

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEMIRINGAN
GEDUNG MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS
ARDUINO NANO**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Oleh :

RESA AHLIANA NURJANAH

NIM : 1908026006

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Resa Ahliana Nurjanah

NIM :1908026006

Program Studi : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**"RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEMIRINGAN
GEDUNG MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK
BERBASIS ARDUINO NANO"**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 26 Juni 2023



Resa Ahliana Nurjanah

NIM. 1908026006

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Nano**

Nama : Resa Ahliana Nurjanah

NIM : 1908026006

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 27 Juni 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua

Sekretaris

Agus Sudarmanto, M.Si.

Hartono, M.Sc.

NIP.197708232009121001

NIP.1940092420190310006

Penguji I

Penguji II

Irman Said Prastyo, M.Si.

M. Zaatul Faqih, M.Pd.

NIP.199112282019031009

NIP.19630202016011901

Pembimbing I

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP.197708232009121001

NOTA DINAS

Semarang, 26 Juni 2023

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Nano
Nama : Resa Ahliana Nurjanah
NIM : 1908026006
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si.
NIP : 197708232009121001

ABSTRAK

Kemiringan sebuah gedung dapat menjadi masalah serius yang berpotensi fatal jika tidak ditangani secara tepat sejak awal. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun alat pendeteksi kemiringan gedung yang dapat digunakan secara portable sehingga dapat mudah digunakan dimana saja. Metodologi penelitian ini meliputi studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan *software*, pengujian dan pengambilan data, menganalisis data, dan pembuatan laporan. Hasil pengujian sensor ultrasonik untuk jarak X diperoleh nilai akurasi sebesar 98,89 % dan didapatkan kesalahan relatif atau error sebesar 1,11 %. Sedangkan hasil pengujian dari sensor ultrasonik untuk jarak Y diperoleh nilai akurasi 97,46 % dan kesalahan relatif sebesar 2,54 %. Kemudian untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 1 diperoleh nilai akurasi sebesar 99,04 % dan kesalahan relatifnya sebesar 0,96 %. Untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 2 diperoleh nilai akurasi sebesar 99,8896 % dan kesalahan relatifnya sebesar 0,1104 % dan untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 3 diperoleh nilai akurasi sebesar 99,838 % dan kesalahan relatifnya sebesar 0,1612 %. Alat penelitian ini mampu menampilkan data melalui OLED secara *realtime*.

Kata Kunci : Gedung, Sudut Kemiringan, Jarak

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta hidaya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **“RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEMIRINGAN GEDUNG MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO NANO”**. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, semoga mendapat syafa’at di hari akhir kelak.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi yang disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan memperoleh gelar Sarjana sains dalam Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang ini banyak mendapatkan dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Bapak Agus Sudarmanto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas

Islam Negeri Walisongo Semarang sekaligus pembimbing.

4. Bapak Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. selaku Sekertaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Bapak Hartono, M.Sc. selaku Wali Dosen yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga sampai penyelesaian skripsi.
6. Segenap Dosen, Pegawai, dan Civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Bapak Jaedi dan Ibu Daruci, selaku orang tua penulis. yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil yang tiada henti kepada penulis.
8. Rodi dan Kiki, selaku saudara penulis yang memeberikan dukungan dan doa kepada penulis.
9. Sahabat penulis, Indra Lesmana yang selalu memberikan dukungan, semangat dan menjadi tempat keluh kesah penulis.
10. Teman-teman Program Studi Fisika Angkatan 2019 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah menjadi teman dan saling membantu.

11. Semua pihak yang terlibat yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan bantuan serta doa sehingga skripsi ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam menyusun skripsi. Penulis berharap dan menerima kritik dan saran yang membangun guna dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan yang lebih baik.

Semarang, 26 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8

A.	Kajian Teori.....	8
1.	Kemiringan Gedung.....	8
2.	Arduino Nano	11
3.	Arduino IDE.....	16
4.	Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	18
5.	OLED <i>Graphic Display</i>	23
6.	Bubble Level	29
B.	Kajian Pustaka	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
A.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
B.	Alat dan Bahan.....	34
C.	Metodologi Pelaksanaan dan Penelitian	38
D.	Desain Sistem	40
E.	Perancangan <i>Hardware</i>	41
F.	Perancangan <i>Software</i>	42
G.	Pengujian Sistem.....	44
H.	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
A.	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Jarak	51

B. Hasil Pengujian dan Pembahasan Keseluruhan	
<i>Prototype</i>	54
BAB V PENUTUP	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Nano	13
Tabel 2. 2 <i>Data Sheet</i> Sensor Ultrasonik HC-SR04	22
Tabel 2. 3 Spesifikasi OLED Graphic Display	28
Tabel 3. 1 Alat Penelitian	35
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	36
Tabel 3. 3 Komponen Penelitian	37
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR Jarak X	53
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR Jarak Y	54
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan Variasi 1	55
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sudut Kemiringan Variasi 2	57
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sudut Kemiringan Variasi 3	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Nano.....	12
Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin Arduino Nano.....	14
Gambar 2. 3 ATmega238P Pin Mapping.....	16
Gambar 2. 4 Tampilan Utama Arduino IDE.....	17
Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	19
Gambar 2. 6 Cara Kerja Sensor Ultrasonik	21
Gambar 2. 7 OLED Graphic Display	23
Gambar 2. 8 Konfigurasi Pin OLED	24
Gambar 2. 9 Pengintegrasian OLED dengan Arduino Nano ...	25
Gambar 2. 10 Bubble Level	29
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Penelitian	38
Gambar 3. 2 Desain Prototype	41
Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Keras Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung	42
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem.....	43
Gambar 3. 5 5 Ilustrasi Menentukan Sudut Kemiringan Gedung.....	47
Gambar 4. 1 Implementasi Perancangan Perangkat Keras	50
Gambar 4. 2 Implementasi <i>Prototype</i> Penelitian	50
Gambar 4. 3 Tampilan pada Layar OLED	51
Gambar 4. 4 Rangkaian Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	51

Gambar 4. 5 Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Jarak X.....	52
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Variasi 1.....	56
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Pengujian Variasi 2.....	57
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengujian Variasi 3.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Sensor	67
Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pengujian.....	72
Lampiran 3. <i>Data Sheet</i> Sensor Ultrasonik HC-SR04	75
Lampiran 4 Syntax Arduino Prototype Pengukur Sudut Kemiringan	82
Lampiran 5. Hasil Cek Plagiasi.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bidang konstruksi di Indonesia dapat dikatakan sebagai salah satu bidang dengan pertumbuhan pesat. Salah satu tandanya yaitu banyaknya pembangunan gedung bertingkat tinggi. Bangunan gedung telah menjadi kebutuhan saat ini maupun kebutuhan yang akan datang. Bangunan gedung berfungsi sebagai tempat tinggal manusia maupun tempat melakukan berbagai kegiatannya, seperti kegiatan sosial, agama, budaya atau kegiatan khusus lainnya (Simanjuntak and Bernard, 2013). Pembangunan gedung bertingkat tinggi dilakukan karena penggunaan ruang yang semakin meningkat dan juga keterbatasan lahan. Kemiringan tanah dan pondasi suatu bangunan tentunya harus diperhatikan agar bangunan dapat ditempati dengan aman. Akan tetapi, seiring waktu berlalu, tingkat kelayakan bangunan semakin lama akan semakin berkurang. Selain waktu, faktor alam seperti pergerakan tanah dan gempa bumi dapat menjadi penyebab berkurangnya tingkat kelayakan bangunan (Syahfitrianie and Alexandra, 2019). Kemiringan atau lereng bangunan dapat mempengaruhi stabilitas dan keamanan bangunan tersebut. Jika kemiringan bangunan

terlalu curam atau tidak merata, maka bangunan tersebut dapat menjadi tidak stabil dan berisiko mengalami kerusakan atau bahkan runtuh.

Untuk mengetahui kelayakan suatu bangunan, maka perlu dilakukan uji kelayakan bangunan tersebut. Pengujian ini memastikan bahwa struktur bangunan dalam kondisi baik dan memenuhi standar teknis bangunan, baik dari segi kualitas, keselamatan dan kenyamanan bangunan, serta sesuai dengan kebutuhan fungsional. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan bangunan salah satunya yaitu dengan pengukuran kemiringan bangunan. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah nilai kemiringan bangunan tersebut masih memenuhi toleransi yang diperbolehkan oleh standar peraturan yang berlaku atau tidak. Setelah dilakukan pengukuran kemiringan, hasilnya dapat digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk memperbaiki kemiringan bangunan dan menjaga keamanan serta kelayakan bangunan tersebut.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang elektronika dan instrumentasi memungkinkan direalisasikannya suatu alat yang berguna untuk mengukur jarak dan sudut kemiringan suatu bidang atau

bangunan secara otomatis, dimana alat ini biasanya dibutuhkan dilingkungan pekerja proyek dan di bidang teknik sipil. Contohnya seperti pada pembangunan gedung harus memperhatikan kemiringan tanah yang akan didirikan dan kemiringan fondasi bangunan tersebut. Kemiringan tanah dan fondasi suatu bangunan harus diketahui agar apa yang akan dibuat oleh kontraktor dapat ditempati dengan baik oleh masyarakat. Selain itu, mengukur bangunan yang sudah ada perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan bangunan. Tentu saja, penerapan teknologi ini tidak dapat dipisahkan dari penggunaan sensor dan transduser pada mikrokontroler. Sensor dan transduser saat ini digunakan untuk inovasi dan kreativitas yang dapat diaplikasikan pada instrumen sebuah eksperimen (Jayanti, Sudarmanto and Faqih, 2020).

Penelitian ini, dibutuhkan alat ukur yang mudah digunakan baik pemakaian maupun hasil pembacaannya. Alat pendeteksi kemiringan gedung yang tersedia saat ini cenderung mahal, rumit dalam pemasangan, dan dibutuhkan keahlian khusus untuk menggunakannya serta pengukuran kemiringan tidak dapat dirata-rata. Selain itu, alat tersebut bersifat permanen dan tidak dapat dipindahkan dengan mudah ke gedung yang lain jika

diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun alat pendeteksi kemiringan gedung yang dapat digunakan secara portable sehingga dapat mudah digunakan dimana saja dengan menggunakan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04. Sudarmanto, Khalif dan Huda (2023) menjelaskan keunggulan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah selain dapat membaca dengan tepat dan akurat, sensor ultrasonik HC-SR04 didapatkan dengan sangat terjangkau. Pada sebuah modul sensor ultrasonik HC-SR04 telah terbentuk rangkaian *transmitter* dan *receiver* yang dapat memberikan informasi jarak. Prinsip kerja sensor ini yaitu untuk mengukur jarak dan mendeteksi objek, dengan cara mengirimkan sinyal dari *transmitter*. Sinyal yang dipantulkan akan diterima oleh *receiver* kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk diolah agar dapat menghitung jarak terhadap suatu benda yang ada di depannya (Yunardi, Winarno and Pujiyanto, 2017). Keuntungan dari adanya teknologi mikrokontroler dapat memberikan hasil pengukuran secara digital yang langsung ditampilkan pada layar LCD (Jayanti, Sudarmanto and Faqih, 2020). Dalam perancangan ini, mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Nano karena konstruksinya yang kecil (Kiri and Laponi, 2017), sehingga akan lebih praktis. Selain itu, dengan menggunakan Arduino Nano

sebagai kontroler atau pengendali utama, alat ini akan dapat diatur dan dikalibrasi dengan mudah. Tentunya dapat menghemat waktu dengan dilakukannya pengukuran secara otomatis yang dapat ditampilkan langsung pada layar penampil. Layar penampil pada penelitian ini yaitu menggunakan OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) dengan ukurannya yang kecil dan lebih tipis dibandingkan dengan layar LCD, OLED memiliki tingkat kontras yang tajam sehingga dapat mudah dibaca (*readable*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan alat pendeteksi kemiringan gedung yang portable, efisien dan mudah digunakan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancang bangun alat pendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04?
2. Bagaimana hasil alat pendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rancang bangun alat pendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.
2. Mengetahui hasil dari rancang bangun alat pendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai merancang alat pendeteksi kemiringan gedung. Beberapa kajian teoritisnya akan dapat dipraktikkan dan dibandingkan dari praktik dan teori yang ada.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi peneliti:

- 1) Dapat mengembangkan keterampilan dalam bidang elektronika dan instrumentasi.
- 2) Sebagai keperluan referensi penelitian di bidang teknologi mikrokontroler dalam

mendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

- b. Bagi masyarakat umum:
 - 1) Dapat menciptakan alat yang dapat mendeteksi kemiringan gedung secara *realtime*.
 - 2) Sebagai literatur untuk penelitian dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

E. Batasan Masalah

Dengan merujuk pada rumusan masalah yang telah disampaikan, batasan-batasan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengembangan alat pendeteksi kemiringan dibuat secara *prototype*.
2. Menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali utama.
3. Menggunakan dua sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak dan sudut kemiringan gedung.
4. Menggunakan OLED sebagai penampil data sudut kemiringan.
5. Permukaan rata, tidak miring dan tidak berbatu-batu.
6. Jaraknya ditentukan terlebih dahulu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kemiringan Gedung

Kemiringan pada sebuah konstruksi suatu bidang atau benda menjadi salah satu tolak ukur dalam menentukan kekuatan konstruksi. Jika tidak ditangani secara tepat sejak awal, kemiringan sebuah gedung dapat menjadi masalah serius yang berpotensi fatal (Pahlevi, Hartono and Abdullatif, 2020). Kemiringan gedung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

a. Perubahan tanah

Perubahan kondisi tanah adalah salah satu penyebab umum kemiringan gedung. Hal ini dapat terjadi karena adanya penurunan tanah dan pergeseran tanah. Penurunan tanah disebabkan oleh faktor geologi, seperti perubahan air tanah, aktivitas manusia dalam mengelola sumber daya alam dan lingkungan secara berlebihan yang dapat menimbulkan penurunan muka tanah seperti pengeboran dan penambangan bawah tanah, dan pekerjaan konstruksi yang buruk. Pergeseran

tanah dapat terjadi karena faktor adanya gempa bumi dan erosi (Day, 2010). Getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi dapat berpengaruh pada fondasi gedung dan menyebabkan kerusakan struktural yang serius.

b. Struktur material yang kurang memadai

Kesalahan dalam desain struktur atau penggunaan material yang kurang memadai dapat menyebabkan kemiringan gedung. Misalnya, jika struktur tidak kuat atau menggunakan material yang rentan terhadap perubahan cuaca atau kelembaban, maka kemiringan dapat terjadi seiring berjalannya waktu (Gaylord, Gaylord and Stallmeyer, 1979).

c. Perubahan lingkungan

Perubahan lingkungan disekitar gedung, seperti perubahan aliran air atau penurunan air tanah dapat menyebabkan kemiringan gedung. Misalnya, jika terjadi perubahan aliran air yang mengarah ke gedung atau jika ada perubahan pola drainase di sekitar gedung, maka dapat menyebabkan peningkatan tekanan air yang mengarah pada kemiringan (Coduto, Yeung and Kitch, 1990).

Adapun ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang kerusakan alam yang diakibatkan oleh tangan manusia pada Al-Qur'an surat Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya:

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (Q.S Ar-Rum:41)

Hidayatul Insan bi Tafsiril Qur'an / Ustadz Marwan Hadidi bin Musa, M.Pd.I menjelaskan bahwa telah tampak kerusakan di darat dan lautan, seperti rusaknya penghidupan, turunnya musibah, dan turunnya penyakit yang menimpa, dan lain-lain disebabkan perbuatan buruk (maksiat) yang telah dilakukan oleh manusia. Yaitu agar manusia mengetahui bahwa Allah memberikan balasan terhadap amal, Dia menyegerakan sebagiannya sebagai contoh pembalasan terhadap amal. Maka Maha Suci Allah yang mengaruniakan nikmat dengan

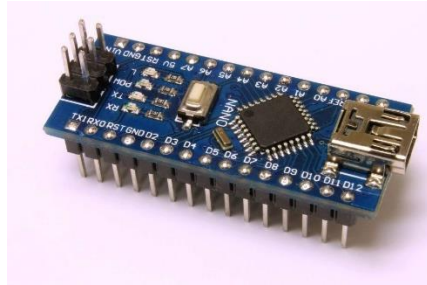
musibah dan memberikan sebagian hukuman agar manusia kembali sadar, sekiranya Allah SWT menimpakan hukuman kepada manusia terhadap semua perbuatan buruk, niscaya tidak ada satu pun makhluk yang tinggal di bumi.

Ayat tersebut menegaskan bahwa kerusakan yang terjadi di bumi dapat disebabkan oleh tindakan manusia. Meskipun ayat ini tidak secara spesifik membahas kemiringan gedung, ayat ini menunjukkan pentingnya bertanggung jawab dalam merancang bangun struktur bangunan yang kokoh untuk mencegah kerusakan dan bencana.

2. Arduino Nano

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat komputer kecil yang digunakan untuk menjalankan suatu program (Widharma, 2021). Seri mikrokontroler yang kini sangat populer yaitu Arduino. Arduino merupakan sebuah papan elektronik yang memiliki kemampuan untuk merealisasikan berbagai proyek elektronika serta melibatkan pemrograman. Papan ini terdiri dari sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR yang diproduksi oleh perusahaan Atmel. Untuk keperluan memprogram Arduino diperlukan perangkat lunak bernama Arduino IDE (*Integrated*

Development Environment) (Kadir, 2018). Jenis dari Arduino banyak sekali, salah satunya yaitu Arduino Nano pada Gambar 2. 1 berikut.



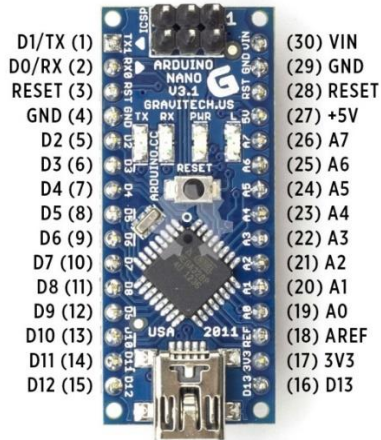
Gambar 2. 1 Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu jenis Arduino yang memiliki ukuran papan yang lebih kecil dengan berat sekitar 5 gram. Arduino Nano ini didasarkan pada mikrokontroler ATmega328 (Indriastuti *et al.*, 2020). Arduino Nano dilengkapi dengan 14 pin digital yang diberi label dari pin D₀ sampai pin D₁₃. Selain itu, terdapat 6 pin PWM dan 8 pin analog dengan label yaitu A₀ sampai A₇. Setiap pin memiliki kapasitas *input/output* arus DC sebesar 40 mA, dan tegangan *input* optimalnya sebesar 7 hingga 12 Volt. Arduino Nano menggunakan mikrokontroler ATmega328, yang memiliki kapasitas penyimpanan program sebesar 32 KB *Flash Memory*. Selain itu, terdapat 2 KB yang

digunakan untuk *boothloader*, 2 KB SRAM dan 1 KB untuk EEPROM (Suwarti, Mulyono and Prasetyo, 2017). Spesifikasi Arduino Nano yaitu pada Tabel 2. 1 berikut.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Nano

Komponen	Spesifikasi
Mikrokontroler	ATmega328
Arsitektur	AVR
Operating Voltage	5V
<i>Input Voltage</i>	7 - 12 V DC
Digital I/O Pins	22 (6 sebagai <i>output</i> PWM)
Analog <i>Input</i> Pins	8
DC Current untuk 3.3 V pin	40 mA
DC Current per I/O pin	40 mA (I/O Pins)
Flash Memory	32 Kb (ATMega328) dengan 2 Kb sebagai <i>boothloader</i>
SRAM	2 KB (ATMega328)
EEPROM	1 KB (ATMega328)
Clock Speed	16 MHz
Panjang, Lebar, Berat	45 mm, 18 mm, 5g



Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin Arduino Nano

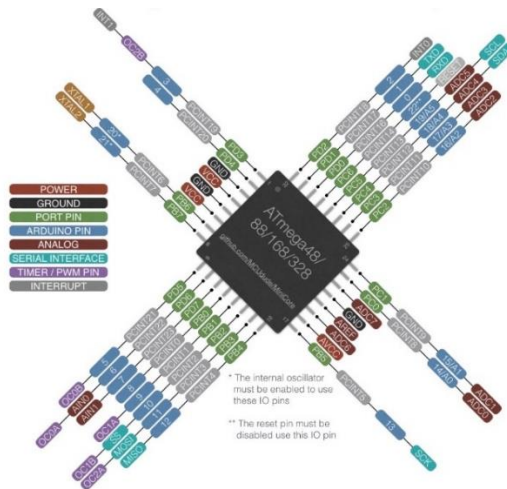
Berikut adalah penjelasan mengenai konfigurasi pin Arduino Nano:

- Pin VCC berfungsi sebagai *input* catu daya digital.
- Pin GND adalah pin *ground* yang digunakan untuk catu daya digital.
- AREF adalah pin referensi tegangan *input* analog. Digunakan bersama dengan fungsi `analogReference()`.
- RESET adalah Jalur yang digunakan untuk me-*reset* atau menghidupkan ulang Arduino. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi *board* utama Arduino.

- e. Serial RX (0) berfungsi sebagai penerima data serial TTL.
- f. Serial TX (1) berfungsi sebagai pengirim data serial TTL.
- g. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) adalah pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi saat nilai pin tersebut rendah, meningkat atau menurun, atau berubah.
- h. Output PWM 8 Bit (3, 5, 6, 9, 11) adalah pin yang berfungsi untuk `dataanalogWrite()`.
- i. SPI (10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) and 13 (SCK)) adalah pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
- j. LED (13) berfungsi sebagai pin yang diatur bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diatur bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada *board* Arduino Nano.
- k. I2C (A4 (SDA), A5 (SCA)) sebagai komunikasi TWI.
- l. *Analog Input* (A0-A7) digunakan untuk membaca *input* Analog. Arduino Nano dapat membaca perubahan tegangan antara 0 – 5V. Pin ini juga memungkinkan pengaturan titik jangkauan tertinggi dan terendah menggunakan fungsi `analogReference()`.

m. Digital I/O pin (D0-D13) digunakan sebagai *input/output*. Arduino Nano membaca perubahan status tegangan antara 0V (*LOW*) hingga 5V (*HIGH*) (Pirngadi, 2022).

Mikrokontroler yang digunakan Arduino Nano adalah ATmega328P, konfigurasi pin ATmega328P dilihat pada Gambar 2. 3 berikut.

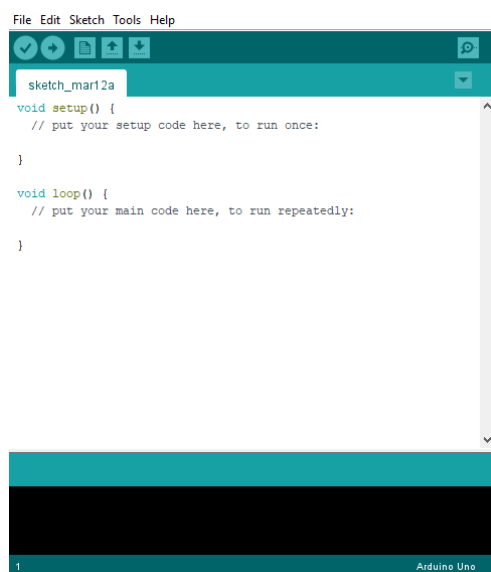


Gambar 2. 3 ATmega238P Pin Mapping

3. Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* resmi yang diperkenalkan oleh Arduino.cc. Arduino IDE adalah *software* bersifat *open source* yang artinya *source code*-nya dapat diakses dan dimodifikasi oleh siapa saja. Arduino IDE digunakan

untuk menyusun kode yang nantinya di-*upload* ke dalam modul Arduino. Tersedia untuk Operating seperti Linux, Windows, MAC dan berjalan di Platform Java yang dilengkapi dengan perintah dan fungsi bawaan yang berperan penting untuk *debugging*, pengeditan, dan pengujian program Arduino dan mengunggahnya ke papan Arduino (Fezari and Al Dahoud, 2018). Untuk mengunggah program agar dapat berkomunikasi dengan Arduino, pastikan Arduino IDE terhubung dengan board Arduino dengan sambungan kabel USB.



Gambar 2. 4 Tampilan Utama Arduino IDE

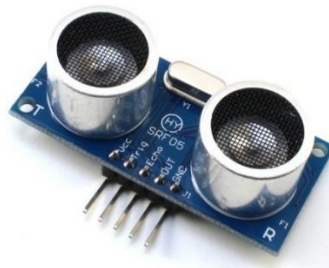
Bahasa yang digunakan Arduino IDE yaitu bahasa pemrograman C dan C++. Pada Gambar 2. 3. dikenal sebagai *sketch*, yang digunakan untuk mengedit kode perintah atau program dan akan memberikan informasi ketika *compiling sketch* atau diunggah ke *board* Arduino (Fezari and Al Dahoud, 2018). Fungsi toolbar dari masing-masing tools diatas yaitu untuk memverifikasi *sketch*, mengunggah *sketch*, membuka *sketch* baru, menyimpan *sketch*, dan membuka *sketch* yang sudah tersimpan serta di sebelah kanan pojok untuk menampilkan serial monitor (Huda, 2021).

4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gelombang ultrasonik adalah jenis gelombang mekanik, yang dihidupkan dengan meresonansikan benda padat pada frekuensi diatas batas ambang indra pendengaran manusia yaitu kira-kira diatas 20 kHz (Manurung and Bahriun, 2014). gelombang ultrasonik memiliki panjang gelombang yang pendek dan berkas gelombang tidak menyebar (Masturi and Sujarwata, 2011).

Sedangkan sensor ultrasonik adalah suatu sensor yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengidentifikasi objek di depannya, serta

mampu mengukur jarak antara sensor dengan objek tersebut. Modul sensor ultrasonik terdiri dari dua komponen utama, yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) yang digunakan untuk menghasilkan informasi mengenai jarak. Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah dengan mendeteksi objek atau mengukur jarak antarsensor dan objek yang terdeteksi. Proses dimulai dengan pemancar (*transmitter*) mengirimkan sinyal, dan kemudian sinyal yang terpantul akan diterima oleh penerima (*receiver*). Sinyal yang diterima tersebut akan mewakili jarak antara sensor dan permukaan objek yang ada di depan sensor tersebut (Yunardi, Winarno and Pujiyanto, 2017). Salah satu sensor ultrasonik yang populer adalah HC-SR04 yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



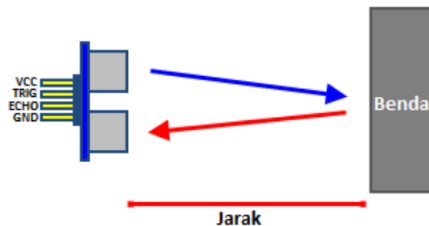
Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mengukur benda dari jarak 2 cm hingga 400 cm (4 m) dengan tingkat keakuratannya 3 mm (Missa, Lapono and Wahid, 2018). Sensor ini dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan hanya 2 pin I/O yaitu Trig dan Echo. Untuk mengaktifkan sinyal positif melalui pin Trig minimal 10 μ s, selanjutnya akan mengirimkan sinyal positif melalui pin Echo selama 100 μ s sampai 18 ms yang sebanding dengan jarak objek. Dan terdapat pin 5V (VCC) dan *Ground* (GND) yang terhubung ke *power supply* (Syarifullah, Ilmi and Yuliatmojo, 2017).

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 5 pin yang memiliki kegunaan masing-masing sebagai berikut.

- a. VCC: pin ini dihubungkan ke tegangan 5 V DC.
- b. GND: pin ini dihubungkan ke Ground.
- c. Trig: pin ini dihubungkan ke pin digital Arduino. Pin ini bertugas mengirimkan isyarat dalam bentuk gelombang suara dengan frekuensi 40 KHz.
- d. Echo: pin ini dihubungkan ke pin digital Arduino. Pin inilah yang bertanggungjawab untuk menerima gelombang yang dipantulkan oleh objek yang berada di depan sensor.

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan dan dibandingkan melalui sebuah alat yang bernama *Piezoelektrik* dengan frekuensi gelombang sekitar 40 kHz. Alat ini memancarkan gelombang ultrasonik yang menjadi objeknya. Setelah menyentuh objek, maka akan memantulkan kembali gelombang ultrasonik. Gelombang pantulan dari objek diterima oleh sensor, lalu untuk mengetahui jarak objek, sensor akan mengkalkulasikan selisih antara waktu transfer dan waktu pantulan yang diterima oleh sensor (Khoir, 2018).



Gambar 2. 6 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Jarak yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik dapat diketahui dengan persamaan (2.1) sebagai berikut

$$S = \frac{v \times t}{2} \quad (2.1)$$

Dengan S adalah jarak sensor ultrasonik dengan objek pantul, v adalah kecepatan bunyi yang bernilai 340

m/s , t adalah interval waktu antara pengiriman sinyal sampai *receiver* (Yunardi, Winarno and Pujiyanto, 2017). Pengukuran jarak ini dimulai dari mengkonversi dalam satuan *centimeter* (cm) terlebih dahulu, dengan persamaan (2.2) sebagai berikut.

$$S = \frac{0,034 \times t}{2} \quad (2.2)$$

kemudian hasilnya akan menampilkan jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik dalam satuan cm.

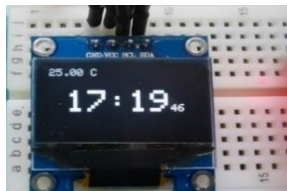
Tabel 2. 2 *Data Sheet* Sensor Ultrasonik HC-SR04

Komponen	Spesifikasi
Tegangan	5 V DC
Arus statis	< 2 Ma
Level output	5 - 0 V
Trigger membutuhkan input minimal	10 μ S
Sudut sensor	15°
Jarak yang bisa dideteksi	2 - 450 cm (4.5 m)
Tingkat keakuratan	hingga 0.3 cm (3 mm)
Frekuensi kerja	40 kHz

5. OLED *Graphic Display*

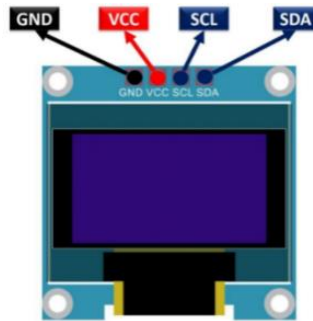
Organic Light-emitting Diode (OLED) adalah versi LCD yang menggunakan lapisan bahan organik yang mampu menghasilkan cahaya ketika dialiri arus listrik. OLED diatur sedemikian rupa sehingga membentuk layar dengan resolusi 128 x 64 pixel. Meskipun ukuran layar OLED sangat kecil, sekitar 0,96 inci, tetapi memiliki tingkat kontras yang tinggi sehingga mudah dibaca (*readable*) (Purbakawaca, 2019).

OLED menjadi terkenal sebagai sebuah teknologi tampilan yang fleksibel dengan ketebalan kurang dari 1 mm. Pada tahun 1979, seorang ilmuwan bernama Dr. Ching W. Tang dari Perusahaan Eastman Kodak menemukan OLED. OLED dirancang dengan keunggulan yang melampaui tampilan generasi sebelumnya, yaitu *Liquid Crystal Display* (LCD). Sejak saat itu, OLED terus mengalami perkembangan dan banyak digunakan dalam berbagai bidang teknologi elektronika.



Gambar 2. 7 OLED *Graphic Display*

OLED memiliki kemampuan untuk terhubung dengan mikrokontroler melalui dua jenis komunikasi, yaitu *Inter Integrated Circuit* (I2C) dan *Serial Peripheral Interface* (SPI). Tata letak pin OLED yang digunakan dalam konfigurasi pada Gambar 2. 8 berikut ini.



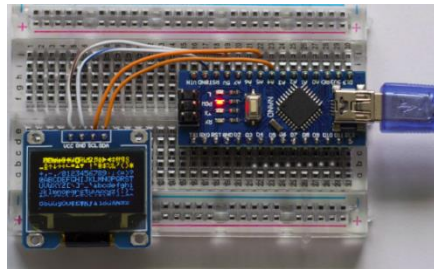
Gambar 2. 8 Konfigurasi Pin OLED

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. 7, OLED terdiri dari empat pin seperti Vcc, GND, SCL, dan SDA. Pin Vcc dan GND digunakan untuk menyalakan layar OLED dan rentang tegangan operasi antara 3,3-5V. Itu berarti dapat dengan mudah menyalakannya dari sumber yang sama dan terhubung langsung dengan mikrokontroler SCL dan SDA masing-masing adalah *serial clock* dan pin data serial. Mereka terhubung dengan pin mikrokontroler I2C untuk melakukan komunikasi I2C.

Untuk menghubungkan dan mengontrol layar OLED dengan Arduino nano melibatkan beberapa langkah berikut.

a. Koneksi Fisik

Pin OLED disambungkan ke Arduino. Hal ini berupa penghubungan atau pengintegrasian pin VCC OLED ke sumber tegangan 5V Arduino, pin GND ke GND Arduino, dan pin SDA dan pin SCL ke pin komunikasi TWI, biasanya pin A4 dan pin A5). Pengintegrasian OLED dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 2. 8 berikut.



Gambar 2. 9 Pengintegrasian OLED dengan Arduino Nano

b. Library OLED

Menginstall dan menggunakan library OLED yang sesuai untuk Arduino. Beberapa library yang tersedia yaitu seperti “Adafruit SSD1306” atau “U8g2”. Library dapat diunduh melalui Arduino Library Manager.

c. Inisialisasi OLED

Dalam *source code* Arduino, inisialisasi OLED dilakukan dengan mengatur parameter seperti resolusi dan alamat I2C (jika digunakan). Inisialisasi biasanya dilakukan di `setup()`.

d. Tampilan Data

Fungsi-fungsi yang disediakan oleh library OLED digunakan untuk menampilkan data di layar. Misalnya, menggunakan fungsi `display()` untuk menampilkan teks, gambar, dan informasi lainnya di lokasi yang diinginkan pada layar OLED.

e. Kontrol Layar

Fungsi-fungsi kontrol dari library OLED digunakan untuk mengatur kecerahan, kontras atau efek lainnya pada layar OLED.

f. Loop Program

Dalam `loop()` program Arduino, dapat memperbarui tampilan pada layar OLED sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, dapat membuat animasi atau menampilkan data yang berubah secara waktu nyata.

Tentunya OLED memiliki kelebihan dan kekurangannya tersendiri. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan teknologi OLED:

Kelebihan OLED

- 1) Dibanding dengan penampil tipe lain, OLED memiliki waktu reaksi yang jauh lebih cepat. OLED memiliki waktu reaksi hanya kurang dari 0,01 ms, sedangkan waktu reaksi LCD sekitar 8 – 12 ms.
- 2) Layar OLED lebih tipis dari layar LCD, layar OLED memiliki ketebalan hanya beberapa milimeter, sedangkan layar LCD memiliki ketebalan beberapa inch.
- 3) OLED lebih nyaman dipandang oleh mata, karena memiliki tingkat kontras yang tajam.
- 4) Sebagai teknologi ramah lingkungan, OLED memiliki konsumsi daya yang rendah berkat penggunaan bahan organik dalam pembuatannya.
- 5) Tampilan sudut pandang yang lebih luas, sudut pandang OLED sebesar 170 derajat. OLED memancarkan cahaya secara langsung tanpa memerlukan latar cahaya (*backlit*).

Kekurangan OLED

- 1) Kelembaban mempengaruhi lapisan organik yang mengakibatkan penurunan kualitas bahkan kerusakan pada OLED. Layar OLED lebih rentan terhadap air, meski hanya terkena tetesan.

- 2) Paparan sinar matahari dapat berpengaruh pada kesulitan melihat tampilan layar OLED. Bila terpapar sinar matahari langsung akan lebih susah membaca tampilan layar.
- 3) Pada tahun 2007, masa bertahan kandungan organik pada teknologi OLED terbatas hanya sekitar 14.000 jam, dibandingkan dengan dengan layar penampil lain yang dapat mencapai 60.000 jam bahkan hingga 100.000 jam. Namun, saat ini masa bertakan OLED telah berhasil ditingkatkan menjadi 198.000 jam (Setyawan, 2017).

Tabel 2. 3 Spesifikasi OLED Graphic Display

Komponen	Spesifikasi
Ukuran PCB	38mm x 29mm (1.5" x 1")
Ukuran Display	25mm x 14mm
Tegangan Kerja	5 V
Arus Listrik	~ 20 mA
Komunikasi	I2C 7-bit address (0x3C up to 0x3D)

6. Bubble Level

Pada waterpass terdapat kaca kecil yang berbentuk bundar dengan gelembung udara kecil (*bubble*) yang didalamnya terdapat air. Gelembung air ini menjadi indikator untuk mengukur keberadaan atau tingkat kehorizontalan (*level*) suatu permukaan. Ketika bubble berada di tengah, maka menandakan bahwa permukaan yang diukur sudah sejajar dengan gravitasi atau level. Gambar 2. 9 adalah salah satu contoh bubble level.



Gambar 2. 10 Bubble Level

Fungsi utama bubble level adalah untuk memastikan bahwa suatu benda berada dalam posisi yang sejajar dengan bidang horizontal. Alat ini sering digunakan dalam berbagai bidang seperti konstruksi,

peralatan medis, dan instrumen khusus. Berikut adalah Tabel 2. 4 spesifikasi bubble level.

Spesifikasi	Ukuran
Bahan	Plastik
Warna	Hijau/Putih
Diameter	32 mm
Tinggi	7 mm

B. Kajian Pustaka

Berikut ini beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan akan dijadikan acuan oleh peneliti.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Syufrijal tahun 2018 di Universitas Negeri Jakarta dengan judul “Prototipe Sistem Pengukuran Jarak dan Kemiringan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Berbais Internet of Things (IoT)”. Peneliti tersebut merancang alat pengukuran jarak dan kemiringan menggunakan Node MCU sebagai pengendali utamanya, sensor ultrasonic sebagai pengukur jarak, sensor accelerometer sebagai pengukur kemiringan, LCD sebagai penampil utama. Hasil dari penelitian ini adalah dapat ditampilkan pada layar LCD dengan jarak maksimum 4 m serta dapat

ditampilkan pada handphone melalui teknologi *Internet of Things*.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Reza Pahlevi, Hartono dan Farzand Abdullatif tahun 2020 di Universitas Jendral Soedirman Purwokerto yang berjudul "Sistem Monitoring Kemiringan Gedung Berbasis Resistor Variable". Peneliti merancang sistem pendeteksi kemiringan menggunakan resistor variabel dengan dipasang bandul sebagai sensor. Resistor variabel dirangkai sebagai pembagi tegangan sehingga perubahan resistensinya diubah menjadi perubahan beda potensial yang dapat dibaca oleh Arduino. Sistem terdiri dari Arduino Uno yang dirangkai dengan sistem sensor, buzzer dan LCD. Karakteristik yang diuji diantaranya dari akurasi, presisi, galat, dan waktu respon. Hasil pengujian alat ini memiliki rata-rata akurasi sebesar 89,34%, presisi rata-rata sebesar 91,07%, galat rata-rata sebesar 10,66%, dan waktu respon sensor masih terlalu lama sebab resistor variabel yang digunakan sulit diputar karena memiliki gaya gesek yang terlalu besar.
3. Penelitian yang dilakukan oleh A. Ro'uf dan Z. Saufy pada tahun 2011 dengan judul "KARAKTERISTIK SENSOR EFEK HALL UGN3503 UNTUK MENGUKUR

KEMIRINGAN”, karakteristik untuk mengetahui pengaruh jarak sumber medan magnet terhadap sensor dan pengaruh polaritas sumber medan magnet terhadap output tegangan sensor UGN3503 yang dapat menghasilkan keluaran setengah dari sumber tegangan. Fungsi sensor UGN3503 pada penelitian ini sensor digunakan untuk pengukuran sudut kemiringan bidang. Sistem ini terdiri dari sensor UGN3503, mikrokontroler, LCD, desain konversi dari tegangan ke sudut dengan menggunakan konstruksi balok berukuran 10 cm x 12 cm x 8 cm. Sensor ditempatkan di satu sisi dan magnet digantung ditengah balok, sehingga kemiringan sudut menyebabkan sumber medan magnet mengalami perubahan jarak dengan sensor yang menghasilkan tegangan. Alat ini dapat mengukur sudut kemiringan dengan batas ukur dari 1 derajat sampai 20 derajat.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Agus Sudarmanto, Muhammad Ardhi Khalif dan Andika Khoirul Huda pada tahun 2023 yang membahas tentang “*Detection of Building Slope and Land Subsidence Using Ultrasonic HC-SR04 Sensors Based Arduino Uno R3 and Blynk*”. Yang merancang sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi adanya kemiringan bangunan dan

penurunan tanah yang terjadi di sekitar bangunan. Dengan tiang penyangga sensor kemiringan bangunan diletakkan di samping bangunan dengan tinggi 15 cm dan jarak sensor ke bangunan 27 cm, tiang penyangga untuk sensor penurunan tanah diletakkan di samping bangunan dengan lubang yang dibuat di bagian bawah dengan kedalaman 16 cm dari alas. Eksperimen menunjukkan bahwa prototipe sistem pemantauan desain berhasil menampilkan apa yang telah dibaca sensor yang diterjemahkan Arduino Uno dan ditampilkan ke serial monitor pada Arduino IDE dan Blynk. Hasil perhitungan kemiringan bangunan menunjukkan koefisien korelasi yang dihitung secara manual sebesar 0,999, nilai akurasi pembacaan sensor dan alat pembanding sebesar 99,2% dan nilai presisi sebesar 96,4% dari 15 kali pengambilan data. Dan hasil penurunan tanah menunjukkan koefisien korelasi yang dihitung secara manual sebesar 0,999, nilai akurasi pembacaan sensor dan alat pembanding sebesar 99,9% dan nilai presisi sebesar 99,9% dari 10 kali pengambilan data. Dan indikator led ketiga menunjukkan indikator yang sesuai.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Waktu penelitian, pengujian alat dan analisis dilakukan pada bulan Januari 2023 – Juni 2023.

2. Tempat

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, diantaranya yaitu melakukan perancangan perangkat keras (*hardware*), penyusunan perangkat lunak (*software*) dan pengujian keseluruhan alat. Sedangkan, pembuatan miniatur gedung dilakukan di tempat tinggal peneliti.

B. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini diperlukan alat, bahan dan komponen yang diperlukan untuk merancang sistem, antara lain adalah sebagai berikut.

Beberapa alat yang diperlukan dan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. 1.

Tabel 3. 1 Alat Penelitian

Alat	Fungsi
Laptop	Untuk merancang dan menyusun perangkat lunak atau <i>source code</i>
Penggaris (mistar)	Untuk mengukur dan mengkalibrasi jarak
Penggaris Busur	Untuk mengukur dan mengkalibrasi sudut kemiringan
Multimeter	Untuk mengukur tegangan
Solder	Untuk menghubungkan antar komponen
Obeng	Untuk membuka dan memasang baut

Beberapa bahan yang diperlukan dan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. 2.

Tabel 3. 2 Bahan Penelitian

Bahan	Spesifikasi	Keterangan
Arduino IDE	Versi 1.8.19	Untuk membuat program dan menyusun perangkat lunak (<i>Software</i>)
Kabel Jumper		Untuk menghubungkan masing-masing komponen perangkat keras (<i>Hardware</i>)
Baterai DC	5V	Untuk daya komponen <i>hardware</i> atau sebagai <i>power supply</i>
<i>Push Button</i>	DS-134	Untuk memutus dan menyambungkan arus
<i>Bubble Level</i>	Bulat	Untuk mengetahui kehorizontalan alat

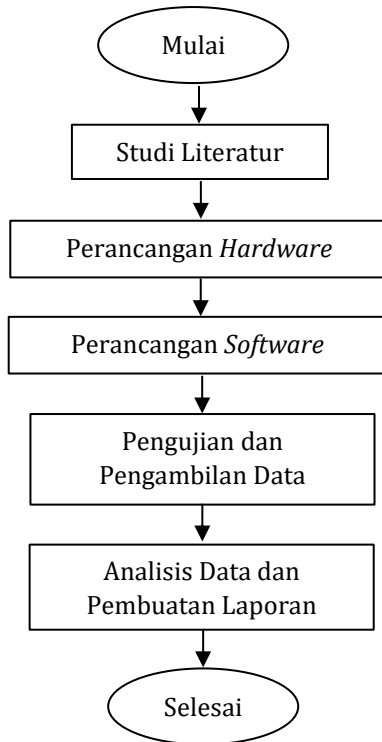
Beberapa komponen yang diperlukan dan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. 3.

Tabel 3. 3 Komponen Penelitian

Komponen	Spesifikasi	Keterangan
Arduino Nano	V 3	Sebagai pengendali utama
Sensor Ultrasonik	HC-SR04	Untuk mengukur jarak dari sensor ke tanah
OLED	128 x 64 pixel	Untuk penampil <i>output data</i>
Resistor	-	Menghambat tegangan yang masuk

C. Metodologi Pelaksanaan dan Penelitian

Metode pelaksanaan dan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Penelitian

Tahap-tahap dalam penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Arduino Nano” diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah dengan pencarian literatur atau referensi yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, tujuannya adalah agar pelaksanaan penelitian dan perancangan alat dapat sesuai. Referensi diperoleh dari jurnal-jurnal serta buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini.

b. Perancangan *Hardware*

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah proses perancangan perangkat keras (*hardware*) mulai dari alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, mendesain alat, merancang bentuk dan cara kerja dari masing-masing komponen serta desain elektriknya.

c. Perancangan *Software*

Tahap ketiga adalah perancangan perangkat lunak (*software*) yaitu menyusun cara kerja keseluruhan alat yang di tuangkan dalam bentuk *source code* di program Arduino IDE.

d. Pengujian Pengambilan Data

Tahap keempat melibatkan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dan OLED. Melakukan pengujian merupakan hal yang sangat penting, karena

berpengaruh terhadap keberhasilan pengukuran dan akurasi hasil yang diperoleh.

e. Analisis Data dan Pembuatan Laporan

Tahap kelima adalah menganalisis data penelitian. Pada tahap analisis data dan pembuatan laporan yaitu melakukan analisa terhadap data yang diperoleh selama pengujian. Pengambilan data berupa data *prototype* yang dibandingkan dengan alat pengukuran manual berupa penggaris mistar untuk pengukuran jarak, penggaris busur untuk sudut kemiringan gedung dan bubble spirit level untuk memastikan tingkat kehorizontalan alat. Selain itu, tahapan pengolahan data meliputi analisis data pembacaan sensor berupa akurasi sensor, serta menghitung karakteristik sensor tersebut.

f. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir dari penelitian ini, yaitu menyimpulkan dari pengujian dan analisis data dari hasil pengambilan data yang telah diperoleh.

D. Desain Sistem

Desain sistem alat pada penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung dengan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino Nano” terdiri dari box wadah komponen berukuran 12 cm x 6 cm x 4 cm dan sebuah

miniatur gedung. Desain alat kemiringan gedung pada Gambar 3. 2 sebagai berikut.

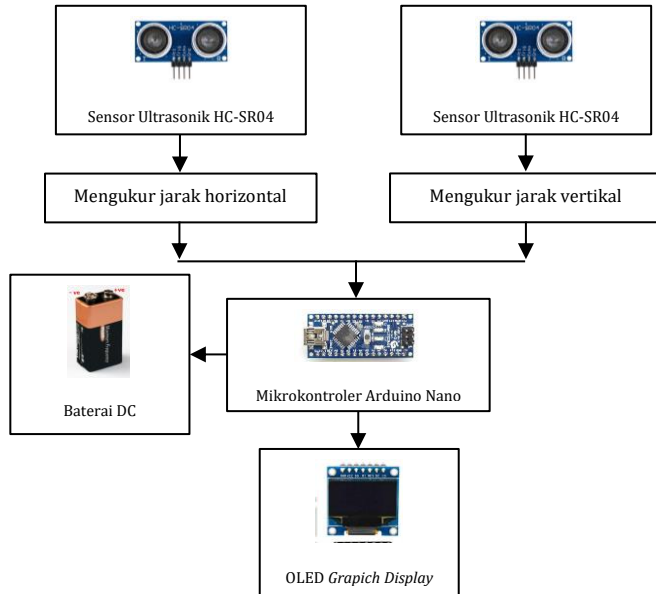


Gambar 3. 2 Desain Prototype

E. Perancangan *Hardware*

Perancangan perangkat keras (*hardware*) penelitian ini menggunakan dua buah sensor ultrasonik sebagai pengukuran jarak horizontal dan vertikal yang disambungkan dengan pin digital Arduino nano sebagai pengolah data dari inputan sensor tersebut. Arduino Nano mengkonversi jarak horizontal dan jarak vertikal menjadi sudut kemiringan. Data jarak dan sudut kemiringan ditampilkan di penampil data yaitu OLED *Graphic Display*.

Berikut adalah rancangan perangkat keras alat pendeteksi kemiringan gedung:

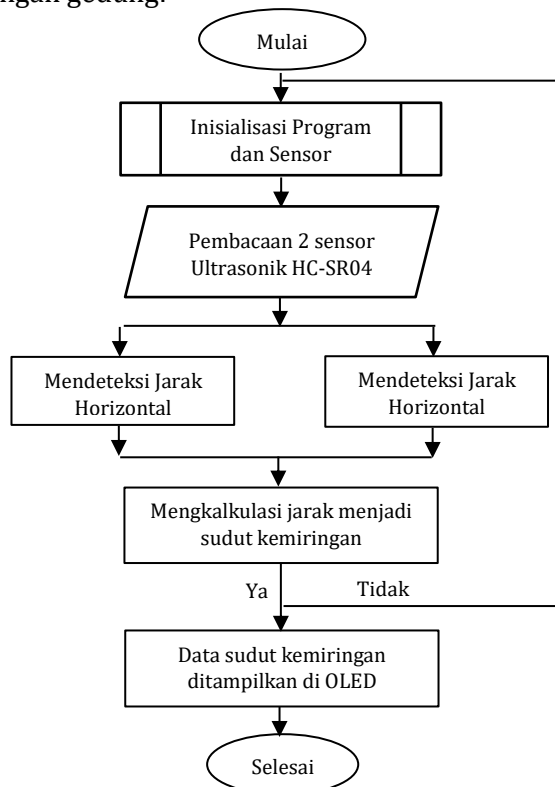


Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Keras Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung

F. Perancangan Software

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*) pada penelitian ini yaitu menggunakan Arduino IDE yang bersifat *open source*. Arduino IDE digunakan untuk mengedit dan membuat *source code* serta meng-*upload* ke *board* Arduino Nano. Cara kerja alat ini yaitu ada tahap input hingga output, inputan berupa jarak yang kemudian

dikalkulasikan menjadi sudut kemiringan yang kemudian diproses oleh Arduino Nano. Sedangkan outputnya berupa tampilan data jarak dan sudut kemiringan yang telah diproses. Berikut diagram alir (*flowchart*) rancangan perangkat lunak (*software*) sistem alat pendeteksi kemiringan gedung:



Gambar 3. 4 Flowchart Sistem

G. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dan dari alat pendeteksi kemiringan gedung yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Fungsional

Pada pengujian fungsional sensor ultrasonik HC-SR04 meliputi integrasi tahap perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*) setelah terintegrasi satu dengan lainnya. Pada perancangan perangkat lunak, *source code* di-*upload* dan di tes untuk mengetahui terjadinya *error* atau *bug*, hal ini dilakukan untuk meningkatkan kehandalan alat yang telah dirancang. Setelah dilakukan pengujian fungsional, kemudian yaitu perakitan, komponen yang telah diprogram kemudian dirakit ke dalam sebuah tempat yang sudah di desain.

2. Perancangan Pengujian Keseluruhan Sistem

Tahap ini dilaksanakan setelah perakitan alat selesai, yaitu pengujian keseluruhan dengan diuji keseluruhan dan dites kehandalan alat dalam Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kemiringan Gedung Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Nano.

H. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data pembanding berupa meteran dan penggaris busur yang dipasang di miniatur gedung. Nilai pembacaan jarak sensor terhadap gedung dan jarak sensor terhadap tanah dikonversikan menjadi bentuk sudut kemiringan jika sensor dalam keadaan tidak bergerak. Untuk mengetahui jarak kemiringan gedung dapat diketahui dengan mengurangkan jarak sensor terhadap gedung setelah gedung mengalami kemiringan. Sehingga persamaannya yaitu:

$$\Delta X = X - X' \quad (3.1)$$

dengan ΔX = jarak kemiringan gedung (cm)

X = jarak sensor terhadap gedung (cm)

X' = jarak sensor setelah kemiringan gedung (cm)

Untuk mengetahui ketinggian pengukuran dapat diketahui dengan menambahkan jarak sensor terhadap sensor jarak X dan jarak sensor terhadap tanah, dengan persamaan (3. 2) berikut.

$$\Delta Y = y + Y \quad (3.2)$$

dengan ΔY = ketinggian saat pengukuran (cm)

y = jarak sensor terhadap sensor jarak X (cm)

Y = jarak sensor terhadap tanah (cm)

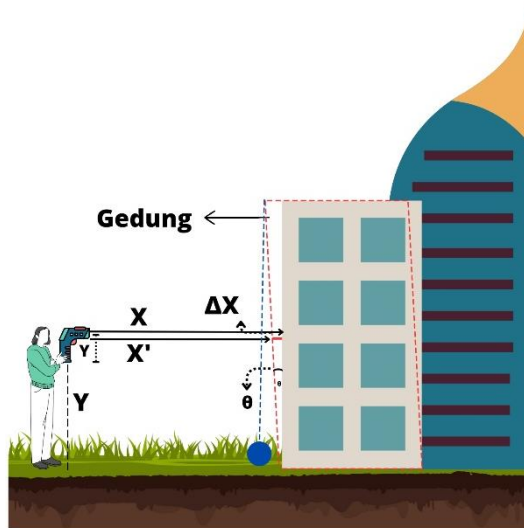
Untuk mengetahui konversi dari jarak menjadi sudut kemiringan pada sensor ultrasonik diperoleh menggunakan perhitungan trigonometri dengan persamaan (3. 3)

$$\theta = \arctan \frac{\Delta X}{\Delta Y} \quad (3. 3)$$

untuk menyatakan *arctan* dari sudut radian menjadi sudut derajat maka kalikan dengan $180/\pi$ seperti pada persamaan (3. 4) berikut.

$$\theta = \frac{(\arctan \frac{\Delta X}{\Delta Y}) \times 180}{\pi} \quad (3. 4)$$

dimana ΔX merupakan jarak sensor terhadap gedung setelah mengalami kemiringan (cm), ΔY merupakan jarak sensor dengan tanah (cm), untuk menyatakan *arctan* dalam derajat maka kalikan hasilnya dengan $180/\pi$ dan θ merupakan nilai kemiringan instrumen kemiringan gedung (derajat). Dengan ilustrasi yang dapat dilihat pada Gambar 3. 5 berikut ini.



Gambar 3. 5 5 Ilustrasi Menentukan Sudut Kemiringan Gedung

Pengukuran sudut kemiringan meliputi 3 variasi dalam pengukuran. Variasi pertama, pengambilan data dengan jarak sensor terhadap gedung ± 30 cm dan jarak sensor dengan tanah ± 32 cm. Untuk variasi kedua, pengambilan data dengan jarak sensor terhadap gedung ± 40 cm dan jarak sensor terhadap tanah ± 40 cm. Variasi ketiga, pengambilan data dengan jarak sensor terhadap gedung ± 50 cm dan jarak sensor terhadap tanah ± 50 cm. Miniatur gedung dimiringkan dengan variasi sudut sebesar 0° , 4° , 5° , 10° , dan 12° .

Teknik analisis data pada penelitian ini meliputi dua tahap. Tahap pertama, melakukan pengujian sensor-

sensor dan keseluruhan alat serta menganalisis data berupa perhitungan nilai kesalahan relatif atau *error* dan ketelitian. Nilai *error* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3. 5) berikut.

$$Error = \frac{X_i}{X_M} \times 100\% \quad (3. 5)$$

Nilai ketelitian sensor dapat dihitung dengan persamaan (3. 6) berikut.

$$Ketelitian = 100\% - Error \quad (3. 6)$$

dengan X_i = selisih jarak ukur sensor dengan mistar

X_M = pengukuran dengan mistar

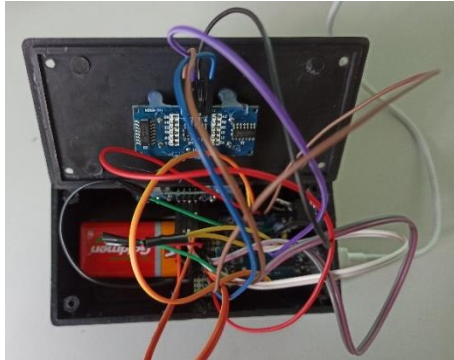
X_S = pengukuran sensor

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan proses pengujian dari masing-masing sistem yang telah selesai dirancang. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pengukuran kedua sensor ultrasonik HC-SR04, pengujian tampilan OLED dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian dilakukan dengan melakukan beberapa kali pengukuran jarak dan sudut yang diinginkan. Kemudian menganalisis hasil pengukuran keempat sensor ultrasonik HC-SR04, yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan sensor dan keefektifan sensor ketika digunakan dalam pengukuran dan supaya alat dapat digunakan sesuai yang dirancang.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu bentuk *prototype* dari komponen seperti Arduino Nano, Sensor Ultrasonik dan OLED yang telah dirangkai dan diprogram menjadi sebuah alat yang terintegrasi dilihat pada Gambar 4. 1, *prototype* tersebut dapat digunakan untuk mengukur jarak dan sudut kemiringan gedung. Hasil perancangan keseluruhan alat yang telah dirancang saat ini sesuai dengan desain sistem yang telah direncanakan pada Gambar 3. 2. Hasil perancangan berupa *prototype* dapat dilihat pada Gambar 4. 2.



Gambar 4. 1 Implementasi Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. 2 Implementasi *Prototype* Penelitian

Gambar 4. 1 adalah seluruh rangkaian yang dirakit menjadi sebuah alat ukur. *Prototype* alat pendeteksi kemiringan gedung ini dibuat dengan box berukuran 12 cm x 6 cm x 4 cm dan miniatur gedung berukuran 25 cm x 25 cm x 60 cm. Cara kerja alat ini dimulai dari menyalakan saklar ke posisi ON pada alat, kemudian Arduino Nano diberi daya oleh baterai yang bertegangan 9V, tegangan 5V untuk Arduino Nano.

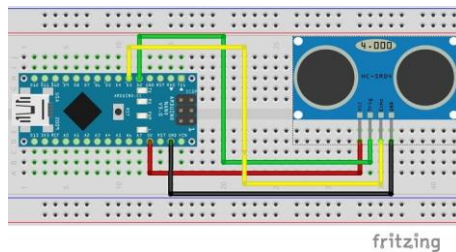
Setelah terhubung dengan daya, maka tampilan layar OLED otomatis akan menyala, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. 3.



Gambar 4. 3 Tampilan pada Layar OLED

A. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Jarak

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bertujuan dilakukan untuk mengetahui fungsi dari sensor tersebut. Sensor ultrasonik HC-SR04 sendiri yaitu berfungsi untuk mengukur jarak yang kemudian diolah pada Arduino Nano. Rangkaian untuk pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 4. 4.



Gambar 4. 4 Rangkaian Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengambilan data pengujian sensor ini yaitu dengan cara memposisikan sensor dengan bidang pantul, setelah itu hasil pengukurannya dibandingkan dengan mistar, dengan rentang pengukuran masing-masing 3 cm tiap datanya, dimulai dari jarak 3 cm karena jika bidang pantul didekatkan ke *transmitter* dan *receiver* tidak ada ruang untuk memantulkan sinyal atau *pulse*. Proses pengujian dan pengambilan data sensor ultrasonik HC-SR04, dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dan 4. 6.



Gambar 4. 5 Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Jarak X

Setelah dilakukannya pengambilan data tentunya didapat hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil perbandingan jarak sensor ultrasonik HC-SR04 dengan mistar dapat dilihat pada Tabel 4. 1 dan Tabel 4. 2. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur jarak X ini diperoleh *error* atau kesalahan relatif sebesar 1,1 % dan nilai akurasi sensor sebesar 98,89 %. Hasil dari

pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dengan perhitungan error serta akurasinya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR Jarak X

No.	Mistar (cm)	Sensor (cm)
1.	3	2,99
2.	6	5,90
3.	9	9,09
4.	12	11,63
5.	15	14,96
6.	18	17,82
7.	21	20,94
8.	24	23,80
9.	27	27,15
10.	30	29,34

Sedangkan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengukuran jarak Y diperoleh *error* atau kesalahan relatif sebesar 2,54 % dan nilai akurasi sebesar 97,46 %. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR Jarak Y

No.	Mistar (cm)	Sensor (cm)
1.	3	3,25
2.	6	6,05
3.	9	8,72
4.	12	11,49
5.	15	14,18
6.	18	17,78
7.	21	20,62
8.	24	23,99
9.	27	27,06
10.	30	30,08

Kedua sensor ultrasonik HC-SR04 tersebut dalam perbandingan pengukuran dengan mistar tidak terlalu jauh perbandingannya karena program telah diatur agar sensor dapat menampilkan bilangan desimal, bukan hanya bilangan bulat sehingga akurasi dapat dikatakan baik.

B. Hasil Pengujian dan Pembahasan Keseluruhan *Prototype*

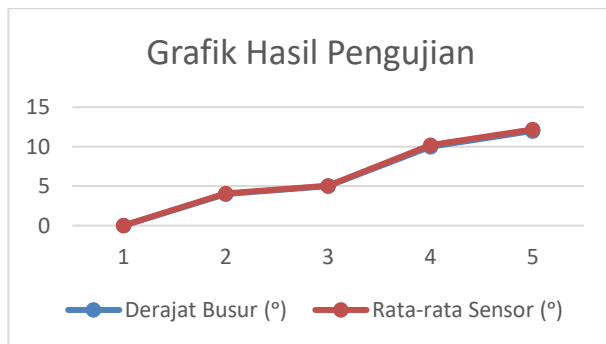
Pengujian keseluruhan *prototype* meliputi pengujian kedua sensor ultrasonik HC-SR04 untuk sudut kemiringan dan hasil pembacaan sensor yang tampil pada layar OLED.

Untuk mengkonversi jarak dari kedua sensor ultrasonik HC-SR04 menjadi sudut kemiringan digunakan persamaan 3. 4, kemudian hasilnya dibandingkan dengan alat pembanding untuk mengukur sudut yaitu busur derajat. Hasil pengujian sudut kemiringan dapat dilihat pada Tabel 4. 3. Pengujian kemiringan gedung dilakukan dengan sensor diletakkan di sisi gedung dengan ketinggian sensor ± 32 cm dan jarak sensor terhadap gedung ± 30 cm, pengukuran menggunakan tripod agar terjaga dari gerakan dan dilengkapi bubble level untuk mengetahui kehorizontalan alat ukur. Pengambilan data dilakukan pengambilan sebanyak-banyaknya sampai mendapatkan nilai yang stabil dengan *delay* data 5 detik. Setelah mendapatkan data, diambil 5 data yang nilainya mendekati, kemudian data sensor dibandingkan dengan penggaris busur.

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan Variasi 1

No.	Derajat Busur (°)	Rata-rata Sensor (°)
1.	0	0,01
2.	4	4,07
3	5	5,03
4.	10	10,19
5	12	12,18

Pengambilan data dilakukan memvariasi jarak sensor terhadap gedung. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai akurasi dan kesalahan relatifnya. Hasil pengujian sudut kemiringan gedung diperoleh nilai akurasi sebesar 99,04 % dan kesalahan relatif atau error sebesar 0,96 %. Grafik peningkatan pembacaan sudut menunjukkan nilai busur dengan nilai sensor memperoleh hasil yang tidak berbeda jauh, hasil pengujian terdapat pada Gambar 4. 6 berikut.



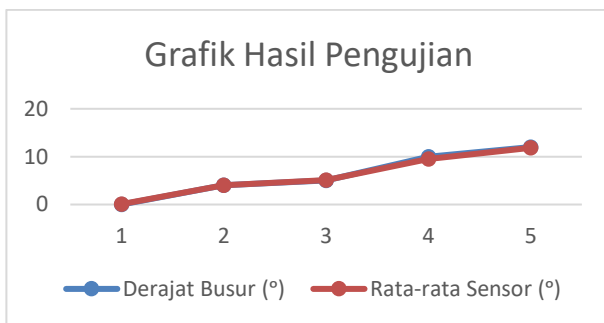
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengujian Variasi 1

Untuk pengukuran kemiringan selanjutnya yaitu pada ketinggian ± 40 cm dan jarak sensor terhadap gedung ± 40 . Hasil pengujian sudut kemiringan terdapat pada Tabel 4. 5 berikut.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sudut Kemiringan Variasi 2

No.	Derajat Busur (°)	Rata-rata Sensor (°)
1.	0	0,398
2.	4	4,07
3	5	4,988
4.	10	10,06
5	12	12,012

Pengambilan data dilakukan memvariasi jarak sensor terhadap gedung. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai akurasi dan kesalahan relatifnya. Hasil pengujian sudut kemiringan gedung diperoleh nilai akurasi sebesar 99,8896 % dan kesalahan relatif atau error sebesar 0,1104 %. Grafik menunjukkan nilai busur dengan nilai sensor memperoleh hasil yang tidak berbeda jauh, hasil pengujiannya terdapat pada Gambar 4. 7 berikut.



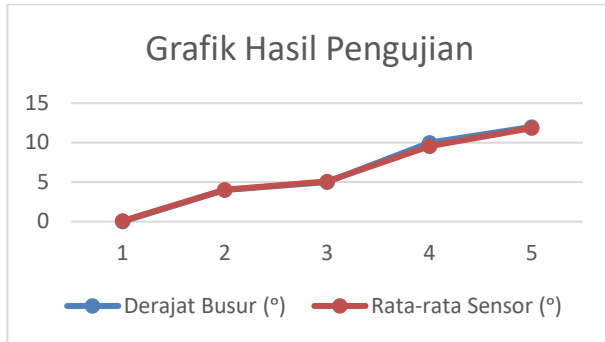
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Pengujian Variasi 2

Untuk pengukuran kemiringan selanjutnya yaitu pada ketinggian ± 50 cm dan jarak sensor terhadap gedung ± 50 . Hasil pengujian yang diperoleh yaitu pada Tabel 4. 5 berikut.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sudut Kemiringan Variasi 3

No.	Derajat Busur (°)	Rata-rata Sensor (°)
1.	0	0,084
2.	4	4,016
3	5	5,084
4.	10	9,534
5	12	11,844

Pengambilan data dilakukan memvariasi jarak sensor terhadap gedung. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai akurasi dan kesalahan relatifnya. Hasil pengujian sudut kemiringan gedung diperoleh nilai akurasi sebesar 99,838 % dan kesalahan relatif atau error sebesar 0,1612 %. Grafik peningkatan pembacaan sudut menunjukkan nilai busur dengan nilai sensor memperoleh hasil yang tidak berbeda jauh hasil pengujian terdapat pada Gambar 4. 8 berikut.



Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengujian Variasi 3

Hasil pengujian keseluruhan prototype menunjukkan bahwa data yang diperoleh oleh alat telah cukup sesuai dengan hasil yang diharapkan. Data yang ditampilkan berupa sudut kemiringan gedung sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu, didapatkan sudut kemiringan dari suatu bangunan secara *realtime* yaitu data tertampil di layar OLED. Oleh karena itu, alat ini diharapkan dapat bekerja sesuai yang dibutuhkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini dapat ditarik kesimpulan:

1. Penelitian tentang rancang bangun alat pendeteksi kemiringan gedung menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis Arduino Nano telah berhasil dirancang. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi kemiringan gedung dengan penampil data yang digunakan adalah OLED dan komponen pengendali utamanya menggunakan Arduino Nano. Selain itu, adapun objek yang diukur pada penelitian ini yaitu miniatur gedung yang dibuat menggunakan duplex.
2. Hasil dari penelitian ini adalah prototype pengukur kemiringan gedung, dari data jarak kemudian dikonversikan menjadi sudut. Hasil pengujian sensor ultrasonik untuk jarak X diperoleh nilai akurasi sebesar 98,89 % dan didapatkan kesalahan relatif atau error sebesar 1,11 %. Sedangkan hasil pengujian dari sensor ultrasonik untuk jarak Y diperoleh nilai akurasi 97,46 % dan kesalahan relatif sebesar 2,54 %. Kemudian untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 1 didapatkan nilai akurasi sebesar 99,04 % dan

kesalahan relatifnya sebesar 0,96 %. Untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 2 diperoleh nilai akurasi sebesar 99,8896 % dan kesalahan relatifnya sebesar 0,1104 % dan untuk pengujian sudut kemiringan gedung variasi 3 diperoleh nilai akurasi sebesar 99,838 % dan kesalahan relatifnya sebesar 0,1612 %.

B. Saran

Adapun beberapa saran yang disampaikan diantaranya sebagai berikut.

1. Supaya lebih mudah, alangkah baiknya menggunakan sensor sudut.
2. Supaya data dapat tersimpan, perlu dikembangkan yaitu penambahan slot memory seperti *micro* SD sebagai penyimpan data.
3. Semua sensor ultrasonik diletakkan secara vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Coduto, D.P., Yeung, M.R. and Kitch, W.A. (1990) *Geotechnical Engineering: Techniques and Practices*.
- Day, R.W. (2010) *Foundation Engineering Handbook*. McGraw Hill.
- Fezari, M. and Al Dahoud, A. (2018) *Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino*, ResearchGate. Amman.
- Gaylord, E.H., Gaylord, C.N. and Stallmeyer, J.E. (1979) *Structural Engineering Handbook*. McGraw-Hill.
- Huda, A.K. (2021) *Rancang Bangun Monitoring Kemiringan Gedung dan Penurunan Tanah Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Internet of Things (IoT)*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Indriastuti, M.T. *et al.* (2020) 'Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Arduino Nano Dan Android Via Bluetooth', *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 14(1), p. 19. Available at: <https://doi.org/10.32815/jitika.v14i1.425>.
- Jayanti, T.A.D., Sudarmanto, A. and Faqih, M.I. (2020) 'Cold Smoking Equipment Design of Smoked Fish Products with Closed Circulation Using Temperature and

Concentration Monitoring System Based on Arduino Uno', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 846(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/846/1/012025>.

Kadir, A. (2018) *Arduino dan Sensor*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Khoir, M.M. (2018) *Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Things (IoT)*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Kiri, S. V. and Lapono, L.A.S. (2017) 'Otomatisasi Sistem Irigasi Tetes Berbasis Arduino Nano', *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya*, 2(1), pp. 44–49. Available at: <http://ejurnal.undana.ac.id/FISA/article/view/542>.

Manurung, J.V.B. and Bahriun, A. (2014) 'Perancangan Prototipe Anemometer Berbasis Gelombang Suara Ultrasonik Frekuensi Rendah', *SINGUDA ENSIKOM*, 8(1). Available at: [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1427923&val=4117&title=PERANCANGAN PROTOTIPE ANEMOMETER BERBASIS GELOMBANG SUARA ULTRASONIK FREKUENSI RENDAH](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1427923&val=4117&title=PERANCANGAN%20PROTOTYPE%20ANEMOMETER%20BERBASIS%20GELOMBANG%20SUARA%20ULTRASONIK%20FREKUENSI%20RENDAH).

Masturi and Sujarwata (2011) 'Pemasangan Sensor

Gelombang Ultrasonik Untuk Aplikasi Robot Anti-Bentur', *Jurnal ISTEK*, 5(1-2), pp. 170-178.

Missa, I.K., Lapono, L.A.S. and Wahid, A. (2018) 'Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04', *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(2), pp. 102-105. Available at: <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.609>.

Pahlevi, R., Hartono, H. and Abdullatif, F. (2020) 'Sistem monitoring kemiringan gedung berbasis resistor variabel', *Jurnal Teras Fisika*, 3(1), p. 124. Available at: <https://doi.org/10.20884/1.jtf.2020.3.1.2615>.

Pirngadi, J.P.S. (2022) *Prototype Of Water Quality Standard Monitoring Tools In Ornamental Fish (KOI) With Telegram*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Purbakawaca, R. (2019) 'OLED graphic display', in K.N. Sawitri (ed.).

Setyawan, L.B. (2017) 'Prinsip Kerja dan Teknologi OLED', *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 16(02), pp. 121-132. Available at: <https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.165>.

Simanjuntak, M. and Bernard, B. (2013) 'Identifikasi Variabel

Penting Keandalan Bangunan Gedung Di Kota Serang',
Jurnal Ilmiah Media Engineering, 3(3), p. 99917.

Sudarmanto, A., Khalif, M.A. and Huda, A.K. (2023) 'Detection of building slope and land subsidence using ultrasonic HC-SR04 sensors based Arduino Uno R3 and Blynk',
THE 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE, MATHEMATICS, ENVIRONMENT, AND EDUCATION: Flexibility in Research and Innovation on Science, Mathematics, Environment, and education for sustainable development, 2540(January), p. 100004.
Available at: <https://doi.org/10.1063/5.0125207>.

Suwarti, Mulyono and Prasetyo, B. (2017) 'Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino', *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 1(1), pp. 15-27.

Syahfitrianie, T. and Alexandra, D. (2019) *Pengukuran Kemiringan Bangunan PT. Aetra Air Jakarta – PuloGadung, PT Hesa Laras Cemerlang*. Available at: <https://hesa.co.id/pengukuran-kemiringan-bangunan/>.

Syaifullah, A., Ilmi, N.M. and Yuliatmojo, P. (2017) 'Alat Pengukur Tinggi Badan dan Benda Secara Digital

Menggunakan Sensor Ultrasonik SRF05 Berbasis Arduino', *Jurnal Autocracy*, 4(1), pp. 30–40. Available at: <https://doi.org/10.21009/autocracy.04.1.4>.

Widharma, I.G.S. (2021) 'Buku Teks Mikrokontroler', in. Bali. Available at: https://www.researchgate.net/publication/354532161_Buku_Teks_Mikrokontroler_Chapter_Two.

Yunardi, R.T., Winarno and Pujiyanto (2017) 'Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection', *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 6(1), p. 33. Available at: <https://doi.org/10.36055/setrum.v6i1.1583>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Sensor

Tabel L. 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Jarak X

No.	XM (cm)	XS (cm)	Xi (cm)	Error %	Akurasi %
1.	3	2,99	0,01	0,3	99,7
2.	6	5,90	0,10	1,6	98,4
3.	9	9,09	0,09	1,0	99,0
4.	12	11,63	0,37	3,1	96,9
5.	15	14,96	0,04	0,26	99,74
6.	18	17,82	0,18	1,0	99,0
7.	21	20,94	0,06	0,28	99,72
8.	24	23,80	0,20	0,83	99,17
9.	27	27,15	0,15	0,5	99,50
10.	30	29,34	0,66	2,2	97,8

Error Sensor = $11,07 / 10 = 1,107 \%$

Akurasi Sensor = $988,93 / 10 = 98,893 \%$

Tabel L. 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 Jarak Y

No.	XM (cm)	XS (cm)	Xi (cm)	Error %	Akurasi %
1.	3	3,25	0,25	8,3	91,7
2.	6	6,05	0,05	0,8	99,2
3.	9	8,72	0,28	3,1	96,9
4.	12	11,49	0,51	4,25	95,75
5.	15	14,18	0,82	5,46	94,54
6.	18	17,74	0,22	1,2	98,8
7.	21	20,62	0,38	1,81	98,19
8.	24	23,99	0,01	0,04	99,96
9.	27	27,06	0,06	0,22	99,78
10.	30	30,08	0,08	0,26	99,74

$$\text{Error Sensor} = 25,44 / 10 = 2,544 \%$$

$$\text{Akurasi Sensor} = 974,56 / 10 = 97,456 \%$$

Tabel L. 3 Pengukuran Sudut Kemiringan Gedung Variasi 1

No.	DM (°)	DS (°)	Error %	Akurasi %
1.	0	0,01	0	100
2.	4	4,07	1,75	98,25
3.	5	5,03	0,6	99,40
4.	10	10,19	1,9	98,10
5.	12	12,18	1,5	98,50
6.	15	15,00	0	100

$$\text{Error} = 575 / 6 \times 100\% = 0,96 \%$$

$$\text{Akurasi} = 594,25 / 6 = 99,04 \%$$

Tabel L. 4 Pengukuran Sudut Kemiringan Gedung Variasi 2

Busur (°)	D1 (°)	D2 (°)	D3 (°)	D4 (°)	D5 (°)	Mean D
0	0,07	0,10	0,09	0,09	0,07	0,089
4	3,93	4,20	3,81	3,96	4,18	0,016
5	5,11	5,19	5,13	5,00	4,99	0,084
10	9,53	9,47	9,59	9,13	9,55	0,466
12	11,93	11,83	11,94	11,65	11,87	0,156

Error = 0,1612 %

Akurasi = 99,838 %

Tabel L. 5 Pengukuran Sudut Kemiringan Gedung Variasi 3

Busur (°)	D1 (°)	D2 (°)	D3 (°)	D4 (°)	D5 (°)	Mean D
0	0,33	0,47	0,45	0,45	0,29	0,398
4	4,15	4,01	4,06	4,09	4,04	0,07
5	4,94	5,05	4,89	5,05	5,01	0,012
10	10,20	10,04	10,04	10,01	10,01	0,06
12	12,10	11,96	11,98	12,05	11,97	0,012

Error = 0,1104 %

Akurasi = 99,8896 %

Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pengujian

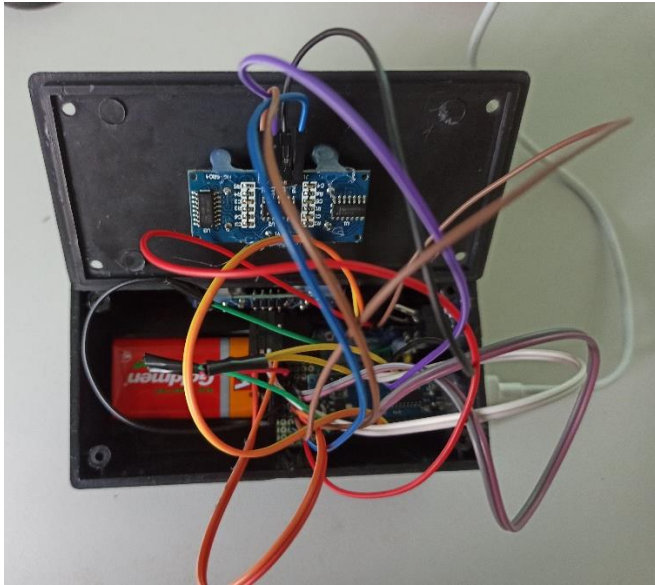
a. Tampilan *Prototype*



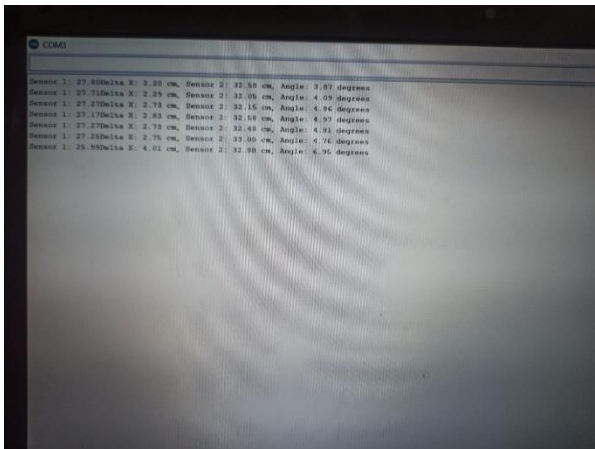
b. Tampilan keseluruhan *prototype*



c. Tampilan rangkaian *hardware*



d. Tampilan hasil serial monitor pada Arduino IDE



e. Tampilan pada OLED



Lampiran 3. *Data Sheet* Sensor Ultrasonik HC-SR04

ROBOT . HEAD to TOE
Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor

Cytron
Technologies



User's Manual

V1.0

May 2013

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Cytron Technologies Incorporated with respect to the accuracy or use of such information or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Cytron Technologies's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Cytron Technologies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

1.0 INTRODUCTION

The HC-SR04 ultrasonic sensor uses sonar to determine distance to an object like bats or dolphins do. It offers excellent non-contact range detection with high accuracy and stable readings in an easy-to-use package. From 2cm to 400 cm or 1" to 13 feet. It operation is not affected by sunlight or black material like Sharp rangefinders are (although acoustically soft materials like cloth can be difficult to detect). It comes complete with ultrasonic transmitter and receiver module.

Features:

- Power Supply :+5V DC
- Quiescent Current : <2mA
- Working Current: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance : 2cm – 400 cm/1" - 13ft
- Resolution : 0.3 cm
- Measuring Angle: 30 degree
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm

2.0 PACKING LIST

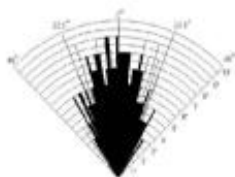
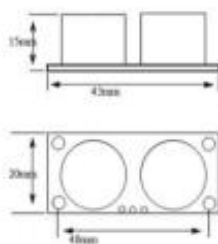


1. 1 x HC-SR04 module

3.9 PRODUCT LAYOUT



VCC = +5VDC
Trig = Trigger input of Sensor
Echo = Echo output of Sensor
GND = GND



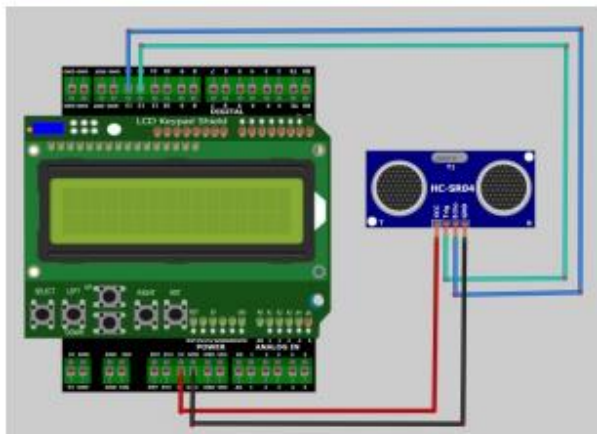
Practical test of performance,
Best in 30 degree angle

4.0 PRODUCT SPECIFICATION AND LIMITATIONS

Parameter	Min	Typ.	Max	Unit
Operating Voltage	4.50	5.0	5.5	V
Quiescent Current	1.5	2	2.5	mA
Working Current	10	15	20	mA
Ultrasonic Frequency	-	40	-	kHz

6.0 HARDWARE INTERFACE

Here is example connection for Ultrasonic Ranging module to Arduino UNO board. It can be interface with any microcontroller with digital input such as [PIC](#), [SK40C](#), [SK28A](#), [SKds40A](#), [Arduino series](#).

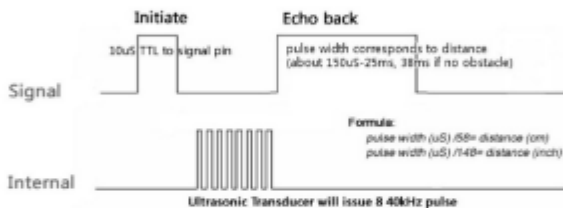


5.0 OPERATION

The timing diagram of HC-SR04 is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10us, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycle of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (Ton) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in uS (micro second)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s



Note:

- Please connect the GND pin first before supplying power to VCC.
- Please make sure the surface of object to be detect should have at least 0.5 meter² better performance.

7.0 EXAMPLE CODE

This is [example code](#) Ultrasonic Ranging module. Please download the complete code at the product page.

```
#include "Ultrasonic.h"
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
Ultrasonic ultrasonic(12,13);

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("HC-SR04 testing..");
  delay(1000);
}

void loop()
{
  //lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(ultrasonic.Ranging(CM));
  lcd.print("cm ");

  delay(100);
}
```

8.0 WARRANTY

- Product warranty is valid for 6 months.
- Warranty only applies to manufacturing defect.
- Damaged caused by miss-use is not covered under warranty
- Warranty does not cover freight cost for both ways.

Lampiran 4 Syntax Arduino Prototype Pengukur Sudut Kemiringan

```
#include <Wire.h>

#include <Adafruit_GFX.h>

#include <Adafruit_SSD1306.h>

#define OLED_RESET 4

Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);

#define TRIGGER_PIN_1 2 // pin trigger sensor ultrasonik 1
#define ECHO_PIN_1 3 // pin echo sensor ultrasonik 1
#define TRIGGER_PIN_3 4 // pin trigger sensor ultrasonik 2
#define ECHO_PIN_3 5 // pin echo sensor ultrasonik 2

void setup() {
  pinMode(TRIGGER_PIN_1, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN_1, INPUT);
  pinMode(TRIGGER_PIN_3, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN_3, INPUT);

  Serial.begin(9600);
```

```
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);  
display.clearDisplay();  
display.setTextColor(WHITE);  
display.setTextSize(1);  
}
```

```
void loop() {  
    double duration_1, distance_1, distance_2;  
    double duration_3, distance_3;  
    int maximumRange = 30;  
  
    // Mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik pertama  
    digitalWrite(TRIGGER_PIN_1, LOW);  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(TRIGGER_PIN_1, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(TRIGGER_PIN_1, LOW);  
    duration_1 = pulseIn(ECHO_PIN_1, HIGH);  
    distance_1 = (duration_1 * 0.034 / 2);  
    distance_2 = maximumRange - distance_1;
```

```

// Mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik kedua
digitalWrite(TRIGGER_PIN_3, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TRIGGER_PIN_3, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIGGER_PIN_3, LOW);
duration_3 = pulseIn(ECHO_PIN_3, HIGH);
distance_3 = (duration_3 * 0.034 / 2) + 7.4;

// Menghitung sudut kemiringan menggunakan fungsi atan
double angle1 = atan(distance_2 / distance_3) * 180/PI;

// Menampilkan hasil pada OLED
display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.println("Sensor X: " + String(distance_1) + " cm");
display.println("Delta X: " + String(distance_2) + " cm");
display.println("Sensor Y: " + String(distance_3) + " cm");
display.println("Sudut: " + String(angle1) + " derajat");
display.display();

```

```
// Menampilkan hasil pada Serial Monitor
Serial.print("Sensor 1: ");
Serial.print(distance_1);
Serial.print("Delta X: ");
Serial.print(distance_2);
Serial.print(" cm, Sensor 2: ");
Serial.print(distance_3);
Serial.print(" cm, Angle: ");
Serial.print(angle1);
Serial.println(" degrees");

delay(5000);
}
```

Lampiran 5. Hasil Cek Plagiasi

Skripsi_Resa_Ahliana.pdf

ORIGINALITY REPORT

23%	22%	7%	10%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	5%
2	ejournal-binainsani.ac.id Internet Source	2%
3	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	1%
4	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
5	repository.its.ac.id Internet Source	1%
6	text-id.123dok.com Internet Source	1%
7	123dok.com Internet Source	1%
8	tafsirweb.com Internet Source	1%
9	repository.unej.ac.id Internet Source	1%
10	www.jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1%

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Resa Ahliana Nurjanah
2. Tempat, Tanggal Lahir: Brebes, 04 Februari 2002
3. Alamat : Desa Cimunding,
Kec. Banjarharjo, Kab. Brebes
4. No. Hp : 087747839398
5. Email : resaliana04@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri Cimunding 02 (2007 – 2013)
2. SMP Negeri 2 Kersana (2013 – 2016)
3. MA Al-Hikmah 2 Benda Brebes (2016 – 2019)
4. UIN Walisongo Semarang (2019 – Sekarang)

Semarang, 26 Juni 2023

Resa Ahliana Nurjanah

NIM. 1908026006