

RANCANGAN SISTEM MASTER CLOCK DENGAN SINKRONISASI (GPS) GLOBAL POSITIONING SYSTEM SEBAGAI KEAKURATAN WAKTU DI BANDARA RAJA HAJI FISABILILLAH TANJUNG PINANG

Tarisa Tarigan¹, Nurmahendra Harahap², Tiara Sylvia³

tarisatarigantar@gmail.com¹, nurmahendrarahap@gmail.com², tiarasylvia@gmail.com³

Politeknik Penerbangan Medan

ABSTRAK

Bandara Raja Haji Fisabilillah Tanjung Pinang menggunakan master clock, dimana ketersediaan waktu yang diberikan merupakan data yang dikirimkan oleh Network Time Protocol (NTP) sebagai pihak ketiga yang diakses dengan jaringan internet untuk menerima waktu dari Global Positioning System (GPS). Hal ini rentan terhadap kegagalan jaringan sehingga ketika internet terputus maka master clock tidak akan memberikan dan menyinkronkan waktu kepada perangkat yang terhubung. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan kemudahan dalam menyinkronkan waktu tanpa menggunakan internet dan membantu dalam menunjang peningkatan efektifitas waktu secara akurat dan efisien secara wireless. Penelitian ini menggunakan metode penelitian Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE). Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan kajian literatur. Hasil dari penelitian yang didapat berupa titik koordinat berada pada deviasi kecil, waktu yang diberikan GPS sama dengan waktu yang sebenarnya, tempat tidak memberikan perbedaan waktu karena adanya real time clock (RTC), pembatas tidak mempengaruhi dalam mengirimkan waktu secara wireless, jarak mempengaruhi dalam mengirimkan waktu secara wireless sehingga terdapat jeda 1 detik. Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu master clock memerlukan antena eksternal untuk dapat diakses diluar ruangan, RTC menyimpan dan memback-up data, serta terdapat keterlambatan 1 detik akibat dari proses pengiriman dengan menggunakan Wi-Fi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna dan dimanfaatkan sebagai pengembangan pada peneliti selanjutnya.

Kata Kunci: Sinkronisasi Waktu, GPS, Master Clock, Slave Clock, RTC.

ABSTRACT

Raja Haji Fisabilillah Airport in Tanjung Pinang uses a master clock, where the provided time is data sent by the Network Time Protocol (NTP) as a third party accessed through the internet to receive time from the Global Positioning System (GPS). This system is vulnerable to network failures, so if the internet is disconnected, the master clock will not provide or synchronize the time to the connected devices. The purpose of this research is to facilitate time synchronization without using the internet and to help improve the accuracy and efficiency of time management wirelessly. This research uses the Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE) methodology. Data collection techniques include observation and literature review. The research results indicate that the coordinates are within a small deviation, the time provided by GPS matches the actual time, and there is no time difference due to location because of the presence of a real-time clock (RTC). Obstacles do not affect wireless time transmission, though distance does, resulting in a 1-second delay. The conclusion of this study is that the master clock requires an external

antenna to be accessible outdoors, the RTC stores and backs up data, and there is a 1-second delay due to transmission using Wi-Fi. The results of this research are expected to be useful and can be utilized for further development by future researchers.

Keywords: *Time Synchronization, GPS, Master Clock, Slave Clock, RTC*

PENDAHULUAN

Dalam era digital yang kini terus berkembang, kebutuhan akan sinkronisasi waktu menjadi sangat penting dalam menjaga keberlangsungan setiap kegiatan untuk memfasilitasi operasi yang terkoordinasi dan efisien di berbagai bidang. Pada bidang penerbangan, ketepatan waktu yang akurat dan relevan sangat penting dalam menjaga aktivitas penerbangan baik dalam memberitahukan jadwal penerbangan ataupun informasi penerbangan kepada setiap penumpang yang berada di bandara. Pengiriman berita penerbangan memerlukan ketepatan waktu dalam menjaga kualitas dan kinerja jaringan telekomunikasi, hal ini dikarenakan waktu berperan dalam mengatur dan menentukan kapan data dikirim, diproses dan diterima di seluruh jaringan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengertian sinkron berarti pada waktu yang sama, serentak, sejalan, sejajar, sesuai, selaras sedangkan sinkronisasi yaitu perihal menyinkronkan, penyerentakan.

Pada penelitian Iswanto (2019) tentang “Pentingnya Sinkronisasi Waktu pada Jaringan Komputer” menunjukkan bahwa penyelarasan waktu dengan aplikasi time synchronizer sebagai time server dibutuhkan pada jaringan komputer yang tidak memiliki komponen NTP. Hasil dari penelitian Dewa, Bambang dan Setiyo (2017) tentang “Rancangan Penunjuk Waktu Atom Menggunakan Global Positioning System (GPS) dan Network Time Protocol (NTP) Sebagai Analisa Perbandingan Keakuratan Waktu” memberikan perbandingan, dimana pada GPS tidak dapat memberikan waktu dengan baik saat berada di bangunan beton sedangkan pada NTP tidak dapat memberikan waktu dengan baik jika tidak terhubung dengan internet. Berdasarkan penelitian Candra dan Samsul (2017) tentang “Rancang Bangun Master Clock dengan Sinkronisasi GPS berbasis Arduino” menunjukkan bahwa kondisi terbaik penggunaan GPS berada di ruang terbuka dan terdapat perbedaan jeda 1 detik dengan menggunakan kabel.

Master clock adalah sebuah perangkat yang menjadi sumber utama dalam mengatur dan menyinkronkan waktu diberbagai sistem dan perangkat dalam suatu jaringan. Bandara Raja Haji Fisabilillah Tanjung Pinang menggunakan master clock yang berfungsi untuk menyediakan waktu akurat kepada semua perangkat yang terhubung. Ketersediaan waktu yang diberikan merupakan data yang dikirimkan oleh Network Time Protocol (NTP) sebagai pihak ketiga yang diakses dengan jaringan internet untuk menerima waktu dari Global Positioning System (GPS). Berdasarkan observasi pada kegiatan magang di Bandara tersebut, diketahui bahwa NTP rentan terhadap kegagalan jaringan sehingga ketika internet terputus maka master clock tidak akan memberikan dan menyinkronkan waktu kepada perangkat yang terhubung.

Adapun faktor lain yang mendukung yaitu kerusakan pada komponen internal dan terputusnya sumber daya. Kegagalan ini berakibat sangat fatal pada pemberian informasi dan jadwal penerbangan seperti Flight Information Display System (FIDS) yang tidak

menampilkan jadwal penerbangan sesuai waktu dan Public Annoucement System (PAS) yang tidak memberikan pemberitahuan informasi sesuai dengan jadwal penerbangan. Latar belakang diatas menjadi dasar untuk pengembangan rancangan master clock dengan menggunakan Global Positioning System (GPS) sebagai keakuratan waktu di Bandara Raja Haji Fisabilillah Tanjung Pinang.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE). Model instruksional ini dikembangkan pada tahun 1967 oleh dua pakar yaitu Reiser dan Molenda. Model intruksional ADDIE merupakan proses instruksional yang sudah umum digunakan, meskipun banyak turunan dari model ADDIE yang berkembang, sebagian besar mengikuti instruksi referensi kriteria (Mullins, 2014). Alasan menggunakan metode ini karena memberikan kerangka pengembangan yang sistematis dan setiap tahapan dilakukan evaluasi dan revisi sehingga menciptakan sebuah rancangan yang bekerja dengan efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis

Tahapan ini dilakukan dengan melakukan analisa secara mendalam untuk mendapatkan informasi lebih untuk kebutuhan dari rancangan yang akan dibuat. Analisis yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi dan pengumpulan referensi materi yang akan dijadikan pokok penunjang dalam merancang alat. Adapun hasil yang didapatkan sebagai berikut :

1. Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah memiliki sistem waktu yang terpusat untuk memberikan informasi waktu, dimana informasi waktu ini akan dikirimkan ke setiap slave clock atau peralatan sistem yang membutuhkan seperti FIDS, Server, IP CCTV, dan lainnya.
2. Informasi waktu yang diterima dan ditampilkan slave clock atau perangkat lain adalah waktu yang sama dengan informasi yang dikirimkan oleh master clock.
3. Master clock menerima data melalui satelit GPS yang diakses melalui network time protocol (NTP) server dengan menggunakan internet untuk memberikan sinkronisasi waktu secara real-time.
4. Master clock harus terhubung dengan internet atau intranet untuk dapat dibagikan ke seluruh perangkat yang memerlukan referensi waktu dalam sebuah jaringan data.
5. Sehingga untuk mendapatkan waktu yang akurat pada master clock harus terhubung pada internet atau intranet dan kemudian mengakses NTP server.

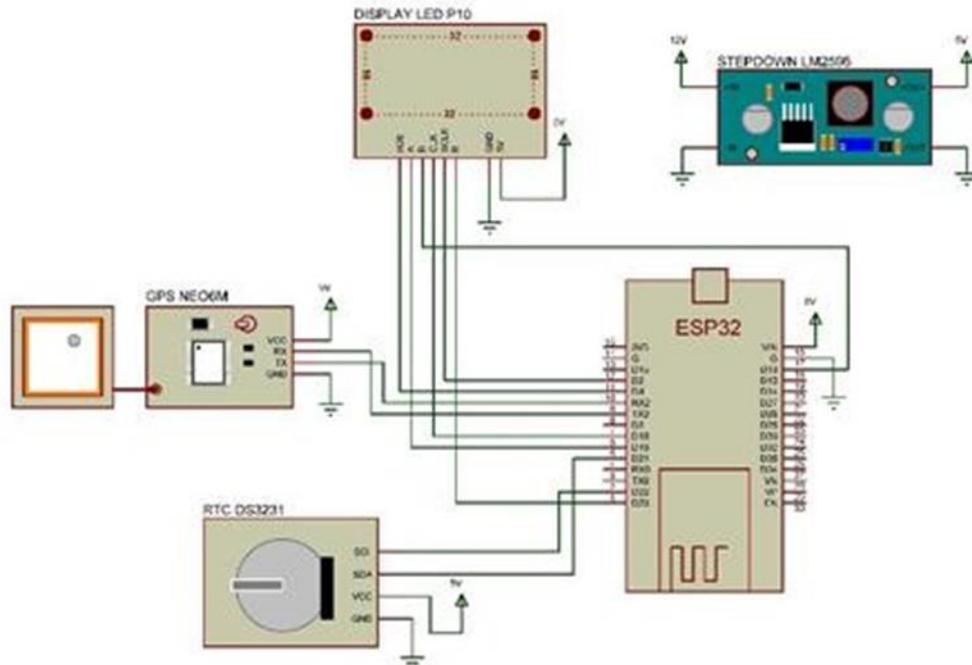
Kesimpulan yang dapat diambil dari observasi diatas mengenai sistem master clock bahwa perangkat tersebut tidak langsung menerima data informasi dari GPS melainkan menggunakan pihak ketiga yaitu Network Time Protocol (NTP).

NTP harus diakses dengan internet yang kemudian menjadikan waktu tersebut menjadi waktu default pada perangkat master clock. Hal ini menyebabkan ketika akses internet terputus maka waktu default yang diberikan akan berhenti dan tentunya akan memberikan dampak yang buruk kepada perangkat yang terhubung dengan master clock. Sehingga dengan melakukan pengembangan master clock berbasis GPS diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam mengakses data waktu tanpa memerlukan akses internet.

Design

Setelah dilakukannya analisa dengan melakukan observasi dan wawancara, maka dirancanglah sebuah design pada rancangan sistem master clock berbasis Global Positioning System (GPS) sesuai dengan kebutuhan. Berikut merupakan gambaran design yang akan dibuat.

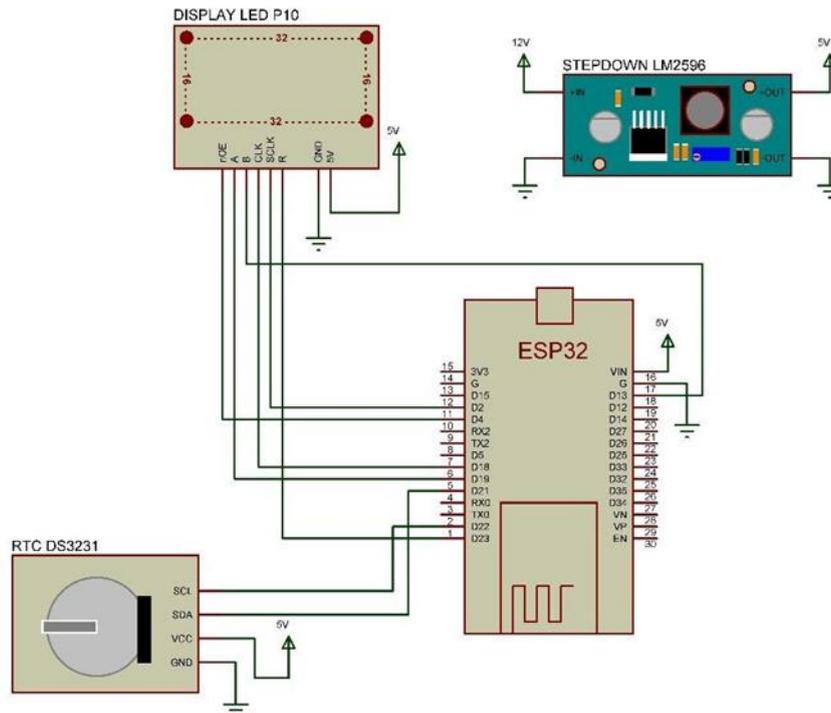
1. Rancangan Master Clock



Gambar 1 Rancangan Master Clock

Berdasarkan Gambar 1 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Antena eksternal sebagai penerima utama data informasi waktu yang akan dikirimkan kepada NodeMCU ESP32.
 - 2) NodeMCU ESP32 sebagai pemroses data yang akan memberikan perintah kepada setiap komponen yang terhubung.
 - 3) Real Time Clock (RTC) sebagai penerima data waktu yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP32 yang selanjutnya akan disimpan dan memberikan data akurat.
 - 4) Stepdown LM2596 sebagai pembaca tegangan yang kemudian akan menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan. Dimana komponen ini akan menerima tegangan dari adaptor 12V yang telah mengubah arus Alternating Current (AC) menjadi arus Direct Current (DC).
 - 5) LED P10 sebagai penampil akhir dari data informasi yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP32.
- ### 2. Rancangan Slave Clock



Gambar 2 Gambar Rancangan Slave Clock

Berdasarkan Gambar 2 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) NodeMCU ESP32 sebagai pemroses data yang akan memberikan perintah kepada setiap komponen yang terhubung.
- 2) Real Time Clock (RTC) sebagai penerima data waktu yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP32 yang selanjutnya akan disimpan dan memberikan data akurat.
- 3) Stepdown LM2596 sebagai pembaca tegangan yang kemudian akan menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan. Dimana komponen ini akan menerima tegangan dari adaptor 12V yang telah mengubah arus Alternating Current (AC) menjadi arus Direct Current (DC).
- 4) LED P10 sebagai penampil akhir dari data informasi yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP32.

Pada rancangan slave clock input data waktu yang diterima dikirimkan oleh master clock dengan menggunakan jaringan wifi yang saling terhubung antara NodeMCU ESP32 master clock dengan slave clock.

Development

Tahap ini merupakan perancangan pada setiap komponen yang akan dihubungkan menjadi sebuah kesatuan alat dari sistem master clock berbasis Global Positioning System (GPS) yang terdiri dari komponen yang digunakan, langkah penghubungan perangkat serta kode program yang akan menjalankan perangkat tersebut.

A. Perancangan Perangkat Keras

1. Perancangan Global Positioning System (GPS)

Untuk merancang sistem dengan menggunakan modul GPS Neo-6M dengan NodeMCU ESP32, dibutuhkan beberapa komponen perangkat keras dan langkah untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi perangkat.

- 1) Komponen yang dibutuhkan :

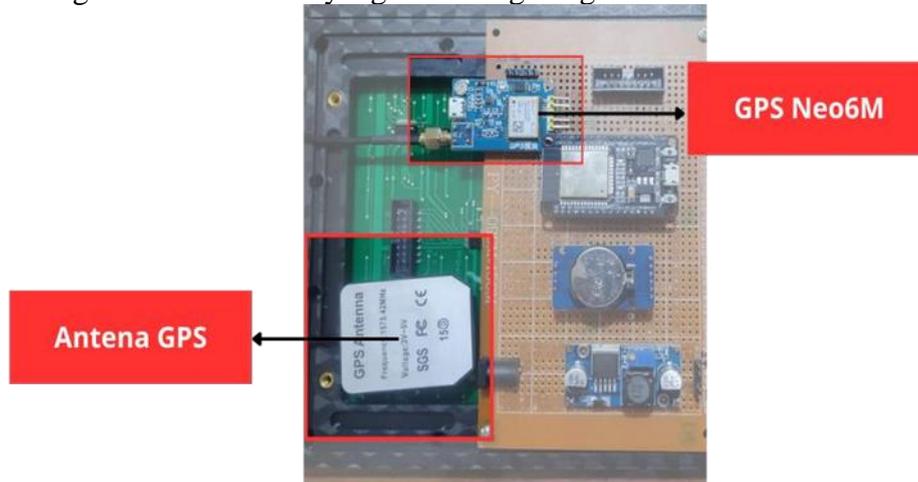
- (1) NodeMCU ESP32
 - (2) Modul GPS Neo-6M
 - (3) Antena GPS
- 2) Langkah-langkah menghubungkan setiap perangkat yaitu :

Tabel 1 Penghubungan GPS dengan NodeMCU ESP32

Komponen GPS Neo-6M	Komponen NodeMCU ESP32
Koneksi PIN pada setiap komponen	
VCC	5V
GND	GND
TX	GPIO 10 (RX2)
RX	GPIO 9 (TX2)

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Pin VCC pada modul GPS dihubungkan ke Pin 5V pada NodeMCU ESP32 atau melalui eksternal dengan menggunakan adaptor.
 - (2) Pin GND pada modul GPS dihubungkan ke Pin GND pada NodeMCU ESP32.
 - (3) Pin TX pada modul GPS dihubungkan ke Pin RX pada NodeMCU ESP32 misal pada Pin GPIO 10.
 - (4) Pin RX pada modul GPS dihubungkan ke Pin TX pada NodeMCU ESP32 misal pada Pin GPIO 9.
- 3) Gambar rangkaian modul GPS yang terhubung dengan NodeMCU ESP32



Gambar 3 Rangkaian GPS

Gambar 3 merupakan gambar rangkaian dari komponen GPS dengan NodeMCU ESP32 yang telah dihubungkan sesuai dengan koneksi pin pada Tabel 1.

2. Perancangan Real Time Clock (RTC)

Untuk merancang sistem dengan menggunakan modul RTC dengan NodeMCU ESP32, dibutuhkan beberapa komponen perangkat keras dan langkah untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi perangkat. Adapun perancangan ini diterapkan pada master dan slave clock.

- 1) Komponen yang dibutuhkan:

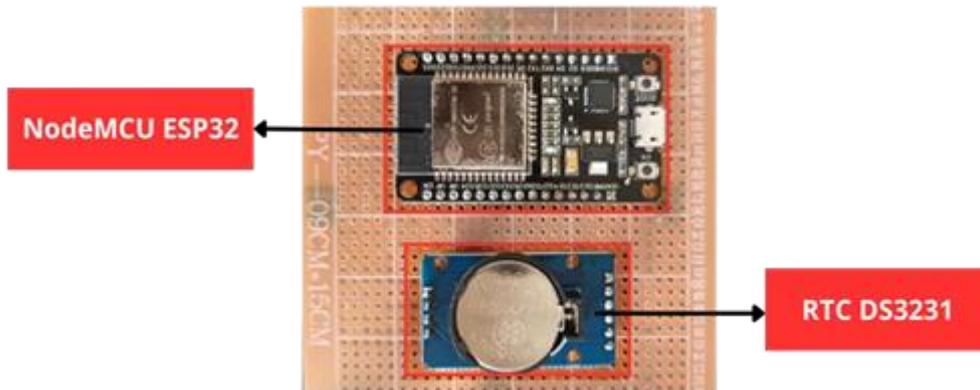
- (1) NodeMCU ESP32
 - (2) Modul RTC DS3231
- 2) Langkah-langkah menghubungkan setiap perangkat yaitu :

Tabel 2 Penghubungan RTC dengan NodeMCU ESP32

Komponen RTC DS3231	Komponen NodeMCU ESP32
Koneksi PIN pada setiap komponen	
VCC	5V
GND	GND
SDA	D21
SCL	D22

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Pin VCC pada modul RTC dihubungkan ke Pin 5V pada NodeMCU ESP32.
 - (2) Pin GND pada modul RTC dihubungkan ke Pin GND pada NodeMCU ESP32.
 - (3) Pin SDA pada modul RTC dihubungkan ke Pin D21 pada NodeMCU ESP32.
 - (4) Pin SCL pada modul RTC dihubungkan ke Pin D22 pada NodeMCU ESP32.
- 3) Gambar rangkaian modul RTC DS3231 yang terhubung dengan NodeMCU ESP32



Gambar 4 Rangkaian RTC DS3231

Gambar 4 merupakan gambar rangkaian dari komponen RTC dengan NodeMCU ESP32 yang telah dihubungkan sesuai dengan koneksi pin pada Tabel 2.

3. Perancangan LED P10

Untuk merancang sistem yang dapat mengontrol panel LED P10 dengan NodeMCU ESP32, dibutuhkan beberapa komponen perangkat keras dan langkah untuk menghubungkan dan mengkonfigurasi perangkat. Adapun perancangan ini diterapkan pada master dan slave clock.

- 1) Komponen yang dibutuhkan :
 - (1) NodeMCU ESP32
 - (2) Panel LED P10
 - (3) Sumber daya 5V

2) Langkah-langkah menghubungkan setiap perangkat yaitu :

Tabel 3 Penghubungan Panel P10 dengan NodeMCU ESP32

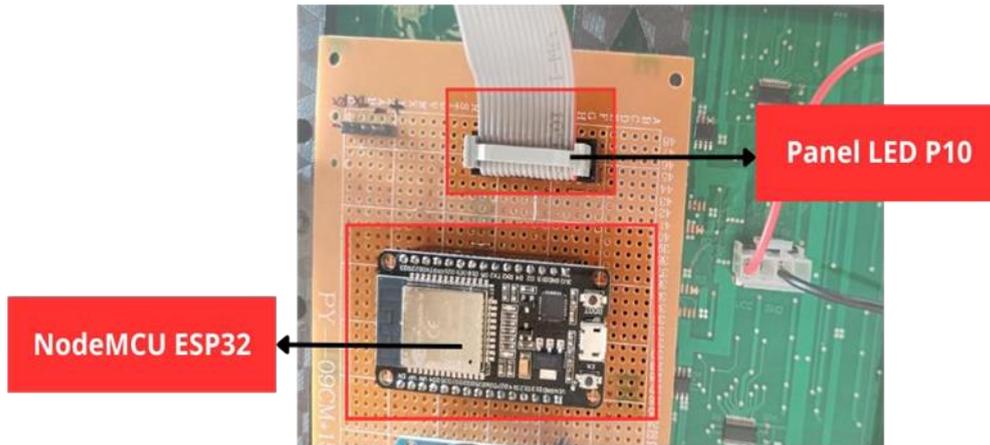
Komponen P10 Panel	Komponen NodeMCU ESP32
Koneksi PIN pada setiap komponen	
A	D19
B	D13
R	D23
CLK	D18
SCLK	D2
OE	D4
GND	GND
VCC	5V

Berdasarkan Tabel 3 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Pin A pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin D19 pada NodeMCU ESP32
- (2) Pin B pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin D13 pada NodeMCU ESP32
- (3) Pin R pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin D23 pada NodeMCU ESP32
- (4) Pin CLK pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin D18 pada NodeMCU ESP32
- (5) Pin SCLK pada Panel LED P10dihubungkan ke Pin D2 pada NodeMCU ESP32
- (6) Pin OE pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin D4 pada NodeMCU ESP32
- (7) Pin GND pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin GND pada NodeMCU ESP32
- (8) Pin VCC pada Panel LED P10 dihubungkan ke Pin 5V pada NodeMCU ESP32

Adapun untuk pin VCC memerlukan tegangan 5V, sehingga digunakan adaptor dengan memberikan modul stepdown LM2596 agar tegangan yang masuk tetap stabil dan tidak merusak rangkaian.

3) Gambar rangkaian panel LED P10 yang terhubung dengan NodeMCU ESP32



Gambar 5 Rangkaian LED P10

Gambar 5 merupakan gambar rangkaian dari komponen LED dengan NodeMCU ESP32 yang telah dihubungkan sesuai dengan koneksi pin pada Tabel 3

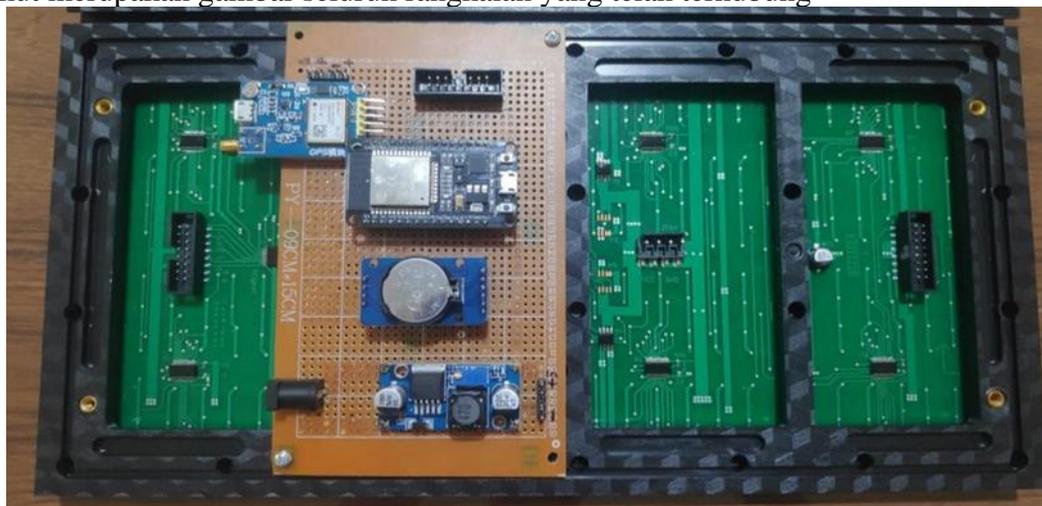
4. Perancangan dan perakitan alat

Tahap ini merupakan penggabungan dan pengintegrasian dari modul RTC DS3231, modul GPS Neo-6M dan panel LED P10 pada setiap pin di mikrokontroler NodeMCU ESP32 sesuai dengan tahapan sebelumnya.

Adapun langkah-langkah penggabungannya adalah sebagai berikut :

- 1) Hubungkan setiap pin yang sesuai pada modul GPS Neo 6M dengan setiap pin yang berada di NodeMCU ESP32.
- 2) Selanjutnya hubungkan setiap pin pada modul RTC DS3231 ke NodeMCU ESP32 dan perhatikan kesesuaian setiap pin.
- 3) Lalu hubungkan pin pada panel LED P10 ke NodeMCU ESP32, dan pin VCC pada panel LED P10 yang memerlukan tegangan 5V dihubungkan dengan modul stepdown LM2596 yang telah dimodifikasi untuk menurunkan tegangan yang diterima dari adaptor.

Berikut merupakan gambar seluruh rangkaian yang telah terhubung



Gambar 6 Seluruh Rangkaian

Adapun rangkaian yang terhubung pada gambar diatas dihubungkan dengan papan PCB yang kemudian setiap kaki pinnya disolder oleh timah, hal itu dilakukan untuk

mengurangi adanya pelepasan kabel serta terlihat lebih rapi. Untuk rangkaian slave clock memiliki tampilan yang sama namun tidak memiliki modul GPS.

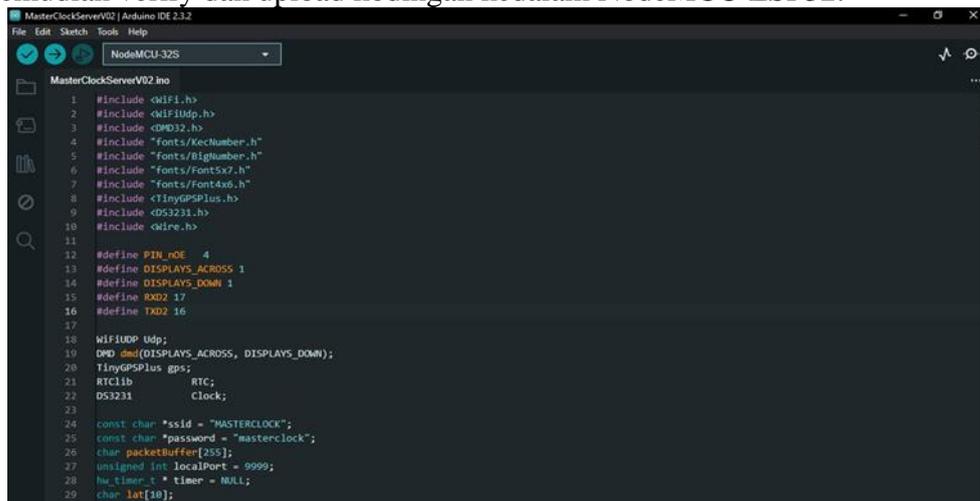
B. Perancangan Perangkat Lunak

Tahapan ini dilakukan untuk merancang sebuah kode program yang akan diupload kepada modul untuk dapat menjalankan sesuai dengan intruksi. Sebelum melakukan tahapan tersebut pastikan telah melakukan instalasi software Arduino IDE, board ESP 32, RTClib, dan PxDMatrix.

Adapun tahapan perancangan perangkat lunak adalah sebagai berikut :

1. Perancangan dan test kode program Global Positioning System (GPS)

Klik file lalu new, ketik kode program seperti pada gambar dibawah ini di arduino IDE, kemudian verify dan upload kodingan kedalam NodeMCU ESP32.



```
MasterClockServerV02.ino
1 #include <WiFi.h>
2 #include <WiFiUdp.h>
3 #include <DMD.h>
4 #include "Fonts/Keypad.h"
5 #include "Fonts/BigNumber.h"
6 #include "Fonts/Font5x7.h"
7 #include "Fonts/Font4x6.h"
8 #include <TinyGPSPlus.h>
9 #include <DS3231.h>
10 #include <Wire.h>
11
12 #define PIN_D0E 4
13 #define DISPLAYS_ACROSS 1
14 #define DISPLAYS_DOWN 1
15 #define RXD2 17
16 #define TXD2 16
17
18 WiFiUDP udp;
19 DMD dmd(DISPLAYS_ACROSS, DISPLAYS_DOWN);
20 TinyGPSPlus gps;
21 RTClib RTC;
22 DS3231 Clock;
23
24 const char *ssid = "MASTERCLOCK";
25 const char *password = "masterclock";
26 char packetBuffer[255];
27 unsigned int localPort = 9999;
28 #define timer = NULL;
29 char lot[10];
```

Gambar 7 Kode Program GPS

Dari hasil test diatas, dapat dilihat bahwa GPS dapat bekerja secara normal dengan menunjukkan hasil pembacaan waktu yang diterima oleh GPS secara real time. Apabila kodingan dari GPS tidak terdapat kendala dalam pemrogramannya maka dilanjutkan dengan melakukan pengkodingan pada modul RTC yang memiliki input data dari informasi yang diterima oleh GPS.

2. Perancangan dan test kode program Real Time Clock (RTC)

Klik file lalu new, ketik kode program seperti pada gambar dibawah ini di arduino IDE, kemudian verify dan upload kodingan kedalam NodeMCU ESP32

```

now.ino
6 #include <Wire.h>
7 #include "DS3231.h"
8
9 RTCLib RTC;
10
11 void setup () {
12   Serial.begin(57600);
13   Wire.begin();
14 }
15
16 void loop () {
17
18   delay(1000);
19
20   DateTime now = RTC.now();
21
22   Serial.print(now.year(), DEC);
23   Serial.print('/');
24   Serial.print(now.month(), DEC);
25   Serial.print('/');
26   Serial.print(now.day(), DEC);
27   Serial.print(' ');
28   Serial.print(now.hour(), DEC);
29   Serial.print(':');
30   Serial.print(now.minute(), DEC);
31   Serial.print(':');
32   Serial.print(now.second(), DEC);
33   Serial.println();
34

```

Gambar 8 Kode Program RTC

Dari hasil test diatas, modul RTC dapat bekerja dengan normal dimana modul dapat memberikan hasil pembacaan waktu secara terus-menerus walaupun ketika modul dimatikan. Apabila modul RTC tidak memiliki kendala, maka dilanjutkan dengan perancangan program LED P10.

3. Perancangan dan test kode program LED P10

Klik file lalu new, ketik kode program seperti pada gambar dibawah ini di arduino IDE, kemudian verify dan upload kodingan kedalam NodeMCU ESP32

```

MasterClockServerV02.ino
111 void displayGPS(){
112   dmd.clearScreen(true);
113   dmd.selectFont(Font4x6);
114   dmd.drawString(0, 0, lat, 10, GRAPHICS_NORMAL);
115   dmd.drawString(0, 8, lng, 10, GRAPHICS_NORMAL);
116 }
117
118 void cekJam(){
119   DateTime now = RTC.now();
120   jm = now.hour();
121   mt = now.minute();
122   dtk = now.second();
123   if(jm < 10)jam = "0" + String(jm); else jam = String(jm);
124   if(mt < 10)menit = "0" + String(mt); else menit = String(mt);
125   if(dtk < 10)detik = "0" + String(dtk); else detik = String(dtk);
126   Serial.println("Jam = " + String(jm) + ":" + String(mt) + ":" + String(detik));
127   jam.toCharArray(Jam, 4);
128   menit.toCharArray(Menit, 4);
129   detik.toCharArray(Detik, 4);
130   waktu = String(jam) + ":" + String(menit) + ":" + String(detik);
131   waktu.toCharArray(Waktu, 10);
132 }
133
134 void ShowClockModel(byte bColon){
135   dmd.clearScreen(true);
136   dmd.selectFont(BigNumber);
137   dmd.drawString(1, 0, Jam, 4, GRAPHICS_NORMAL);

```

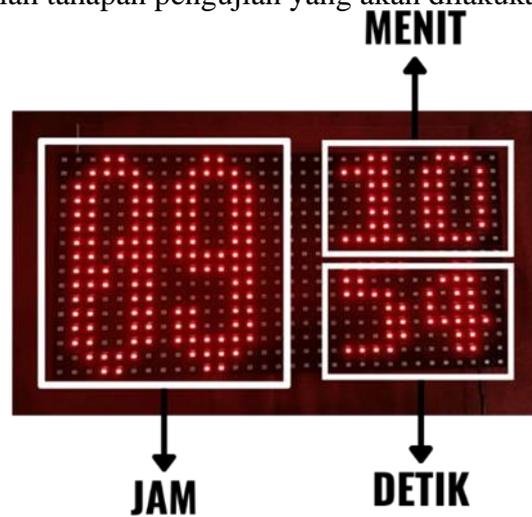
Gambar 9 Kode Program LED P10

Dari hasil test diatas, panel LED P10 dapat bekerja dengan normal dimana panel tersebut dapat memberikan tampilan pembacaan waktu yang diterima dari GPS. Apabila pada pemrograman panel LED P10 tidak terdapat kendala maka setiap kodingan pada masing-masing diintegrasikan agar semua modul dapat berjalan dan bekerja sesuai dengan yang diharapkan

Pembahasan Hasil Penelitian Implementasi

Program dan perangkat keras yang sebelumnya telah dirancangan akan dilakukan pengujian berdasarkan kebutuhan penelitian. Hal ini dilakukan untuk dapat mengetahui dan

memastikan rancangan yang dibuat telah layak digunakan dan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Berikut adalah tahapan pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 10 Keterangan Pada Display

Display jam, menit, dan detik adalah elemen dasar dalam alat pengukur waktu, seperti jam dinding, jam tangan, atau aplikasi jam pada perangkat digital. Berdasarkan Gambar 10 tampilan pada display dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada bagian angka 09 menunjukkan waktu dalam bentuk jam.
2. Pada bagian angka 10 menunjukkan waktu dalam bentuk menit.
3. Pada bagian 54 menunjukkan waktu dalam bentuk detik.

Dengan ketiga elemen ini, alat pengukur waktu seperti jam dapat memberikan informasi waktu yang lengkap dan akurat, memungkinkan pengguna untuk memantau waktu dengan tingkat presisi yang diperlukan.

1. Perbandingan keakuratan GPS dengan titik koordinat

Hasil pengujian keakuratan GPS dilakukan dengan menentukan titik koordinat longitude dan latitude pada tempat yang sama. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut

Tabel 4 Perbandingan Titik Koordinat

No.	Uji Coba	Titik Koordinat Longitude	Titik Koordinat Latitude	Keterangan
1	GPS Master Clock	3.535126	98.639458	Deviasi Kecil
2	GPS Handphone	3.535122	98.639453	Deviasi Kecil

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil keakuratan GPS sesuai dengan pendapat dari Lucinal Singal (2021), semakin besar hasil yang didapat dari standar deviasi maka tingkat akurasi dari hasil data bisa dikatakan tidak akurat. sehingga berdasarkan hasil perbandingan dapat diketahui bahwa titik koordinat yang berada pada master clock dengan handphone memiliki deviasi yang kecil, maka dapat dinyatakan bahwa GPS sudah akurat. Jika saat pengujian terdapat perbedaan deviasi yang besar maka akan dilakukan pengujian kembali sampai mendapatkan hasil deviasi yang kecil agar master clock dapat dinyatakan akurat.

Pengujian ini dilakukan dengan menentukan dan membandingkan koordinat

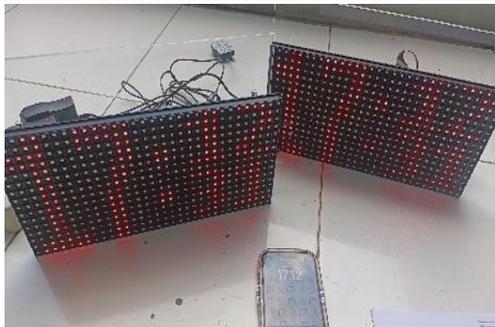
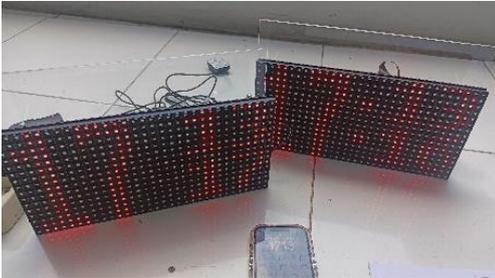
geografis. Koordinat geografis digunakan untuk menunjukkan suatu titik pada permukaan bumi berdasarkan dengan garis bujur (longitude) dan garis lintang (latitude). Longitude (Garis Bujur) adalah garis vertikal yang mengukur sudut antara suatu titik yang dilewati garis bujur 0° atau 360° pada permukaan bumi yaitu Greenwich. Latitude (Garis Lintang) adalah garis horizontal yang mengukur sudut antara suatu titik pada permukaan bumi dengan garis katulistiwa (Romauli B., 2018). Berdasarkan Tabel 4 titik koordinat longitude pada GPS master clock sebesar 3.535126 dengan titik koordinat latitude sebesar 98.639458 dengan keterangan deviasi kecil. Pada titik koordinat longitude pada GPS handphone sebesar 3.535122 dengan titik koordinat latitude sebesar 98.639453. dengan keterangan deviasi kecil. Hasil deviasi kecil memberikan keterangan bahwa GPS memberikan keterangan yang akurat.

Data yang dikirimkan oleh master clock akan lebih akurat jika terdapat antena eksternal GPS, hal ini karena antena eksternal akan menjadi cadangan ketika antena internal pada GPS tidak dapat mengakses informasi waktu ketika berada diruang tertutup. Antena eksternal memiliki kabel yang panjang sehingga dapat dengan mudah untuk diletakkan diluar ruangan. Titik koordinat pada master clock saat menggunakan antena eksternal tetap menampilkan titik koordinat dimana masterclock berada bukan mengikuti antena eksternal.

2. Perbandingan keakuratan GPS berdasarkan waktu yang sebenarnya

Hasil pengujian keakuratan GPS dilakukan dengan membandingkan waktu GPS dengan waktu yang berada di Handphone. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 5 Perbandingan Dalam Memberikan Waktu

Uji Coba	Parameter	Waktu yang diterima	Gambar Pengujian
GPS	kesamaan waktu yang diberikan	17.12	
Waktu Real			
GPS	Kesamaan waktu yang diberikan	17.13	
Waktu Real			

Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian keakuratan GPS dalam memberikan waktu, sehingga berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa waktu pada master clock dengan

waktu yang berada di handphone memiliki waktu yang sama artinya GPS dari master clock memberikan waktu yang akurat. Perbandingan ini dilakukan untuk dapat mengetahui apakah terjadi perbedaan antara waktu dari GPS master clock dengan waktu yang diterima oleh handphone. Pengujian ini dilakukan dengan menentukan dan membandingkan waktu yang diberikan GPS, hal ini karena GPS master clock menerima waktu dari satelit dalam bentuk Universal Time Coordination (UTC) yang memiliki perbedaan waktu dengan waktu Indonesia bagian barat (WIB) dengan perbedaan 7 jam. Berdasarkan Tabel 4.5 waktu yang diberikan pada pengujian pertama oleh master clock dengan GPS memberikan waktu yang sama yaitu menunjukkan waktu 17.12. Pada pengujian kedua oleh master clock dengan GPS memberikan waktu yang sama yaitu menunjukkan waktu 17.13. sehingga berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa waktu yang diberikan oleh master clock dengan handphone memiliki waktu yang sama.

Jika pada saat pengujian terdapat perbedaan antara waktu master clock dengan waktu handphone, maka dapat disimpulkan bahwa program pada master clock tidak dapat berjalan dengan baik. Program tersebut dikatakan tidak berjalan dengan baik karena GPS telah diprogram untuk menampilkan waktu yang sesuai dengan waktu Indonesia bagian barat (WIB) yang diprogram dengan menambahkan +7 dari waktu UTC yang diterima. Untuk memprogram kembali maka alat akan dihubungkan kembali ke laptop untuk melakukan perevisian serta mengupload kode program jika master clock masih memberikan waktu yang tidak akurat.

3. Perbandingan data yang diterima berdasarkan tempat

Perbandingan ini dilakukan untuk dapat mengetahui dan memastikan apakah terdapat perbedaan waktu yang diterima oleh rancangan sistem master clock dengan waktu yang sebenarnya, jika rancangan tersebut di tempatkan dilokasi yang berbeda.

Tabel 6 Pengujian Berdasarkan Lokasi

No	Lokasi	Waktu GPS	Waktu Real	Gambar Pengujian
1	Dalam Ruang	17.51	17.51	
2		17.53	17.53	

1	Luar Ruangan	17.38	17.38	
2		17.39	17.39	
1	Gedung Bertingkat	17.43	17.43	
2		17.44	17.44	
1	Ruang Terbuka	10.15	10.15	

2		10.18	10.18	
---	--	-------	-------	--

Tabel 6 merupakan hasil pengujian GPS berdasarkan penempatan lokasi, sehingga dapat diketahui bahwa tidak adanya perbedaan waktu berdasarkan peletakan master clock. Hal itu dikarenakan master clock memiliki modul RTC yang cara kerjanya menyimpan waktu, sehingga ketika master clock dan slave clock tidak dapat menerima waktu dari GPS maka RTC akan mengirimkan data yang disimpannya. Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan master clock pada 4 lokasi berbeda yaitu di luar ruangan, dalam ruangan, gedung bertingkat dan ruang terbuka. Berdasarkan Tabel 6 hasil yang didapatkan pada pengujian pertama dari master clock yang berada di dalam ruangan memiliki waktu yang sama dengan handphone yaitu menunjukkan waktu 17.51. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan handphone juga sama yaitu menunjukkan waktu 17.53. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, master clock tidak memberikan perbedaan waktu saat berada didalam ruangan.

Pada pengujian pertama dari master clock yang berada di luar ruangan memiliki waktu yang sama dengan handphone yaitu menunjukkan waktu 17.38. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan handphone juga sama yaitu menunjukkan waktu 17.39. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, master clock tidak memberikan perbedaan waktu saat berada diluar ruangan. Pada pengujian pertama dari master clock yang berada di gedung bertingkat memiliki waktu yang sama dengan handphone yaitu menunjukkan waktu 17.43. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan handphone juga sama yaitu menunjukkan waktu 17.44. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, master clock tidak memberikan perbedaan waktu saat berada di gedung bertingkat. Pada pengujian pertama dari master clock yang berada di ruang terbuka memiliki waktu yang sama dengan handphone yaitu menunjukkan waktu 10.15. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan handphone juga sama yaitu menunjukkan waktu 10.18. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, master clock tidak memberikan perbedaan waktu saat berada di ruang terbuka.

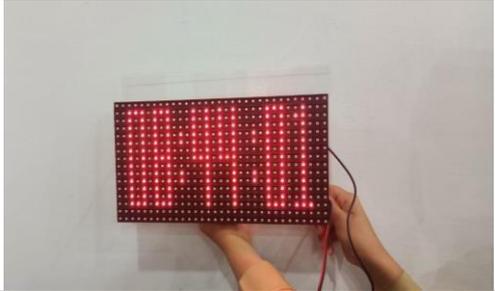
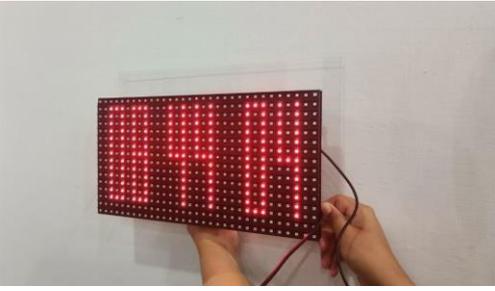
Tidak adanya perbedaan waktu yang diterima oleh master clock dengan handphone dikarenakan adanya modul RTC yang berfungsi untuk menyimpan waktu yang dikirimkan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 dari GPS. Waktu yang diberikan oleh RTC kepada mikrokontroler merupakan data waktu terakhir yang diterima oleh RTC. Modul ini akan tetap mengirimkan data waktu kepada NodeMCU ESP32 sampai baterai yang berada pada modul habis, baterai dapat bertahan pada waktu 50.000 jam sehingga ketika baterai pada modul habis maka display tidak dapat menampilkan waktu kembali sampai mendapatkan data informasi dari GPS atau baterai pada RTC diganti. Hal ini juga membuktikan bahwa program pada RTC telah berjalan dengan baik. Jika pada perancangan ini tidak menggunakan modul RTC maka ketika GPS tidak dapat mengirimkan waktu kepada mikrokontroler NodeMCU ESP32, masterclock tidak dapat menampilkan waktu karena

tidak adanya cadangan waktu yang diterima.

4. Perbandingan data yang diterima berdasarkan pembatas

Perbandingan ini dilakukan untuk dapat mengetahui dan memastikan apakah terdapat perbedaan waktu yang diterima oleh rancangan sistem master clock dengan slave clock ketika diberikan sebuah pembatas

Tabel 7 Pengujian Berdasarkan Pembatas

No	Pembatas	Master Clock	Slave Clock	Gambar Pengujian
1	Dinding Batu	08.44.01	08.44.01	
2		08.44.04	08.44.04	
1	Kaca	18.15.26	18.15.26	
2		18.16.09	18.16.09	

1	Kayu	08.31.49	08.31.49	
2		08.32.02	08.32.02	

Tabel 7 merupakan hasil dari pengujian GPS dengan adanya pembatas, sehingga berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan data waktu yang diterima oleh master clock dengan slave clock. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan 3 pembatas berbeda antara master clock dengan slave clock yaitu dinding batu, kaca, dan kayu. Berdasarkan Tabel 7 hasil yang didapatkan pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki pembatas dinding batu memberikan waktu yang sama yaitu menunjukkan waktu 08.44.01. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga sama yaitu menunjukkan waktu 08.44.04. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, pembatas antara master clock dengan slave clock tidak memberikan perbedaan waktu saat dibatasi oleh dinding batu.

Pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki pembatas kaca memberikan waktu yang sama yaitu menunjukkan waktu 18.15.26. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga sama yaitu menunjukkan waktu 18.16.09. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, pembatas antara master clock dengan slave clock tidak memberikan perbedaan waktu saat dibatasi oleh kaca. Pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki pembatas kayu memberikan waktu yang sama yaitu menunjukkan waktu 08.31.49. pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga sama yaitu menunjukkan waktu 08.32.02. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, pembatas antara master clock dengan slave clock tidak memberikan perbedaan waktu saat dibatasi oleh kayu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pengiriman Wi-Fi dari master clock dengan slave clock terdapat kendala. Pada dasarnya pengiriman data menggunakan Wi-Fi memberikan banyak keuntungan seperti kenyamanan dan fleksibilitas namun juga memberikan kekurangan seperti jangkauan terbatas dimana sinyal Wi-Fi terbatas oleh jarak dan hambatan fisik seperti dinding dan benda lainnya, gangguan sinyal dimana Wi-Fi bisa terganggu oleh perangkat lain yang menggunakan frekuensi yang sama,

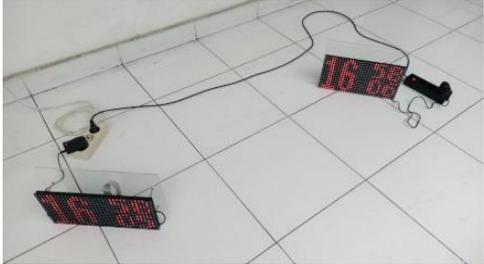
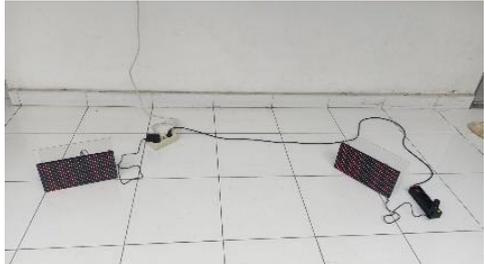
seperti telepon nirkabel, microwave, atau perangkat Bluetooth, serta keterlambatan dalam pengiriman data dapat terjadi pada jaringan Wi-Fi, terutama jika sinyal lemah atau ada banyak perangkat yang terhubung.

Pada pengiriman waktu dengan penggunaan Wi-Fi tentunya memiliki gangguan dan kendala hanya saja hal tersebut tidak dapat terlihat karena adanya cadangan dari RTC sendiri yang dapat membantu memberikan informasi waktu. Pengiriman data dapat dilakukan dengan kabel hanya saja sebagai pengembangan untuk menciptakan efisiensi maka digunakanlah tanpa kabel. Jika master clock dan slave clock tidak terhubung dalam satu jaringan yang telah dibuat oleh master clock sebagai access point maka slave clock tidak akan menerima waktu dari master clock. Pengiriman untuk pembaruan waktu dari master clock ke slave clock dilakukan setiap 30 detik sehingga waktu yang ditampilkan akan selalu terbarukan. Pada perancangan ini Wi-Fi dari master clock dengan slave clock telah diprogram agar dapat terhubung langsung setiap alat pertama kali dihidupkan sehingga tidak perlu melakukan pemasangan Wi-Fi kembali.

5. Perbandingan data yang diterima berdasarkan jarak

Perbandingan ini dilakukan untuk dapat mengetahui dan memastikan apakah terdapat perbedaan waktu yang diterima oleh rancangan sistem master clock dengan slave clock ketika terdapat jarak pada kedua rancangan tersebut.

Tabel 8 Pengujian Berdasarkan Jarak

No	Jarak	Waktu Master Clock	Waktu Slave Clock	Gambar Pengujian
1	1 m	16:58:06	16:58:05	
2		16:59:17	16:59:16	

1	2 m	17:04:21	17:04:20	
2		17:02:53	17:02:52	
1	3 m	17:08:27	17:08:26	
2		17:04:21	17:04:20	

Tabel 8 merupakan hasil dari pengujian master clock dan slave clock dengan memberikan jarak pada kedua alat. Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan detik pada slave clock, hal itu dikarenakan pengiriman data pada master clock menggunakan jaringan wifi yang tentunya membutuhkan waktu dalam mengirimkan informasi kepada modul, sehingga semakin jauh jarak antara kedua alat, maka akan semakin lama juga jeda waktu yang diberikan. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan 3 ketentuan jarak yang berbeda antara master clock dengan slave clock yaitu 1 meter, 2 meter dan 3 meter. Berdasarkan Tabel 8 hasil yang didapatkan pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki jarak sejauh 1 meter memberikan waktu yang berbeda yaitu pada master clock menunjukkan waktu 16:58:06 sedangkan waktu pada slave clock menunjukkan waktu 16:58:05. Pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga berbeda yaitu pada master clock menunjukkan waktu 16:59:17 sedangkan pada slave clock menunjukkan waktu

16:59:16. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, dengan adanya jarak sejauh 1 meter dapat memberikan perbedaan waktu antara master clock dengan slave clock.

pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki master clock menunjukkan waktu 17:04:21 sedangkan waktu pada slave clock menunjukkan jarak sejauh 2 meter memberikan waktu yang berbeda yaitu pada waktu 17:04:20. Pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga berbeda yaitu pada master clock menunjukkan waktu 17:02:53 sedangkan pada slave clock menunjukkan waktu 17:02:52. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, dengan adanya jarak sejauh 2 meter dapat memberikan perbedaan waktu antara master clock dengan slave clock. pada pengujian pertama dari master clock dengan slave clock yang memiliki jarak sejauh 3 meter memberikan waktu yang berbeda yaitu pada master clock menunjukkan waktu 17:08:27 sedangkan waktu pada slave clock menunjukkan waktu 17:08:26. Pada pengujian kedua waktu yang diberikan antara master clock dengan slave clock juga berbeda yaitu pada master clock menunjukkan waktu 17:04:21 sedangkan pada slave clock menunjukkan waktu 17:04:20. sehingga berdasarkan hasil pengujian tersebut, dengan adanya jarak sejauh 3 meter dapat memberikan perbedaan waktu antara master clock dengan slave clock.

Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan dengan memberikan jarak antar master clock dengan slave clock dapat diketahui bahwa terjadi keterlambatan selama 1 detik. keterlambatan dalam pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi dapat disebabkan oleh beberapa faktor teknis dan jaringan yang saling berkaitan, yaitu :

1. Jarak dan Propagasi : jarak fisik antara perangkat dan router, serta latensi propagasi sinyal, dapat menyebabkan penundaan. Meskipun sinyal radio bergerak dengan kecepatan sangat tinggi, faktor lain dapat memperlambat prosesnya.
2. Pengolahan Data: pengolahan data di router atau perangkat juga bisa menambah keterlambatan, jika router atau perangkat memiliki kapasitas pemrosesan yang terbatas.
3. Penghalang Fisik: dinding, furnitur, dan struktur bangunan lainnya dapat menghalangi sinyal Wi-Fi, mengurangi kekuatan sinyal dan meningkatkan keterlambatan.
4. Jumlah Perangkat Terhubung: jika banyak perangkat terhubung ke jaringan Wi-Fi yang sama, bandwidth bisa terbelah, dan kecepatan data untuk masing- masing perangkat bisa menurun, menyebabkan delay.
5. Sinyal Lemah: jarak yang jauh atau posisi yang buruk relatif terhadap router dapat menyebabkan sinyal Wi-Fi lemah, yang mengakibatkan penurunan kecepatan dan peningkatan keterlambatan.

Data yang diterima oleh slave clock tidak dapat diback-up dengan waktu yang berada di RTC. Hal itu dikarenakan waktu yang dikirimkan dari master clock kepada slave clock memiliki peran penting dalam memberikan waktu dan sebagai data yang akan disimpan oleh RTC. Hasil dari pengujian ini bukan menunjukkan adanya kegagalan dari program namun menunjukkan bahwa dengan adanya jarak yang diberikan antar master clock dengan slave clock dapat mempengaruhi waktu yang diterima. Waktu pada slave clock dapat dimungkinkan tidak terjadi keterlambatan jika pada saat pembaruan waktu yang dilakukan setiap 30 detik tidak terdapat hambatan dan sinyal pengiriman dapat dikirim dengan cepat.

Evaluasi

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa master clock dan slave clock dapat bekerja dengan baik, namun dengan beberapa kondisi yaitu :

1. Master clock memerlukan antena eksternal ketika alat berada didalam ruangan, dimana

antena tersebut harus diletakkan diluar ruangan agar data yang diberikan dapat akurat. Jika master clock tidak menggunakan antena eksternal maka data yang dikirimkan akan tetap ada hanya saja waktu yang diberikan tidak cukup akurat dan tidak menampilkan titik koordinat.

2. waktu yang diterima oleh slave clock memiliki jeda waktu 1 detik karena pengiriman data yang menggunakan jaringan Wi-Fi, keterlambatan tersebut diakibatkan karena adanya proses pengiriman yang terjadi sehingga untuk mendapatkan kesamaan waktu saat pembaruan setiap 30 detik tergantung pada kecepatan master clock dalam mengirimkan data.
3. RTC akan menyimpan waktu dan mengirimkan cadangan data terakhir yang diterima ketika master clock tidak dapat menerima waktu dari GPS, modul akan tetap memberikan informasi waktu sampai baterai pada RTC habis, namun data yang diterima bukan data yang terbaru karena merupakan data terakhir yang diterima oleh RTC.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan penelitian dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk merancang sebuah sistem master clock dengan menggunakan GPS diperlukan komponen seperti GPS Neo6M dan GPS Eksternal yang akan menerima waktu, RTC yang akan menyimpan waktu, NodeMCU ESP32 yang akan menjadi controller, LED P10 yang akan menjadi display, dan stepdown LM2596 yang akan menstabilkan tegangan yang masuk.
2. Adapun cara kerja sistem master clock yaitu dengan menerima waktu yang dipancarkan oleh satelit sehingga tidak menggunakan jaringan internet dan pengiriman waktu kepada slave clock dilakukan secara wireless sehingga master clock dan slave clock dapat berfungsi menampilkan dan memberikan waktu yang efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- AKTIVITAS JARINGAN TELEKOMUNIKASI. Jurnal Penelitian Pos dan Informatika.
Arief S., G. D. (2022). INTERNET OF THINGS. Karimah Tauhid, Vol 1, No. 6. Atmel. (2008). Belajar Sendiri Elektronika . Yayasan PUIL.
Deddy Ackbar Rianto, S. A. (2015). Perancangan Aplikasi. Jurnal Ilmiah Media SISFO Vol.9 No.2.
Iswanto. (2019). PENTINGNYA SINKRONISASI WAKTU PADA JARINGAN Jogjarobotika. (2024, Maret 30). Modul led Matrix / Running text p10. Retrieved from www.jogjarobotika.com
Junaedi, D. (2019). Desain Pembelajaran Model ADDIE. pp.1-14. Kolban, N. (2016). Kolban's Books on ESP8266 and ESP32.
KOMPUTER. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, p.1.
Mashuri, C. (2017). Rancang Bangun Master Clock dengan Sinkronisasi GPS Berbasis Arduino. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
Mullins, K. (2014). Good IDEA: Instructional Design Model for Integrating Information Literacy. Journal of Academic Librarianship.
Primananda R, P. B. (2021). Implementasi Metode Sinkronisasi Waktu Reference Broadcast Synchronization Menggunakan Media Komunikasi Bluetooth Low Energy. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.
Putra, Y. N. (2011). Rancangan Master Slave Clock Menggunakan Antenna GPS dengan Tampilan Dotmatrix Berbasis Mikrokontroler AT89S51 di Bandara Juanda Surabaya. Akademi Teknik

- dan Keselamatan Surabaya.
- Putri Saraswati, M. K. (2017). Analisis dan Kontrol Optimal Sistem Gerak Satelit Menggunakan Prinsip Minimum Pontryagin. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol.6, No.2.
- Rahman, B. S. (2019). Analisis Kinerja Pelayanan Surat-Menyurat Berbasis Web di PGRI Kabupaten Bogor. *IKRA-ITH Informatika*, Vol.3 No.1, 1-12.
- Rahmatia K., S. S. (2016). Pentingnya Penggunaan Jaringan Wi-Fi dalam Memenuhi Kebutuhan Informasi Pemustaka pada Kantor Perpustakaan dan Kearsipan daerah kota tiidore kepulauan. *Acta Diurna*, Volume V. No.2.
- Rayhan, G. (2018). SINKRONISASI WAKTU KOMUNIKASI MENGGUNAKAN WEIGHTED ROUND-ROBIN PADA SENSOR PLATFORM TERDISTRIBUSI DAN SMARTPHONE GATEWAY
- Riyan H., H. P. (Juni-September 2019). Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (RFID). *INDEPT*, Vol. 8, No.2.
- Romauli B., A. S. (2018). Penentuan Luas Wilayah Kabupaten dan Kota di Provinsi Sulawesi Tengah Menggunakan Metode Poligon dengan Bantuan Google Earth. *Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika* Vol. 3, No.1, pp. 09-22.
- Romney, M. B. (2015). Sistem Informasi AKuntansi. Edisi 13. Alih Bahasa: Kikin Sakinah Nur Safira dan Novita Puspasari, 2.
- Setiawan, A. B. (2015). KAJIAN LITERATUR SINKRONISASI WAKTU DENGAN NETWORK TIME PROTOCOL UNTUK PEMANTAUAN
- Setiyo, D. B. (2017). Rancangan Penunjuk Waktu Atom Menggunakan GPS (Global Positioning System) Dan NTP (Network Time Protocol) sebagai Analisa Perbandingan Keakuratan Waktu. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan*, p.1-4.
- Universitas Diponegoro Jurusan Teknik Elektro, p.1.
- UNTUK MONITORING LINGKUNGAN. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, p.11.
- Zahra A. A, B. T. (2017). MOBILE TRACKING GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM) MELALUI MEDIA SMS (SHORT MESSAGE SERVICE).