah implementasi teknologi Industry 4.0.

2. Judul Penelitian: "Enhancing Product Quality through Industry 4.0: A Study in the Electronics Manufacturing Industry" Deskripsi: Penelitian ini fokus pada penggunaan teknologi Industry 4.0 untuk meningkatkan mutu produk di industri manufaktur elektronik. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan tingkat keberhasilan produksi yang sesuai standar mutu setelah adopsi teknologi Industry 4.0.

3. Judul Penelitian: "The Role of IoT and Big Data Analytics in Supply Chain Management: A Case Study in the Food Processing Industry" Deskripsi: Penelitian ini mengeksplorasi penggunaan teknologi IoT dan analisis data dalam pengawasan dan pemantauan rantai pasok di industri pengolahan makanan. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dalam proses produksi dan distribusi produk hasil implementasi teknologi Industry 4.0.

4. Judul Penelitian: "Adoption of Industry 4.0 Technologies in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) Manufacturing Sector" Deskripsi: Penelitian ini melihat tingkat adopsi dan implementasi teknologi Industry 4.0 di sektor manufaktur usaha kecil dan menengah (UKM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa SME yang menerapkan teknologi Industry 4.0 mengalami peningkatan signifikan dalam efisiensi dan produktivitas.

5. Judul Penelitian: "Challenges and Barriers in Implementing Industry 4.0 in the Textile and Garment Industry" Deskripsi: Penelitian ini mengidentifikasi tantangan dan hambatan yang dihadapi oleh industri tekstil dan garmen dalam mengadopsi teknologi Industry 4.0. Hasil penelitian memberikan wawasan tentang bagaimana mengatasi kendala dalam menerapkan teknologi canggih ini untuk meningkatkan efisiensi dan mutu produksi

1.2. Internet Of Thing

Kekuatan internet yang mengalami perkembangan pesat dapat digunakan sebagai jalur penghubung yang sangat fundamental. Proses transisi internet yang didorong oleh perangkat keras telah tergeser oleh pasar yang menjadi roda penggeraknya. Interkoneksi intranet yang sangat terpisah dengan perangkat lunak menjadi penyebab transisi tersebut terjadi. Lingkungan terbuka dan arsitektur yang terhubung pada sebuah sistem merupakan kebutuhan mendasar dari *Internet Of Thing*. Entitas IOT baru berupa obyek pintar dan sistem fisik dunia maya. (Yoyon Efendi, 2018)

Syarat dalam internet of thing berupa penyimpanan data, pemrosesan dan analisa. Elemen tersebut berfungsi sebagai sumber data yang kemudian diolah lebih lanjut ke dalam informasi yang lebih berguna. Sumber daya komputasi dapat diakses melalui jaringan internet. Sehingga nilai adaptif dapat tinggi, kemampuan yang real time dan kesadaran konteks dapat terjadi.

Aliran data yang berasal dari perangkat, objek dan aplikasi yang saling terhubung dalam sebuah system iot kemudian dapat diproses layaknya seperti mesin, pengelolaan data dan informasi yang berguna. Akses data dapat disebarluaskan ke dalam perangkat yang relevan atau pengguna yang membutuhkan informasi matang sebagai titik akhir. Titik akhir dapat berperan ganda yaitu sebagai pengguna dan sebagai sumber tergantung pengaturan dari system iot yang dijalankan. Walaupun secara sederhana iot berlaku system linear dari bawah ke atas.

1.2. Mikrokontroler ESP32

Merupakan mikrokontroler *system on chip* (Soc) yang dilengkapi dengan modul *WiFi*, dan *Bluetooth*. ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Agus Wagyaana, 2019). Processor pada ESP32 mempunyai 2 inti yang dapat dikendalikan secara individual dan bekerja

dengan frekuensi 80MHz – 240MHz. Daya yang digunakan dalam menjalankan prosesor tersebut rendah sehingga menghemat daya komputasi.

Penggunaan Bluetooth, Bluetooth LE, dan Wi-Fi memudahkan mikrokontroller dalam Internet Of Thing. Sehingga aplikasi dapat ditargetkan dan dapat langsung terhubung ke dalam jaringan internet. Sistem keamanan yang terenkripsi (OTA) menjamin proses didalam jaringan.



Gambar 2.1. ESP32

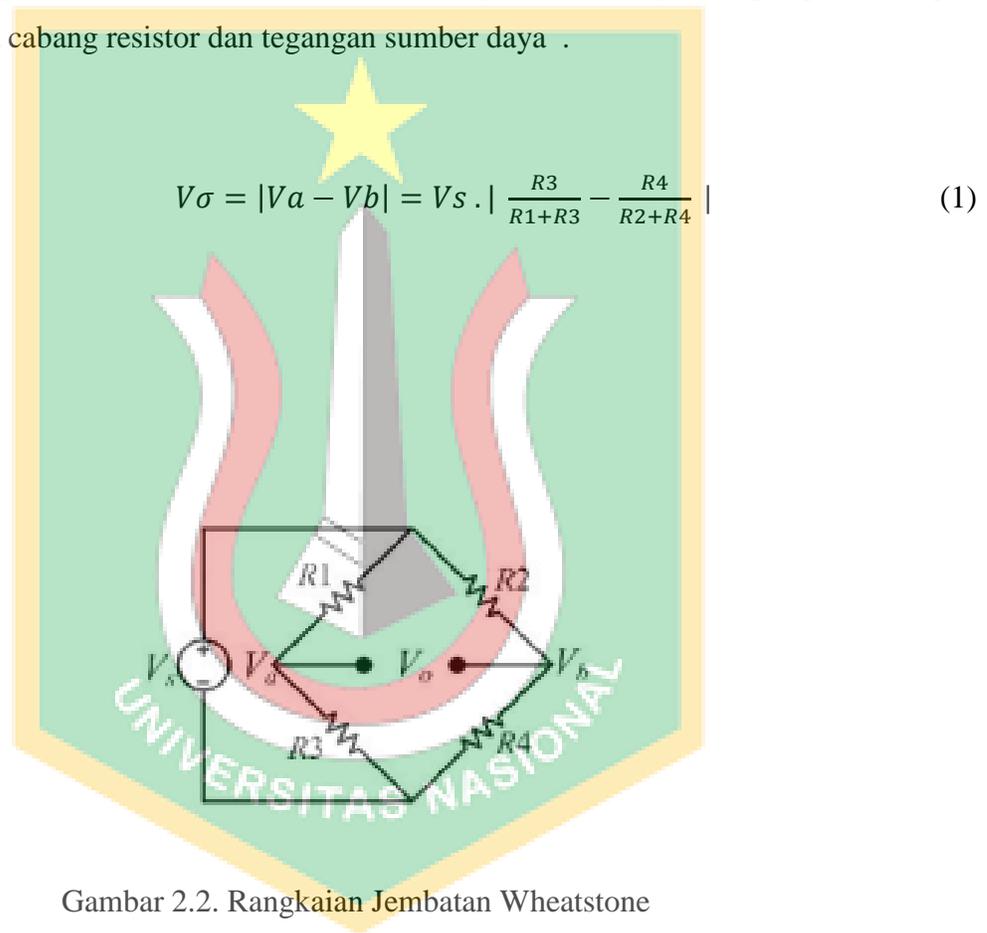
GPIO(*General Purpose Input Output*) pada board ESP32 Dev Kit V1 terdapat 30 GPIO yang dapat digunakan sebagai perangkat keluaran dan perangkat masukan. Sistem pengatur tegangan 3.3V pada nilai masukan dapat memudahkan koneksi dengan komputer tanpa memerlukan programmer FTDI.

2.3 Load Cell

Pengukuran merupakan serangkaian kegiatan membandingkan nilai yang sudah diketahui dengan nilai benda yang akan diukur. Massa merupakan besaran fisis yang sering digunakan dalam pengukuran. Dunia industri mengukur suatu massa atau berat suatu benda menggunakan *load cell* yang dihubungkan dengan perangkat lain untuk dapat mengetahui besaran nilai yang dihasilkan. Pada umumnya menggunakan teknologi digital untuk memudahkan dalam proses pengukuran. Strain gauge adalah sensor yang mengukur berbagai tekanan yang diterima. Strain gauge merubah kekuatan tekanan, ketegangan, berat dan lain-lain, ke dalam bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur (Souwmpie et al. 2012).

Load cell bekerja dengan mengubah gaya atau tekanan ke sinyal listrik. Strain gauge berfungsi mengukur pengaruh perubahan kepada strain sebagai sinyal digital. Sehingga perhitungan dalam jembatan wheatstone memudahkan pengukuran resistansi pada load cell.

Jembatan wheatstone merupakan rangkaian elektrik yang terdiri dari 4 resistor yang disusun sesuai dengan gambar dibawah ini. Penggunaannya yaitu sebagai pengukur nilai resistansi rangkaian elektrik yang salah satunya tidak stabil atau tidak diketahui nilainya dengan mengatur kestabilan dari tegangan keluaran $V\sigma$. Persamaan $V\sigma$ mempunyai hubungan dengan perbandingan resistansi dari semua cabang resistor dan tegangan sumber daya .



Gambar 2.2. Rangkaian Jembatan Wheatstone

Jembatan wheatstone terdiri dari sumber daya DC, 4 resistor dan pendeteksi. Jenis pendeteksi berupa ampermeter yang disebut dengan galvanometer. Galvanometer digunakan untuk mengetahui kondisi arus $i_g = 0$. Ketika rangkaian memenuhi kondisi persamaan jembatan seimbang.

Jembatan wheatstone terdiri dari 2 lengan yang tersusun secara parallel. Satu lengan berisi rangkaian dengan nilai yang diketahui dan satu lengan berisi nilai yang tidak diketahui. Nilai

akurasi jembatan wheatstone seperti potensiometer dalam mencari nilai yang tidak diketahui kemudian nilai kesetimbangan rangkaian sebagai titik akhir penentu nilai.

R_x merupakan nilai yang dicari. R_1 , R_2 dan R_3 merupakan resistor yang diketahui nilainya dan nilai R_x dapat disesuaikan. Jika persamaan lengan $\frac{R_2}{R_1}$ diketahui sama dengan persamaan $\frac{R_x}{R_3}$. Tegangan antara 2 titik tengah B dan D menjadi nol dan tidak ada arus yang mengalir melalui galvanometer. Jika jembatan tidak seimbang arah arus akan menunjukkan terlalu tinggi atau terlalu rendah. R_x bervariasi sampai tidak ada arus yang melalui galvanometer yang kemudian terbaca nol.

Mengetahu arus nol dengan galvanometer dapat dilakukan dengan akurasi yang sangat tinggi sehingga R_x diketahui dan dapat diukur dengan presisi tinggi. Perubahan kecil pada R sangat mengganggu sehingga keseimbangan mudah terdeteksi.

Persamaan keseimbangan yaitu :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_x}{R_3} \quad (2)$$

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3 \quad (3)$$

2.4 Weighing Indicator

Merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pengubah sinyal sebuah sensor agar sinyal yang dikonversi dapat ditampilkan dan dibaca oleh *controller*. Transduser adalah sebuah alat yang digunakan untuk merubah energi menjadi energi yang lain. Berdasarkan metode yang digunakan dalam mengubah energi, transduser dapat dikelompokkan menjadi transduser yang membutuhkan daya dari perangkat lain dan daya dengan pembangkit sendiri. Penguat Load Cell yaitu untuk mengkondisikan sinyal dari Load cell agar tegangan levelnya pada 0-5V agar bisa di baca oleh mikrokontroler dan memudahkan untuk pengolahan datanya. Karena tegangan yang di hasilkan dari load cell dalam orde mikro volt. (Gigih Gitronik,2015)



Gambar 2.3. Weighing Indicator

Sistem transmisi yang digunakan di dalam transduser berupa 2 jenis. Yaitu sistem transmisi pneumatik dan sistem transmisi elektrik. Pada sistem transmisi pneumatik menggunakan udara tekan dengan rentang 3-5 psi. Sistem tersebut ada sebelum sistem elektrik digunakan. Transmisi sistem elektrik menggunakan arus yang digunakan sebesar 4-20 ma. Ada beberapa transduser yang menggunakan tegangan sebagai sistem transmisi. Tegangan yang digunakan berupa tegangan 0-5 V dan 0-10V.

2.5 Modul Konversi sinyal 4-20mA

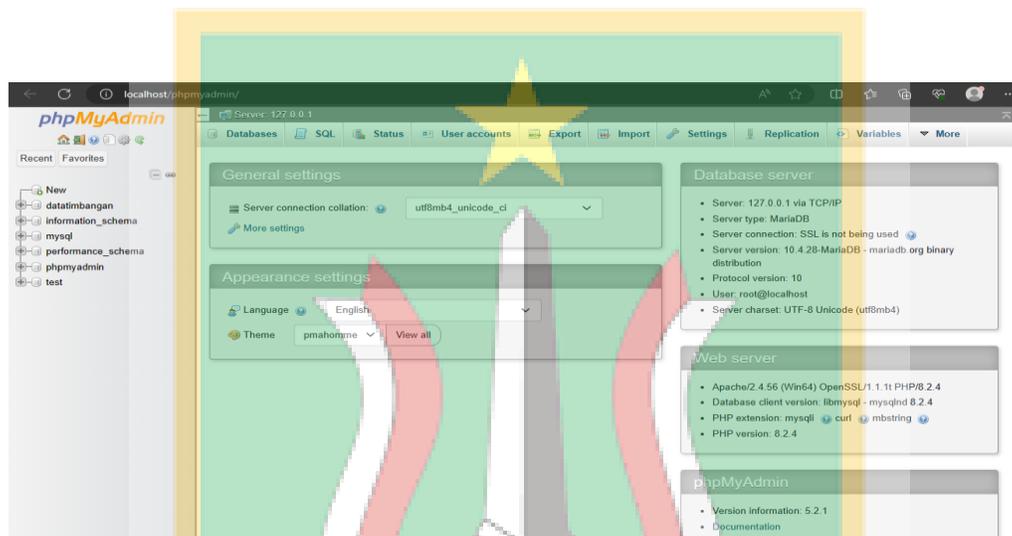


Gambar 2.4. Modul konverter HW 685

Konversi sinyal pada sistem transmisi digunakan untuk mengubah sinyal 4-20mA ke dalam sinyal tegangan. Modul konversi sinyal berupa modul HW685 dengan nilai input sinyal 4-20mA dan nilai output sinyal tegangan 0-3 V.

2.6 My SQL

Penyimpanan data menggunakan *My SQL* di mana data diolah dan disimpan. Kepopuleran dan sistem *open source* membuat basis data ini digunakan. Kustiyahningsih (2011:145), “MySQL adalah sebuah basis data yang mengandung satu atau sejumlah tabel. Tabel terdiri atas sejumlah baris dan setiap baris mengandung satu atau sejumlah kolom”. (Adis Lena Kusuma Ratna, 2014)



Gambar 2.5. My SQL

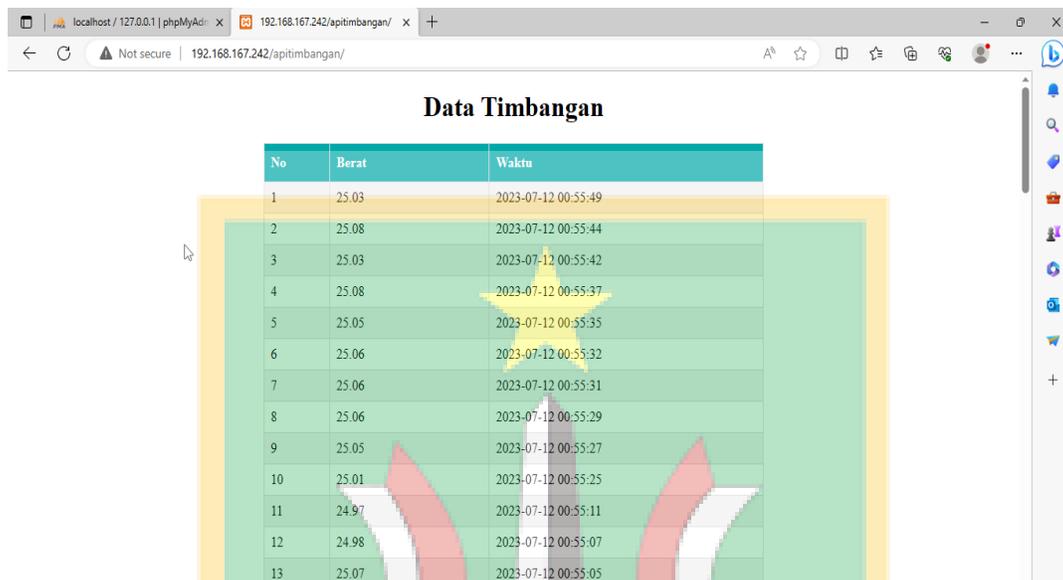
Pada *My SQL* merupakan bagian dari *Database Management System (DBMS)* di mana data yang diolah diatur secara sistematis. Sistem keamanan yang digunakan berlapis yang terdiri dari *subnet mask*, *hostname* dan penggunaan *id user*. Kecepatan perintah dalam mengelola informasi *syntax SQL* dapat digunakan didalam *website* atau *web server* suatu sistem *cloud computing*.

API (Application Programming Interface) yang dimiliki *My SQL* memudahkan sistem dalam bertukar informasi dan data dalam tampilan *website*. Perintah *API* digunakan sebagai jembatan hubung antara server *My SQL* dan tampilan *website* dari sebuah sistem *IoT*.

2.7 Web Server

Bahasa pemrograman *HTML (HyperText Markup Language)* dan *PHP (Hypertext Preprocessor)* merupakan dasar dari pemrograman *website*. Penulisan bahasa pemrograman

berfungsi sebagai pengatur proses kerja program untuk dapat berjalan sesuai dengan arahan. (Mukhlis Ramadhan dan Nurcahyo Budi Nugroho,2009)



The screenshot shows a web browser window with the URL 192.168.167.242/apitimbangan/. The page title is "Data Timbangan". The table contains the following data:

No	Berat	Waktu
1	25.03	2023-07-12 00:55:49
2	25.08	2023-07-12 00:55:44
3	25.03	2023-07-12 00:55:42
4	25.08	2023-07-12 00:55:37
5	25.05	2023-07-12 00:55:35
6	25.06	2023-07-12 00:55:32
7	25.06	2023-07-12 00:55:31
8	25.06	2023-07-12 00:55:29
9	25.05	2023-07-12 00:55:27
10	25.01	2023-07-12 00:55:25
11	24.97	2023-07-12 00:55:11
12	24.98	2023-07-12 00:55:07
13	25.07	2023-07-12 00:55:05

Gambar 2.6. Web Server

Aplikasi *open source* mendukung penggunaan bahasa HTML dan PHP untuk dapat menampilkan informasi dari sebuah *website* agar dapat berjalan secara sistematis dan terstruktur sehingga memudahkan pengolahan data pada server.

Sistem *client server* pada komunikasi *website* dengan *server* sistem IoT menggunakan protokol internet TCP/IP. Penggunaan IP membuat *website* mudah diakses melalui jaringan internet sesuai dengan alamat IP dari server.

2.8 Layar I2C

Merupakan modul *Liquid Crystal Display (LCD)* yang menggunakan serial sinkron protokol (*Inter Integrated Circuit*) I2C. Penggunaan jalur paralel pada data membuat sistem kontrol membutuhkan pin pada kontroller. Standar *chip* pada LCD I2C berupa *chip* ICPCF8574 yang terdiri dari 8 bit I/O *shift register*. Penggunaan LCD I2C untuk mengurangi beban sistem kendali.



Gambar 2.7. LCD I2C

2.9 Kalman Filter

Kalman Filter merupakan filter yang berguna pada sistem kendali sebagai perhitungan prediksi dari data nilai masukan. Perkiraan hasil *steady state* sinyal keluaran dengan cara penghilangan *noise* dapat membuat sinyal lebih stabil. Penggunaan sistem linier dengan mengurangi kuadrat *error* estimasi rata – rata pada sistem linier stokastik berguna untuk memperkirakan keadaan dinamis dan analisis sistem kerja. (Alfian Ma'arif, et al : 2019)

Berdasarkan kemampuan menyelesaikan tugas Kalman Filter terdiri dari berbagai jenis. Yaitu berupa *Standar Kalman Filter*, *Extended Kalman Filter*, *Unscented Kalman Filter* dan *Ensemble Kalman Filter*. Secara struktur algoritma kalman filter mempunyai 2 bagian dalam melakukan perhitungan.

- a. Bagian prediksi

$$\hat{x}_{t|t-1} = F_t \hat{x}_{t-1|t-1} + B_t u_t$$

$$P_{t|t-1} = F_t P_{t-1|t-1} F_t^T + Q_t$$

- b. Bagian update

$$\hat{x}_{t|t} = \hat{x}_{t|t-1} + K_t (y_t - H_t \hat{x}_{t|t-1})$$

$$K_t = P_{t|t-1} H_t^T (H_t P_{t|t-1} H_t^T + R_t)^{-1}$$

$$P_{t|t} = (I - K_t H_t) P_{t|t-1}$$

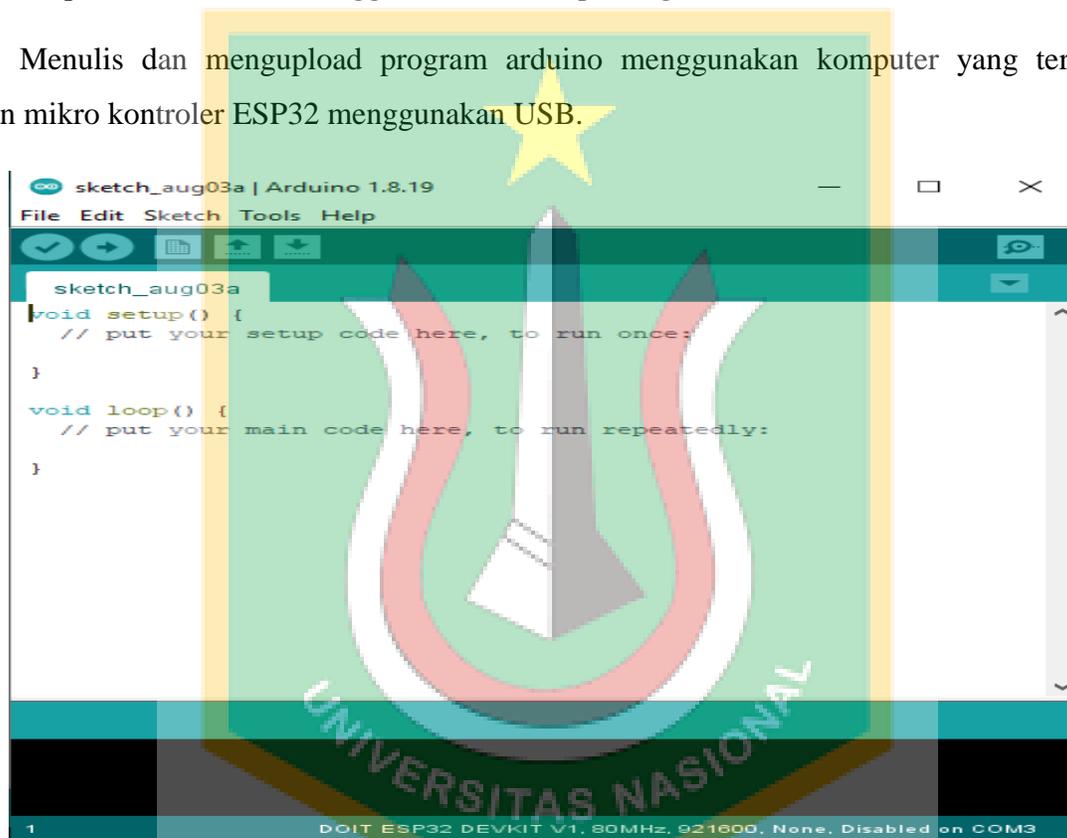
di mana x adalah estimated state (state yang diestimasi), F adalah matriks transisi state, u adalah variabel kontrol, B adalah matriks kontrol, P adalah matriks varians state, Q adalah matriks varians proses, y adalah variabel pengukuran, H adalah matriks pengukuran, K adalah Kalman gain, R

adalah matriks pengukuran, $t|t$ adalah periode waktu saat ini, $t-1|t-1$ adalah periode waktu sebelumnya, dan $t|t-1$ adalah intermediate steps.

2.10 Arduino IDE

Software *open source* yang digunakan untuk menuliskan program arduino. Mikro kontroler ESP32 menggunakan arduino IDE sebagai alat untuk menuliskan program. Bahasa yang digunakan pada arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C/C++.

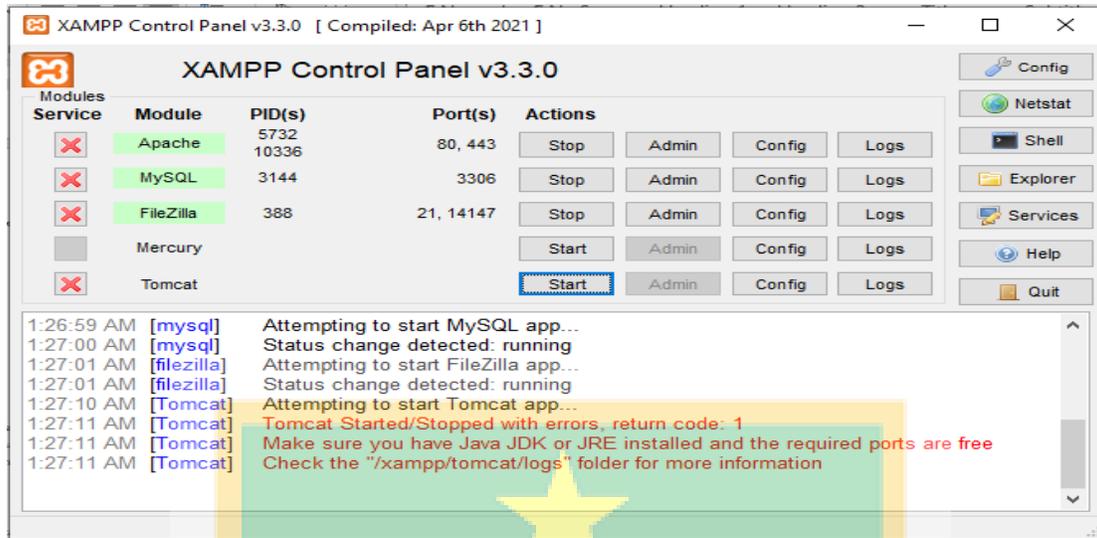
Menulis dan mengupload program arduino menggunakan komputer yang terhubung dengan mikro kontroler ESP32 menggunakan USB.



Gambar 2.8. Arduino IDE

2.11 Xampp

Merupakan alat yang digunakan sebagai wadah beberapa perangkat lunak dalam menjalankan sistem *database management System (DBMS)*. Bersifat *open source* yang secara mudah dapat digunakan. *Localhost* pada perangkat lunak Xampp membuat komputer yang digunakan menjadi sebuah server. Penggunaan *web server* dan *localhost* dalam satu perangkat lunak memudahkan untuk dapat terhubung dalam sistem IoT.



Gambar 2.9. Xampp

