

Laporan Proyek
Rancang Bangun Alat Perekam Getar Berbasis IoT



Disusun oleh : Rendy Ramadhana Wahyudi, S.Si
Supervisor : Prof. Dr. rer. nat. Yudi Rosandi, S.Si., M.Si

Universitas Padjadjaran
Departemen Geofisika
2023

Daftar Pustaka

Daftar Pustaka	2
Latar Belakang	3
Tujuan	3
Alat dan fungsi	4
Metode	4
1.1 Kerangka Kerja Alat	4
1.2 Desain Perangkat Keras	5
1.3 Desain Perangkat Lunak	7
1.3.1 Akuisisi menggunakan IC ADS1232.	7
1.3.2 Komunikasi node sensor dengan hub sensor.	10
Hasil	12
1.2 Implementasi Perangkat Keras	12
1.4 Uji Coba Koneksi	16
Simpulan dan saran	17

Latar Belakang

Upaya pengaplikasian multivariabel sensor secara sporadic di daerah rawan bencana memerlukan keandalan alat dalam pengaplikasiannya, terlebih dengan digunakannya beberapa sensor di lapangan, maka alat perlu dibuat praktis dan efisien. Pengimplementasian konsep *Internet of Things* menjadi suatu solusi konkret yang dapat diterapkan dalam pengembangan sistem instrumentasi yang diharapkan.

Wireless Sensor Network dibangun dengan menggunakan papan mikrokontroler yang mampu melakukan komunikasi secara nirkabel, memiliki I/O untuk sensor, modul pendukung, dan hemat daya. Kriteria tersebut sekiranya perlu diupayakan agar mencapai suatu karakter instrument yang ideal.

Penggunaan chip ESP sejatinya dipilih karena mempunyai kemampuan komunikasi via WIFI yang andal baik dari segi perangkat keras dan lunaknya. Chip ESP tertentu juga memiliki konsumsi daya yang rendah sehingga dapat awet saat diaplikasikan secara nirkabel di lapangan.

Node sensor yang dibangun menggunakan ESP selanjutnya akan berkomunikasi dengan hub yang ditempatkan di suatu titik strategis dimana pancaran sinyal dapat merambat secara optimal. Hub tersebut berikutnya akan berkomunikasi dengan server HPC di wilayah kampus UNPAD Jatiningor untuk dilakukan analisa lebih lanjut.

Pengembangan WSN berbasis IoT ini diharapkan dapat diaplikasikan di daerah rawan bencana untuk meningkatkan kesiagaan dan kewaspadaan kepada masyarakat dan pihak regulator setempat sehingga diharapkan akan dapat mengurangi dampak kerugian akibat bencana yang bisa terjadi tanpa diketahui sebelumnya.

Tujuan

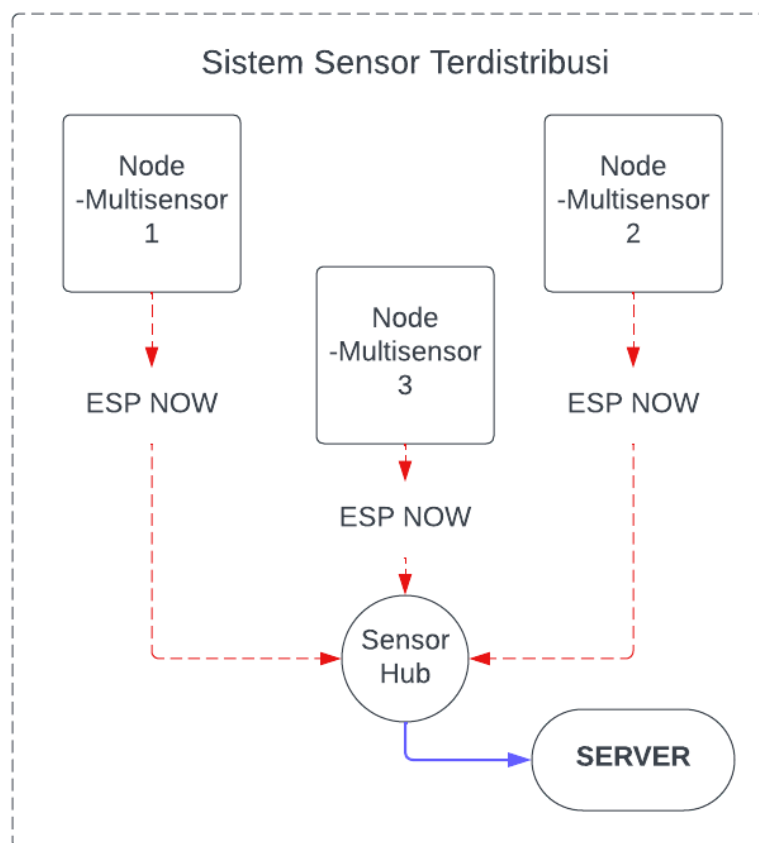
- 1.1 Pengaplikasian IC ADC eksternal yaitu ADS1232 24-bit.
- 1.2 Diketahui jarak optimum papan Wemos menggunakan antenna WIFI 2.4 Ghz eksternal.

Alat dan fungsi

1. Wemos D1 mini pro, sebagai mikrokontroler sistem alat.
2. ADS1232 24-bit, sebagai alat konversi sinyal analog ke sinyal digital.
3. SM-4 10 Hz Geophone., sebagai sensor untuk mengukur dan mendeteksi getar tanah.
4. Kabel jumper, sebagai penyalur arus listrik untuk sambungan antar alat.
5. Kabel USB, sebagai media komunikasi mikrokontroler dengan PC.

Metode

1.1 Kerangka Kerja Alat

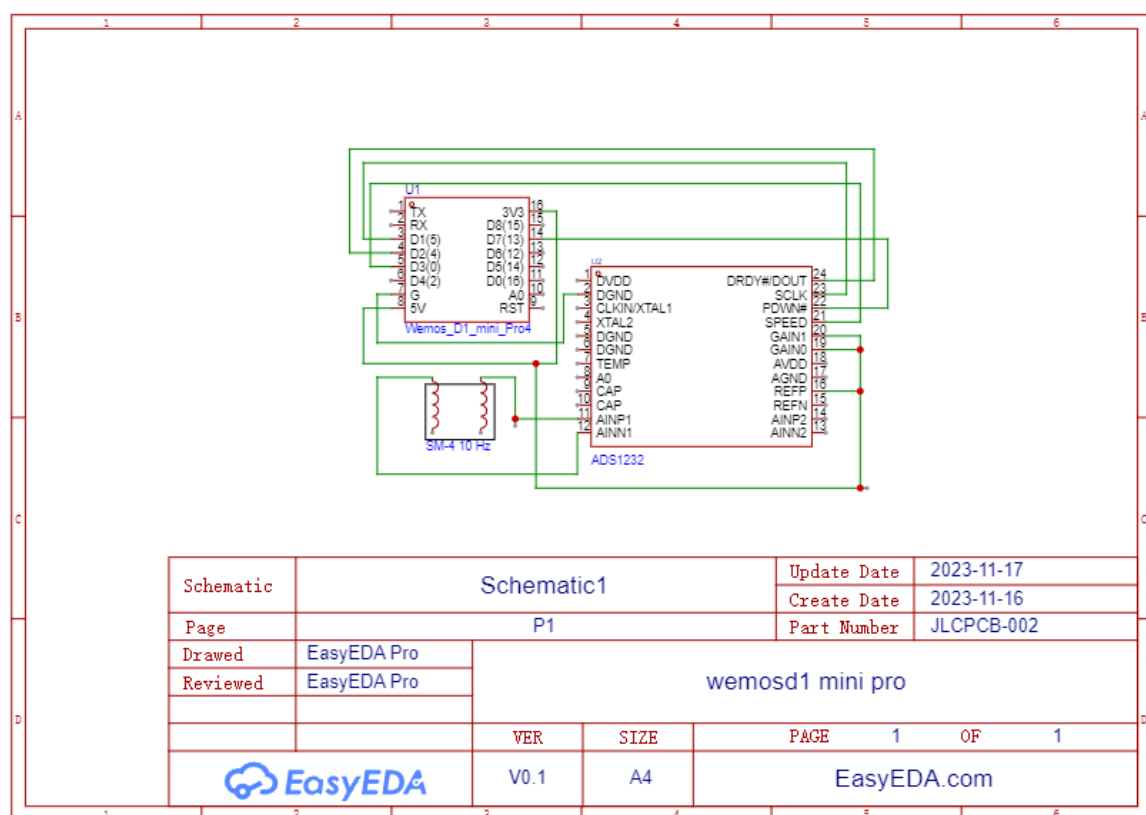


Gambar 1. Kerangka kerja komunikasi node sensor dengan hub sensor.

Gambar 1 dapat menguraikan bahwa komunikasi yang dibangun menggunakan bantuan teknologi WIFI, karena papan Wemos dibangun diatas chip ESP8266 maka protokol

ESP NOW dapat diaplikasikan untuk melakukan komunikasi. Node sensor yang diletakan secara terdistribusi pada daerah pengukuran akan mengirimkan data ke hub sensor yang berlokasi pada area terbuka dengan kemampuan antenna yang lebih andal sehingga jangkauan lebih luas. Selanjutnya untuk transmisi lebih jauh yaitu dari lokasi pengukuran ke server terjadi melalui komunikasi antara hub sensor dengan server.

1.2 Desain Perangkat Keras



Gambar 2. Skematik sambungan papan Wemos, IC ADS1232, dan sensor geofon SM-4 10 Hz.

Skematik dari pengembangan alat seperti dapat dilihat pada Gambar 2. Komunikasi antara periferan pada papan Wemos dan IC ADS1232 dibangun berdasarkan konsep komunikasi I2C. Secara umum, komunikasi ini melibatkan beberapa sinyal yang bekerja secara berkesinambungan. Dalam konteks ini, periferan memerlukan sinyal clock sebagai referensi waktu yang dapat dipahami oleh IC ADS1232. Sinyal clock ini penting untuk proses kalibrasi dan pengiriman data hasil konversi 24 bit oleh IC ADS1232. Dengan mengandalkan

prinsip-prinsip komunikasi I2C, papan Wemos dan IC ADS1232 dapat berinteraksi secara efisien, memungkinkan pertukaran informasi yang akurat dan stabil antara keduanya.



Gambar 3. Antena WIFI 2.4 GHz

Antena eksternal (Gambar 3) dihubungkan ke papan wemos untuk memberikan daya pancar lebih dan kestabilan pada sinyal. Antena yang digunakan berjenis omnidirectional dengan konektor SMA. antena WIFI ini mudah ditemukan dipasaran karena digunakan pada perangkat elektronik yang umum seperti pada router WIFI.

1.3 Desain Perangkat Lunak

1.3.1 Akuisisi menggunakan IC ADS1232.

```
void ads1232::init(byte pin_DOUT, byte pin_SCLK, byte pin_PDWN, byte pin_SPEED){  
    _pin_DOUT = pin_DOUT;  
    _pin_SCLK = pin_SCLK;  
    _pin_PDWN = pin_PDWN;  
    _pin_SPEED = pin_SPEED;  
  
    pinMode(_pin_DOUT, DOUT_MODE);  
    pinMode(_pin_SCLK, OUTPUT);  
    pinMode(_pin_PDWN, OUTPUT);  
    pinMode(_pin_SPEED, OUTPUT);  
  
    power_up();  
}
```

Listing 1 Inisiasi pin pada AC ADS1232.

Program listing 1 ini bertujuan untuk mengkonfigurasi mode pin pada papan Wemos. Tiga pin, yakni SCLK, PDWN, dan SPEED, diatur sebagai output. SCLK perlu diberi pulsa agar dapat menyediakan sinyal clock yang diperlukan oleh IC ADS1232. PDWN diatur dalam keadaan HIGH saat ADS beroperasi dan diberi keadaan LOW untuk memasuki mode tidur. Sedangkan, SPEED diatur tinggi untuk mengatur sampling sebanyak 80 SPS (samples per second) dan rendah untuk 10 SPS. Pin DOUT diatur sebagai input karena akan digunakan untuk menerima hasil konversi sebanyak 24 bit. Melalui konfigurasi ini, program memastikan pin-pin yang terlibat dalam operasi dengan IC ADS1232 terkendali sesuai dengan kebutuhan, memungkinkan penggunaan sensor tersebut sesuai dengan parameter dan mode yang diinginkan.

```

int32_t ads1232::initiateOffsetCalibration() {
    digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH); //proses kalibrasi
    delayMicroseconds(1);
    digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

    digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH);
    delayMicroseconds(1);
    digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

    digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH);
    delayMicroseconds(1);
    digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

    digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH);
    delayMicroseconds(1);
    digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

    digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH);
    delayMicroseconds(1);
    digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

    //tunggu hingga kalibrasi selesai
    uint32_t calibrationTimeout = 10130; //maksimal 101.29 ms untuk 80 SPS
    uint32_t startTime = millis();

    while (digitalRead(_pin_DOUT) != LOW && (millis() - startTime) < calibrationTimeout) {
        delayMicroseconds(1);
    }

    if ((millis() - startTime) >= calibrationTimeout) {
        return -1;
    }
    return 0;
}

```

Listing 2. Program kalibrasi IC ADS1232

Kalibrasi offset dapat dimulai kapan saja untuk menghilangkan kesalahan offset pada ADS123x. Sebagaimana pada Listing 2, untuk memulai kalibrasi offset, lakukan setidaknya dua SCLK tambahan setelah mendapatkan 24 bit data. Pada SCLK ke-25, DRDY/DOUT menjadi tinggi. Sisi jatuh SCLK ke-26 memulai siklus kalibrasi. Pulsa SCLK tambahan dapat dikirim setelah SCLK ke-26; namun, sebaiknya meminimalkan aktivitas pada SCLK selama kalibrasi offset untuk hasil terbaik. Pin input analog terputus di dalam ADC, dan sinyal yang sesuai diterapkan secara internal untuk melakukan kalibrasi.

Setelah kalibrasi selesai, DRDY/DOUT menjadi rendah, menunjukkan ketersediaan data baru. Konversi pertama setelah kalibrasi sepenuhnya stabil dan valid untuk digunakan. Durasi kalibrasi offset sama persis dengan waktu yang ditentukan pada (t8) segera setelah sisi jatuh SCLK ke-26.

```
int32_t ads1232::read() {

    if (initiateOffsetCalibration() == -1) {
        return -1;
    }

    uint16_t wait_millis=100;
    uint32_t data=0;

    for (; data < wait_millis && digitalRead(_pin_DOUT) != LOW; delay(1), data++);
    if (data == wait_millis) {return -1;} // timeout

    data = 0;
    for (uint8_t i = 0; i < 24; i++) {
        digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH); // clock out next data bit
        data <<= 1;
        data |= digitalRead(_pin_DOUT);
        digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);
    }

    if (data & 0x00800000) data |= 0xFF000000;
```

```

digitalWrite(_pin_SCLK, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(_pin_SCLK, LOW);

return data;
}

```

Listing 3. Program pembacaan data dari IC ADS1232.

Program Listing 3 di atas digunakan untuk membaca hasil konversi dari IC ADS1232. Apabila kalibrasi telah sukses dijalankan, program melanjutkan dengan memposisikan DOUT sebagai LOW pada rentan waktu tertentu. Pembacaan 24 bit data dilakukan dengan melakukan iterasi sebanyak 24 kali dengan mengatur pulsa SCLK ke HIGH dan LOW secara simultan, hasil pembacaan akan disimpan pada variabel data.

1.3.2 Komunikasi node sensor dengan hub sensor.

```

typedef struct body_message {
uint8_t msgtype; // this must be the first field
uint8_t dID; // data ID (for checking)
uint8_t length; // length of this chunk
uint8_t chunk; // chunk sequence number
uint16_t checksum; // reserved for checksum
uint16_t data[CHUNKSIZE];
};

typedef struct head_message {
uint8_t msgtype; // this must be the first field
uint8_t dID; // data ID (for checking)
size_t length; // total data length
uint8_t dtype; // type of data
uint16_t tsample; // the sampling period, i.e. the length of sample time

```

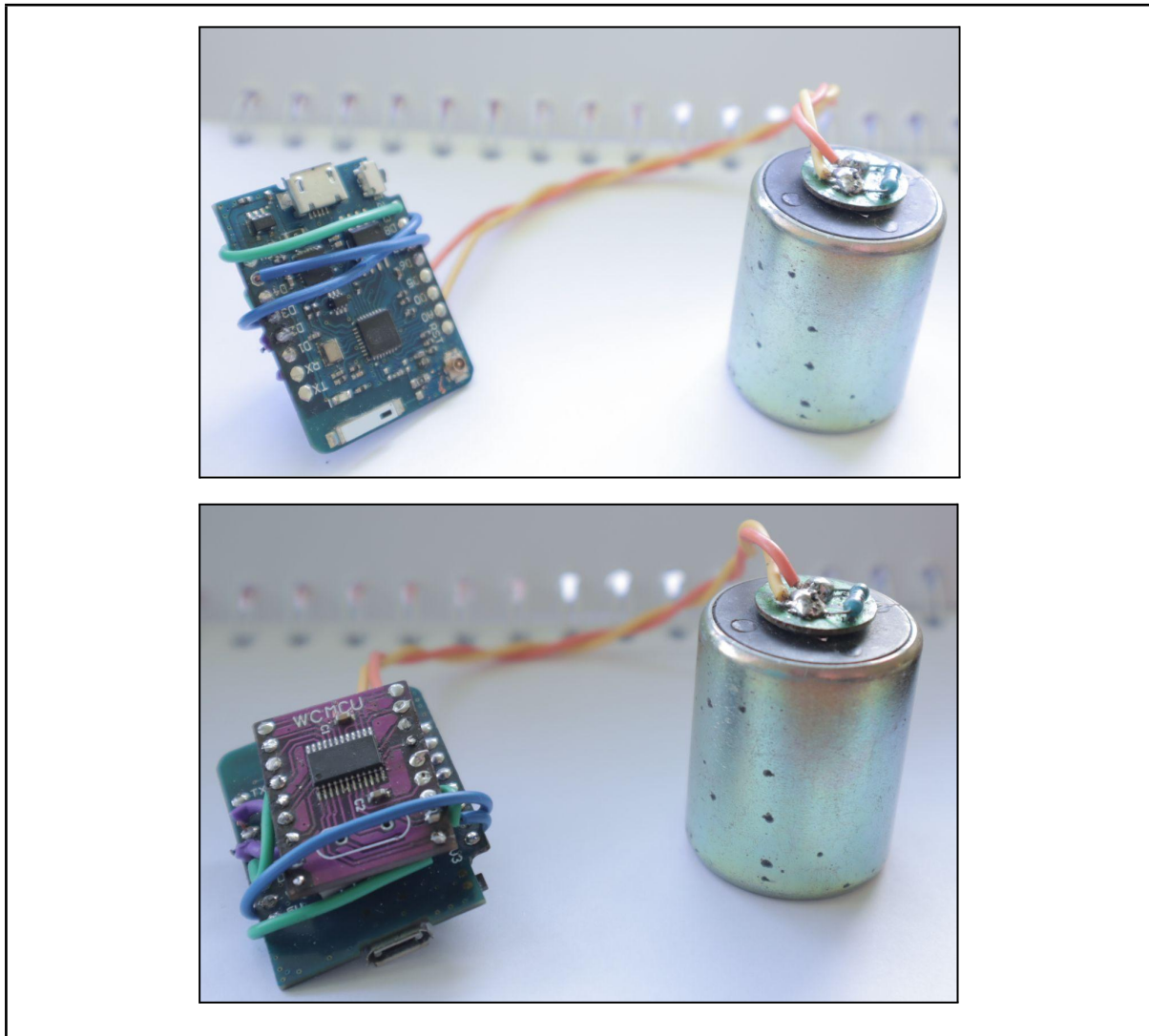
```
double timestamp;  
};
```

Listing 4. Struktur data yang digunakan node sensor dan hub sensor.

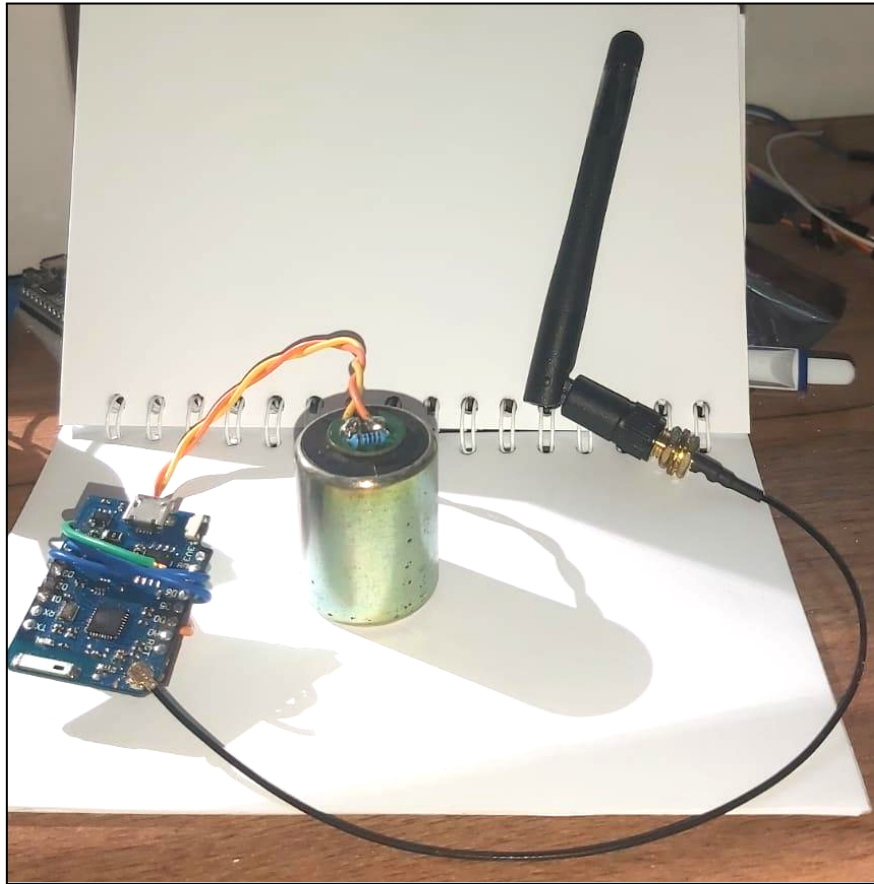
Program Listing 4 diatas digunakan untuk membuat struktur data yang akan dikirim melalui protokol ESP NOW. Struktur data dibedakan menjadi 2 bagian secara besar yaitu bagian kepala dan badan data. Struktur badan atau *body_message* memuat informasi data yaitu data keluaran dari IC ADS1232, panjang data, ID node sensor dan seterusnya, sedangkan struktur kepala atau *head_message* terdiri atas tipe data, waktu dan seterusnya.

Hasil

1.2 Implementasi Perangkat Keras



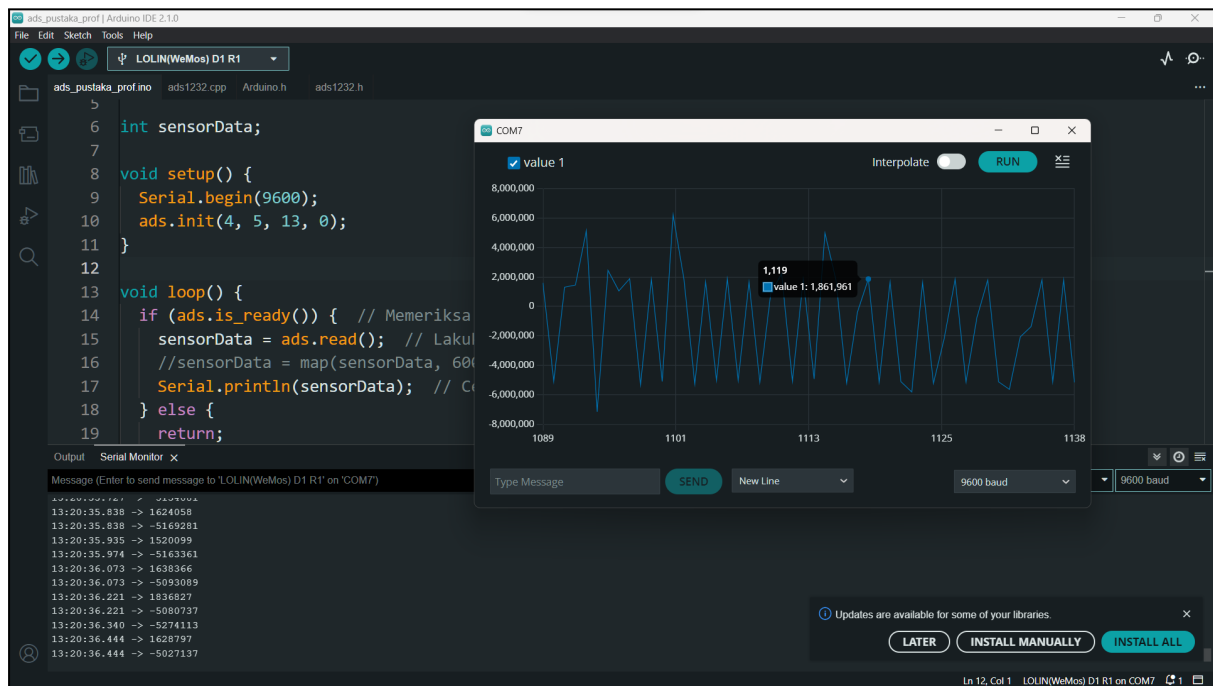
Gambar 4. Hasil soldering Wemos, IC ADS1232, dan Geofon SM-4 10 Hz.



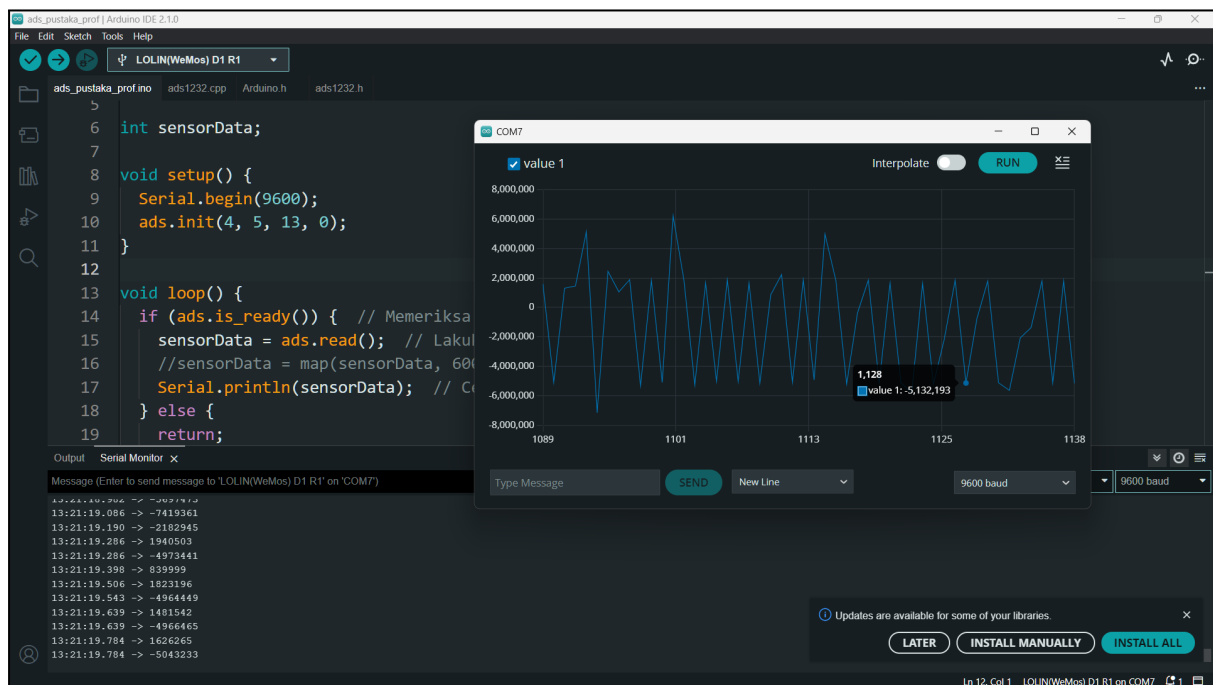
Gambar 5. Wemos D1 mini pro menggunakan antenna eksternal.

Papan wemos pada Gambar 4 dan Gambar 5 telah melalui tahap soldering dan saling terikat menempel dengan IC ADS1232. Hasil integrasi alat secara langsung memperlihatkan bentuk yang kecil dan sangat ringkas. Antena eksternal 2.4 GHz dipasang dengan menyambungkan antenna ke ufl konektor papan Wemos.

1.3 Implementasi Perangkat Lunak



Gambar 6. Scale atas dari bacaan.



Gambar 7. Scale bawah dari bacaan.

Gambar 6 dan Gambar 7 diatas merupakan gambaran hasil konversi IC ADS1232. Kondisi saat nilai bacaan tersebut diambil pada saat tidak ada gangguan yang mempengaruhi keadaan sensor geofon. Sensitivitas dapat diketahui dengan menghitung rentan nilai sinyal analog dan digitalnya. Diketahui sinyal yang diberikan adalah 3.3 volt, adapun nilai badan digital maksimal seperti tertampil pada Gambar 6 sebesar 1.816.916 dan nilai digital minimal seperti tertampil Gambar 7 sebesar -5.132.193. Sehingga ;

Diketahui :

$$D_{max} = 1.816.916$$

$$D_{min} = - 5.132.193$$

$$V_{digital} = \frac{output\ digital}{16777215} \times V_{ref}$$

$$V_{max} = \frac{1816916}{16777215} \times 3.3 = 0.33\ volt$$

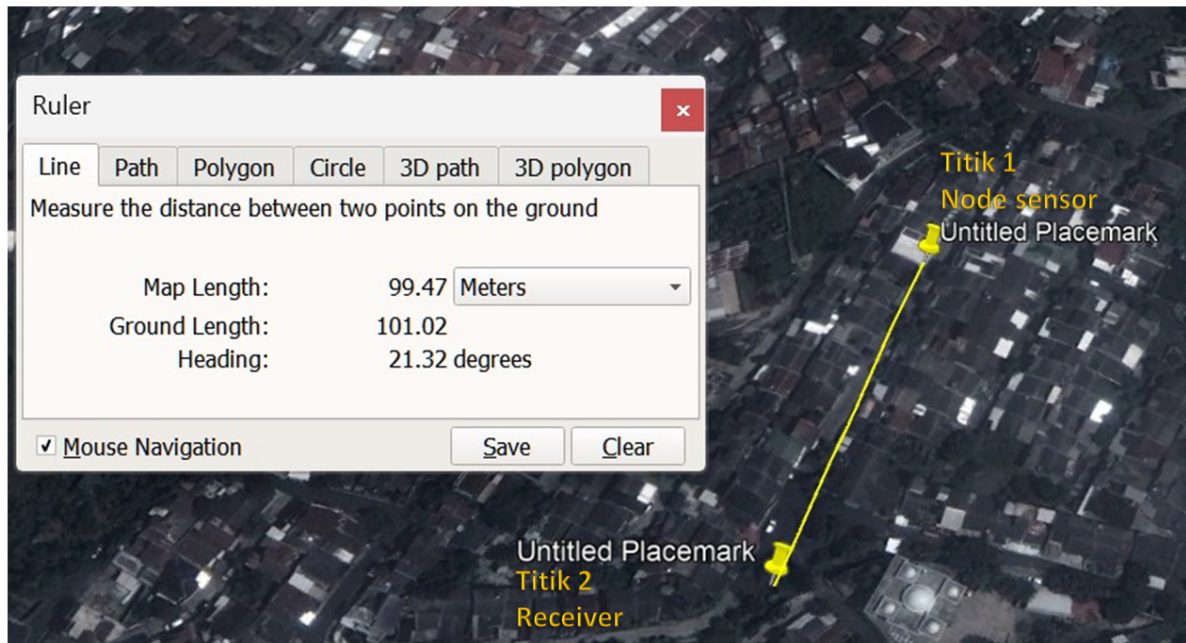
$$V_{min} = \frac{5132193}{16777215} \times 3.3 = 0.98\ volt$$

$$Sensitivitas = \frac{V_{max} - V_{min}}{D_{max} - D_{min}}$$

$$Sensitivitas = \frac{0.33 - 0.98}{1.816.916 - (-5.132.193)}$$

$$Sensitivitas \approx 9,353 \times 10^{-8}\ volt/step$$

1.4 Uji Coba Koneksi



Gambar 8. Uji coba komunikasi alat dengan menghitung jarak tempuh sinyal efektif.

Uji coba jarak komunikasi dilakukan pada daerah perumahan (Gambar 8). Node sensor yaitu wemos yang dilengkapi dengan antenna WIFI 2.4 Ghz disimpan di titik 1, sedangkan receiver yang memiliki komposisi alat yang sama dan terhubung ke PC terus bergerak untuk memperoleh jarak optimum yaitu di titik 2. Keadaan wilayah memiliki kemiringan lereng yang cukup besar.

Kemampuan komunikasi diukur dengan memonitoring PC yang menampilkan pesan yang dikirim oleh node sensor, selagi pesan masih dapat diterima, receiver akan terus bergerak menjauh sampai didapatkan suatu titik paling maksimal sebelum pesan tidak diterima lagi. Titik maksimal tersebut tertampil pada selanjutnya diberi label titik 2, jarak antara titik 1 dan titik 2 merupakan titik maksimal komunikasi dapat terjalin kurang lebih sejauh ± 99.47 meter.

Simpulan dan Saran

Purwarupa alat masih tahap pengembangan, dari pembacaan konversi dari IC ADC dan juga penggunaan antenna masih memerlukan tahap optimalisasi dan pengujian lanjutan. Dari kegiatan yang telah dilakukan, IC ADS masih perlu pengaturan lebih jauh lagi agar hasil benar benar optimal, pembacaan saat ini didapat hasil sensitivitas $9,353 \times 10^{-8} \text{ volt/step}$, sedangkan sensitivitas ideal saja apabila $\frac{V_{ref}}{\text{Digital 24 bit}} = \frac{3.3}{16777215} = 1,966 \times 10^{-7} \text{ volt/step}$, sehingga penggunaan IC ADS1232 masih perlu dikoreksi dan ditemukan letak kekeliruannya. Penggunaan antenna pun perlu dikaji lebih jauh agar memperoleh jangkauan dan stabilitas sinyal paling baik mengingat penyimpanan alat akan dilakukan di tebing dengan jarak antara node sensor dengan hub sensor cukup jauh, belum lagi noise noise selama sinyal merambat yang belum diperhitungkan.

Saran agar penelitian pembuatan alat ini lebih baik adalah sebagai berikut :

1. Melakukan simulasi skematik sebelum masuk ke tahap soldering untuk melihat apakah rangkaian benar benar bekerja secara teori.
2. Melakukan kajian lebih parameter di lapangan seperti jarak, potensi objek pengganggu rambat sinyal dll, untuk menentukan spesifikasi antenna yang paling tepat.