

Monitoring Getaran Tanah Berbasis IoT Blynk Menggunakan Sensor Grove IMU 9 Dof

¹Kukuh Prayoga Pangestu Prastiyawan, ²Irmalia Suryani Faradisa, ³Bima Romadhon Parada Dian Palevi

^{1,2,3}Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang Indonesia

¹kprayogapp@gmail.com, ²irmalia_suryani_faradisa@lecturer.itn.ac.id, ³bimarpd@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi tanah longsor yang tinggi, yang dipengaruhi oleh topografi yang bervariasi. Bencana tanah longsor ini sering terjadi pada musim penghujan terutama di daerah lereng pengunungan dan perbukitan. Sehingga perlu antisipasi melalui monitoring getaran tanah. Getaran tanah merupakan faktor yang bisa menyebabkan terjadinya tanah longsor. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya pergerakan tanah sehingga lebih dini mengetahui potensi terjadinya tanah longsor dengan melihat grafik perbedaan antara *axis gyroscope* dan *axis accelerometer*. Terdapat perbedaan hasil pengujian menggunakan penggaris 45°, dimana nilai pembacaan sensor IMU 9 Dof yaitu pada axis X (45,12°), axis Y (45,33°). Data grafik gerakan atau pergeseran sudah dapat terlihat pada aplikasi Blynk IoT sehingga dapat mempermudah pengguna untuk dapat melihat atau memantau secara real time jika terdapat gerakan atau pergeseran yang terdeteksi oleh sensor IMU 9 Dof.

Kata Kunci: Tanah longsor, Sensor IMU 9 Dof, Blynk IoT, LCD

I. PENDAHULUAN

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau ke luar lereng[1]. Proses terjadinya tanah longsor dapat di terangkan sebagai berikut: air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng[2].

Indonesia termasuk dalam daerah tropis yang mempunyai curah hujan tinggi dan topografi yang bervariasi. Banyak bencana seperti letusan gunung api, gempa bumi, tanah longsor dan banjir yang terjadi di Indonesia berdasarkan geologis, geomorfologis dan klimatologis. Bencana-bencana tersebut disebabkan oleh faktor alam dan juga manusia[3].

Daerah atau lokasi rawan longsor adalah lokasi yang memiliki tingkat kecuraman sedang sampai tinggi[4]. Dengan kata lain, lokasi rawan longsor berada di lokasi-lokasi seperti lereng, bukit, konstruksi permukaan tanah yang landau, dan tebing curam. Lokasi-lokasi tersebut perlu mendapat penanganan khusus agar tidak longsor[5].

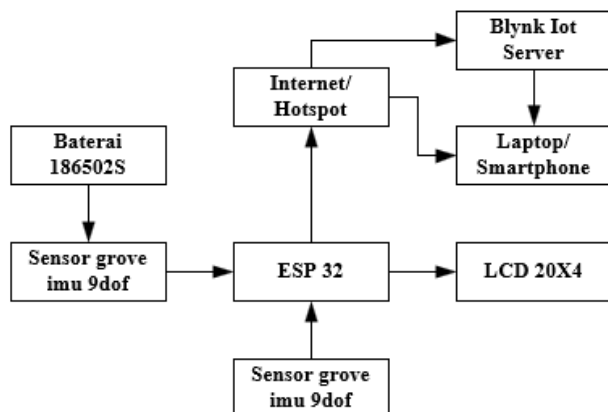
Penelitian terdahulu oleh Andika Putra pada Tahun 2022 tentang Sistem Peringatan Dini Bencana alam tanah longsor berbasis *Internet of things* menggunakan sensor MPU6050 6 axis[6]. Pada alat tersebut masih mempunyai kekurangan dimana axis yang digunakan untuk mendeteksi pergeseran tanah masih menggunakan 3 axis Accelerometer dan web yang digunakan masih menggunakan jaringan local host. Penelitian terdahulu oleh Denny Nugroho pada Tahun 2019 tentang Rancang bangun wireless sensor network peringatan dini longsor berbasis mikrokontroler[7] Pengiriman data pergeseran dari alat ini ke base station menggunakan Xbee pro dengan jarak jangkauan sejauh 2 mil. Penelitian ini, masih mempunyai kekurangan yaitu jarak pengiriman data terbatas, sehingga sensor tidak bisa jauh dari base station[8].

Berdasar uraian di atas dan mempertimbangkan hal tersebut, maka dari itu dapat dikembangkan dengan Sensor yang lebih bagus menggunakan IMU 9 Dof dan pengiriman data pergeseran tanah secara *realtime* menggunakan aplikasi Blynk IoT. Alat ini bekerja dengan cara memonitoring pergerakan tanah dengan memanfaatkan 6 axis dari sensor Imu yaitu 3-axis *gyroscope* dan 3-axis *accelerometer*. Data axis ini yang nantinya akan di proses oleh ESP 32, ditampilkan pada aplikasi Blynk IoT berupa data grafik dan LCD berupa data *integer* dari pergeseran atau pergerakan tanah.

Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mendeteksi adanya pergerakan tanah sehingga lebih dini mengetahui potensi terjadinya tanah longsor dengan melihat grafik perbedaan antara *axis gyroscope* dan *axis accelerometer*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Blok Keseluruhan Sistem

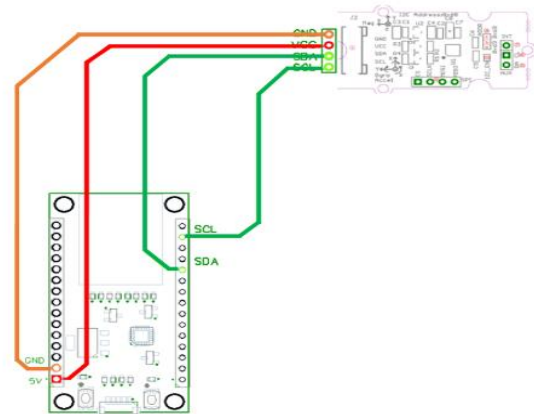


Gambar 1. Diagram Blok Keseluruhan

Gambar 1 diatas merupakan blok diagram sistem pada penelitian ini komponen yang digunakan untuk melakukan penelitian yaitu sebagai berikut:

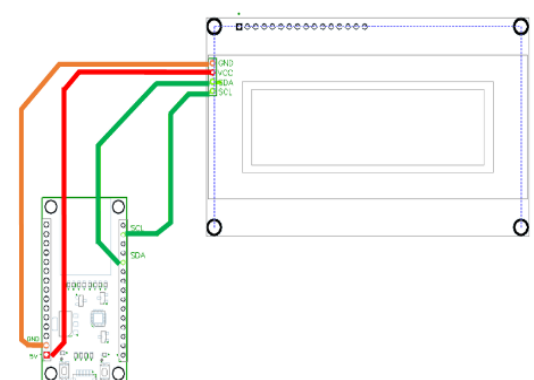
1. Baterai 18650 2S digunakan sebagai input catu daya alat.
2. Stepdown regulator berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai 18650 2S dengan keluaran tegangan 8,4V menjadi 5 V dengan memutar potensiometer hingga pas 5 V yang kemudian tegangan output dilanjutkan untuk menghidupkan ESP 32, sensor IMU 9 Dof, dan LCD.
3. Sensor IMU 9 Dof berfungsi untuk mengirimkan hasil monitoring pergerakan tanah.
4. ESP 32 digunakan untuk memproses data dari sensor IMU 9 Dof dan mengirim data tersebut ke Blynk server sebagai software dari pembacaan sensor IMU 9 Dof.
5. LCD sebagai hardware yang berfungsi untuk menampilkan data pergeseran tanah.
6. Internet berfungsi untuk menghubungkan data dari ESP 32 ke Blynk server.
7. Blynk IoT server berfungsi untuk menampilkan data grafik yang berasal dari ESP 32.
8. Laptop/ smartphone berfungsi untuk melihat data pergeseran tanah

B. Perencanaan Perangkat Keras



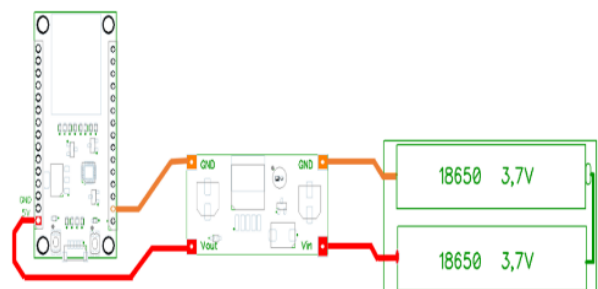
Gambar 2. Rangkaian sensor IMU 9 Dof dengan ESP 32

Pada gambar 2 menampilkan cara menghubungkan antara ESP 32 dengan sensor IMU 9 Dof dengan menggunakan pin SDA (serial data) dan SCL (serial clock) ke pin GPIO 22 (general purpose input/ output) dan GPIO 21.



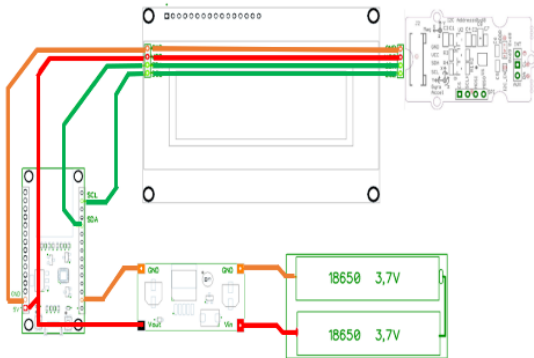
Gambar 3. Rangkaian LCD dengan ESP 32

Pada gambar 3 menampilkan cara menghubungkan antara ESP 32 dan LCD dengan menggunakan pin SDA (serial data) dan SCL (serial clock) pada LCD ke pin SDA dan pin GPIO 21 dan pin GPIO 22 pada ESP 32.



Gambar 4. Rangkaian ESP 32 dengan catu daya

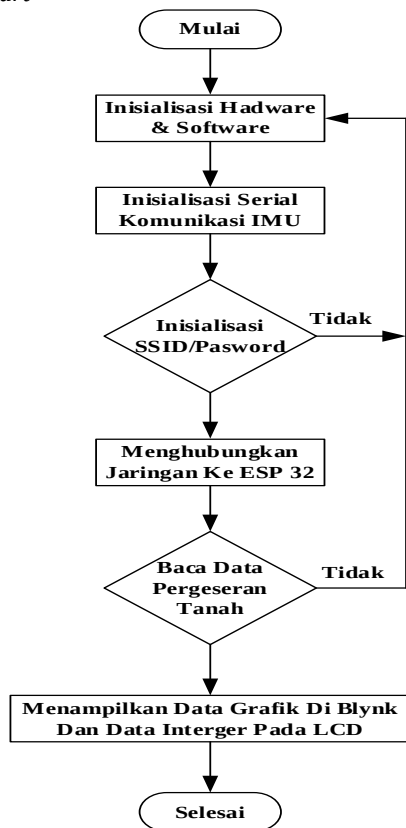
Pada gambar 4 menampilkan cara merangkaian yang rangkaian ini berfungsi untuk mengatur *output* tegangan 8,4 V dari baterai dan diteruskan melalui *stepdown regulator* menjadi 5 V yang akan disalurkan ke ESP 32.



Gambar 5. Rangkaian sistem keseluruhan.

Pada gambar 5 adalah seluruh rangkaian mulai dari rangkaian sensor IMU 9 Dof yang terhubung ke ESP 32, rangkaian LCD yang terhubung ke ESP 32, dan rangkaian ESP 32 yang terhubung pada catudaya diintegrasikan menjadi satu rangkaian sistem keseluruhan.

C. Flowchart



Gambar 6. Flowchart

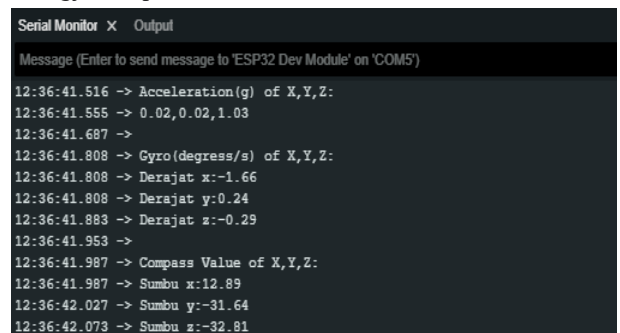
Dari gambar 6 dapat kita ketahui bahwa cara kerja alat, dimulai dari sinkronisasi antara *hardware* (perangkat keras) yaitu rangkaian alat dan *software* (perangkat lunak) yaitu *coding* untuk rangkaian kemudian terhubung dengan sensor IMU 9 Dof dilanjutkan dengan pengecekan SSID/ *password* apa bila tidak terkoneksi maka akan kembali lagi ke sinkronisasi *hardware* dan *software* dan jika sudah terkoneksi maka dilanjutkan ke ESP 32 dan pada ESP 32 akan memproses *output* dari pembacaan sensor IMU 9 Dof apabila belum ada data yang keluar kemungkinan jaringan terputus atau tidak stabil, apabila ESP 32 dapat membaca dan mengolah data *output* pembacaan dari sensor IMU 9 Dof maka data grafik akan ditampilkan pada Blynk dan data *interger* akan muncul pada layar LCD.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan hasil dan juga pembahasan dari pengujian sensor. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap data dalam sensor IMU 9 Dof yaitu, *Accelerometer*, *Gyroscope*. Hasil dari pengujian alat ini tidak hanya menjadi dasar atau sumber data dalam pengambilan kesimpulan tetapi juga sebagai hal yang harus ditingkatkan untuk kedepannya

A. Hasil Perencanaan Dashboard Blynk IoT

Perancangan *dashboard* Blynk IoT bertujuan untuk melihat atau *memonitoring* data - data yang sudah dikirim dari mikrokontroler ESP 32 ke dalam sebuah aplikasi Blynk IoT. Pada halaman *dashboard* terdapat nama atau *title* untuk aplikasi *monitoring* dan beberapa grafik atau *widget* untuk menampilkan informasi dari masing-masing data yang pada sensor grove IMU 9 Dof. Data - data yang ditampilkan dalam halaman *dashboard* tersebut yaitu kalibrasi parameter *axis gyroscope*, *axis accelerometer*.



Gambar 7. Esp 32 dan sensor IMU 9 Dof sudah bisa terkoneksi

Pada gambar 7 adalah ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof jika sudah dapat terkoneksi pada tampilan aplikasi arduino IDE, dari hasil pembacaan sensor IMU 9 Dof yang kemudian diolah ESP 32

1. Kalibrasi Data Axis Gyroscope Pada Blynk IoT dan LCD

1.1 Pengujian Axis Gyroscope Dalam Keadaan Diam



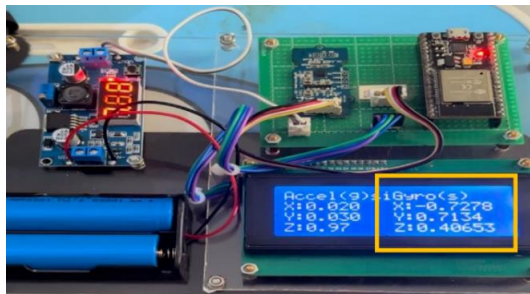
Gambar 8. Data *axis gyroscope* dalam keadaan diam pada *website*

Berdasarkan data pada gambar 8 dalam kotak kuning pengujian data *axis gyroscope* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil pembacaan sensor pada *website* Blynk IoT yaitu *axis X* ($-0,72^{\circ}$), *axis Y* ($0,71^{\circ}$) dan *axis Z* ($-0,4^{\circ}$) dalam keadaan diam.



Gambar 9. Data *axis gyroscope* dalam keadaan diam pada *smartphone*

Berdasarkan data pada gambar 9 dalam kotak kuning pengujian data *axis gyroscope* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *smartphone* Blynk IoT yaitu *axis X* ($-0,72^{\circ}$), *axis Y* ($0,71^{\circ}$) dan *axis Z* ($-0,4^{\circ}$) dalam keadaan diam.



Gambar 10. Data *axis gyroscope* dalam keadaan diam pada LCD

Berdasarkan data pada gambar 10 dalam kotak kuning pengujian data *axis gyroscope* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil pembacaan sensor pada tampilan

LCD yaitu *axis X* ($-0,72^{\circ}$), *axis Y* ($0,71^{\circ}$) dan *axis Z* ($0,4^{\circ}$) dalam keadaan diam.

Tabel 1. Perbandingan pembacaan Blynk IoT dan LCD saat diam

Axis Gyroscope	Website Blynk IoT	Smart-phone	LCD
Axis X	$-0,72^{\circ}$	$-0,72^{\circ}$	$-0,72^{\circ}$
Axis Y	$0,71^{\circ}$	$0,71^{\circ}$	$0,71^{\circ}$
Axis Z	$0,4^{\circ}$	$0,4^{\circ}$	$0,4^{\circ}$

Pada pembacaan hasil perbandingan pengujian *axis gyroscope* seperti pada Tabel 1 tidak ada perbedaan pembacaan data dari sensor IMU 9 Dof pada *website*, *smartphone* dan LCD.

1.2 Pengujian Axis Gyroscope Ketika Ada Pergerakan



Gambar 11. Data *axis gyroscope* ketika ada pergerakan pada *website*

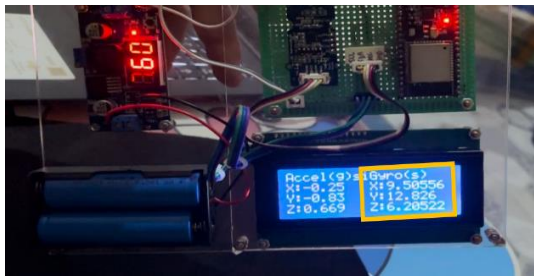
Berdasarkan data pada gambar 11 dalam kotak kuning pengujian saat *axis gyroscope* ketika mendapat gerakan atau getaran sensor IMU 9 Dof dapat membaca gerakan dan mengirimnya ke ESP 32 kemudian diolah dan ditampilkan pada *website* Blynk IoT dengan hasil *axis X* ($9,5^{\circ}$), *axis Y* ($12,82^{\circ}$), dan *axis Z* ($6,2^{\circ}$).



Gambar 12. Data *axis gyroscope* saat ada pergerakan pada aplikasi *smartphone*

Berdasarkan data pada gambar 12 dalam kotak kuning pengujian data *axis gyroscope* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *smartphone* Blynk IoT yaitu *axis X* ($9,5^{\circ}$), *axis*

Y ($12,82^\circ$) dan axis Z ($6,2^\circ$) pada saat gerakan yang terdeteksi.



Gambar 13. Data *axis gyroscope* ketika ada gerakan pada LCD

Berdasarkan data pada gambar 13 dalam kotak kuning pengujian saat *axis gyroscope* ketika mendapat gerakan atau getaran, sensor IMU 9 Dof dapat membaca gerakan dan mengirimnya ke ESP 32 kemudian diolah dan ditampilkan pada LCD dengan hasil *axis X* ($9,5^\circ$), *axis Y* ($12,82^\circ$), dan *axis Z* ($6,2^\circ$).

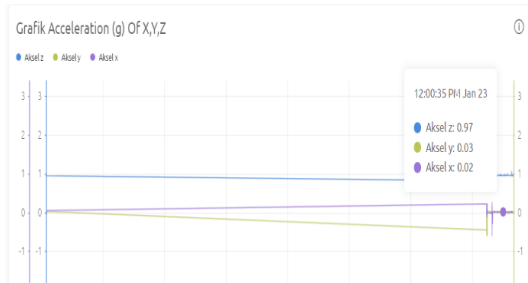
Tabel 2. Perbandingan pembacaan Blynk IoT dan LCD ketika ada Gerakan

Axis Gyroscope	Website Blynk IoT	Smart-phone	LCD
Axis X	$9,5^\circ$	$9,5^\circ$	$9,5^\circ$
Axis Y	$12,82^\circ$	$12,82^\circ$	$12,82^\circ$
Axis Z	$6,2^\circ$	$6,2^\circ$	$6,2^\circ$

Pada pembacaan hasil perbandingan pengujian *axis gyroscope* seperti pada Tabel 2 tidak terdapat perbedaan pembacaan data dari sensor IMU 9 Dof pada *website*, *smartphone* dan tampilan LCD.

2. Kalibrasi Data Axis Accelerometer Pada Blynk IoT dan LCD

2.1 Kalibrasi Axis Accelerometer



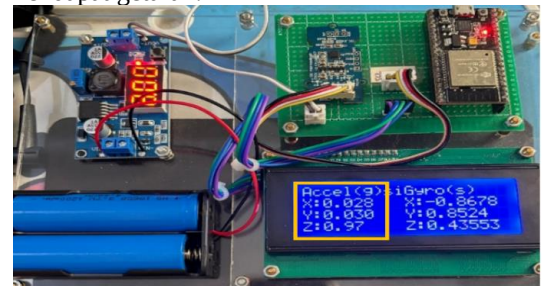
Gambar 14. Data *axis accelerometer* dalam keadaan diam pada *website*

Berdasarkan data pada gambar 14 pengujian data *axis accelerometer* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil melihat grafik pembacaan sensor pada *website* Blynk IoT yang bergerak naik turun



Gambar 15. Data *axis accelerometer* dalam keadaan diam pada *smartphone*

Berdasarkan data pada gambar 15 data *axis accelerometer* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil pembacaan sensor pada aplikasi Blynk IoT menggunakan *smartphone* dalam keadaan diam atau tidak mendapat getaran.

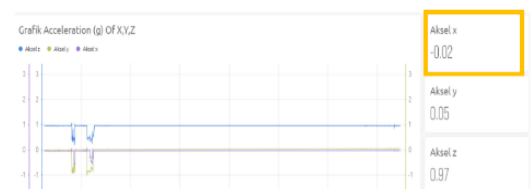


Gambar 16. Data *axis accelerometer* dalam keadaan diam pada LCD

Berdasarkan data pada gambar 16 dalam kotak kuning pengujian data *axis accelerometer* ESP 32 dan sensor IMU 9 Dof dapat terhubung dengan hasil dalam keadaan diam.

2.2 Pengujian Axis Accelerometer

Pengujian *axis accelerometer* hanya dilakukan dengan memberi getaran pada area sensor IMU 9 Dof karena *axis accelerometer* hanya mendeteksi getaran dari setiap *axis accelerometer*.



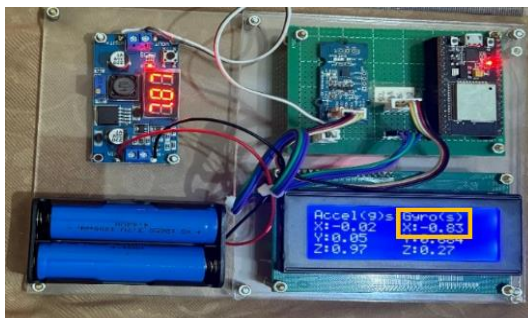
Gambar 17. Getaran pada *axis X accelerometer* pada *website*

Pada gambar 17 pada kotak kuning grafik warna biru *axis X accelerometer* dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar $0,196 \text{ mS}^2$.



Gambar 18. Getaran pada axis X accelerometer pada aplikasi *smartphone*

Pada gambar 18 pada kotak kuning axis X accelerometer dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar 0,196 mS².



Gambar 19. Getaran pada axis X accelerometer pada LCD

Gambar 19 axis X accelerometer diberikan getaran, dapat dilihat nilai pada *website*, *smartphone* maupun yang ditampilkan pada LCD tidak ada perbedaan.



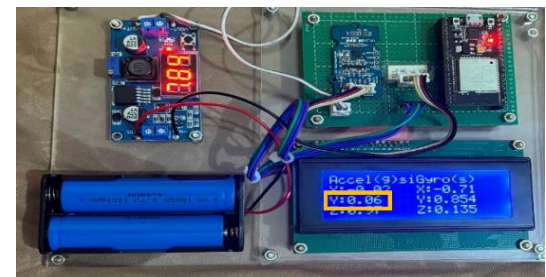
Gambar 20. Getaran pada axis Y accelerometer pada *website*

Pada gambar 20 pada kotak kuning grafik warna hijau muda tampilan *website* axis Y accelerometer dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar 0, 58 mS².



Gambar 21. Getaran pada axis Y accelerometer pada aplikasi *smartphone*

Pada gambar 21 pada kotak kuning tampilan aplikasi *smartphone* axis Y accelerometer dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar 0,58 mS



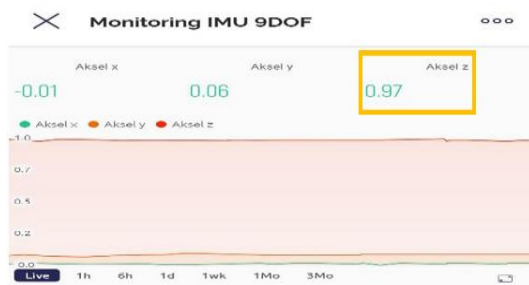
Gambar 22. Getaran pada axis Y accelerometer pada LCD

Gambar 22 axis Y accelerometer diberikan getaran, dapat dilihat nilai pada *website*, *smartphone* maupun yang ditampilkan pada LCD tidak ada perbedaan.



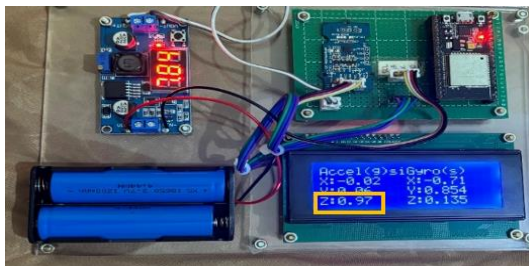
Gambar 23. Getaran pada axis Z accelerometer pada *website*

Pada gambar 23 pada kotak kuning grafik warna ungu tampilan *website* axis Z accelerometer dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar 9,5 mS².



Gambar 24. Getaran pada axis Z accelerometer pada aplikasi *smartphone*

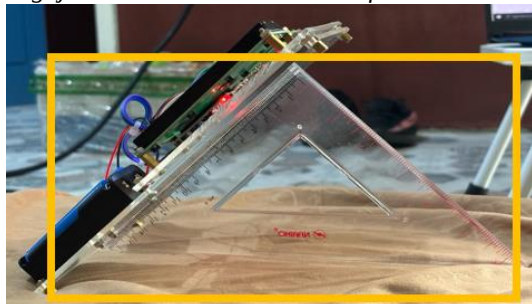
Pada gambar 24 pada kotak kuning grafik warna ungu tampilan *smartphone* axis Z accelerometer dalam pengujian didapatkan bahwa amplitudo tertinggi sebesar 9,5 mS².



Gambar 25. Getaran pada axis Z accelerometer pada LCD

Gambar 25 axis Z accelerometer diberikan getaran, dapat dilihat nilai pada *website*, *smartphone* maupun yang ditampilkan pada LCD tidak ada perbedaan.

B. Pengujian Sensor Grove IMU 9 Dof



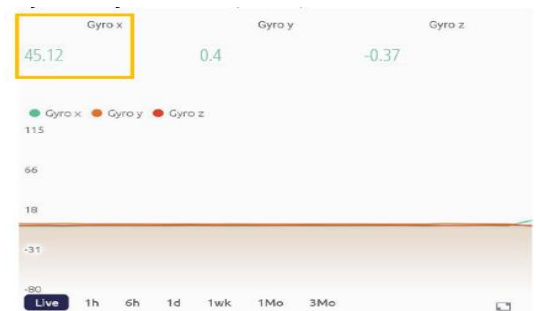
Gambar 26. Pengujian axis X gyroscope menggunakan penggaris segitiga 45°.

Setelah dilakukan kalibrasi pada setiap sumbu atau axis maka pengujian selanjutnya dilakukan seperti yang ditandai dalam kotak kuning pada gambar 26 yaitu dengan menguji axis X gyroscope pada alat dengan menggunakan penggaris segitiga 45°.



Gambar 27. Nilai axis X gyroscope pada *website*

Berdasarkan data pada gambar 27 dalam kotak kuning pengujian data axis X gyroscope dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada *website* Blynk IoT yaitu axis X (45,12°), dalam keadaan alat miring 45°.



Gambar 28. Nilai axis X gyroscope pada aplikasi *smartphone*

Berdasarkan data pada gambar 28 dalam kotak kuning pengujian data axis X gyroscope dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *smartphone* Blynk IoT yaitu axis X (45,12°), dalam keadaan alat miring 45°.



Gambar 29. Nilai axis X gyroscope pada LCD

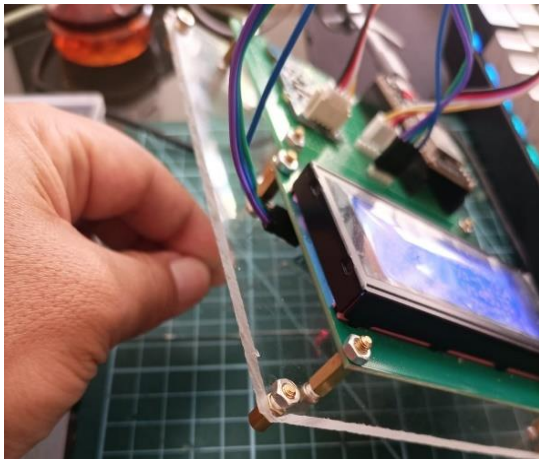
Berdasarkan data pada gambar 29 dalam kotak kuning pengujian data axis X gyroscope dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada LCD yaitu axis X (45,12°), dalam keadaan alat dimiringkan 45°.

Tabel 3. Perbandingan pengujian Axis X Gyroscope

Axis Gyroscope	Website	Smart-phone	LCD	Peng-garis	Selisih	Error
Axis X	45,12°	45,12°	45,12°	45°	0,12°	0,20%

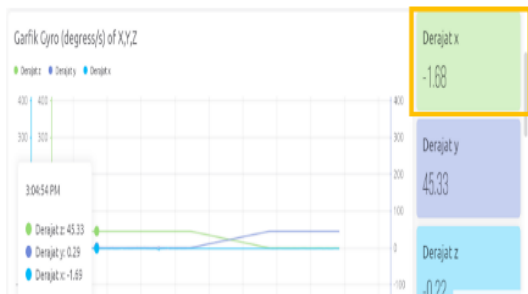
Perbandingan pengujian pada tabel 3 di atas data yang ditampilkan di *website* Blynk IoT, aplikasi

smartphone Blynk IoT dan tampilan LCD tidak ada perbedaan nilai karena saat dimiringkan 45° dalam keadaan stabil dan diam, namun ada selisih pembacaan dengan penggaris 45° sebesar 0,12° dengan nilai *error* 0,20%.



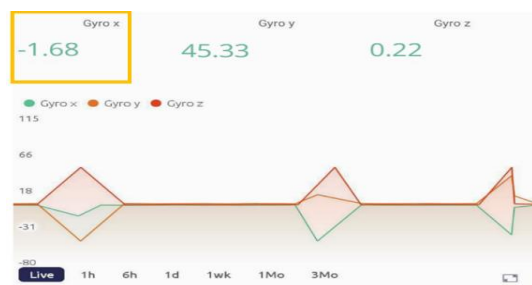
Gambar 30. Pengujian *axis Y gyroscope* menggunakan penggaris segitiga 45°.

Setelah dilakukan kalibrasi pada setiap sumbu atau *axis* maka pengujian selanjutnya dilakukan seperti yang ditandai dalam kotak kuning pada gambar 30 yaitu dengan menguji *axis Y gyroscope* pada alat dengan menggunakan penggaris segitiga 45°.



Gambar 31. Tampilan *axis Y gyroscope* pada website

Berdasarkan data pada gambar 31 dalam kotak kuning pengujian data *axis Y gyroscope* dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada website Blynk IoT yaitu *axis Y* (45,33°), dalam keadaan alat dimiringkan 45°.



Gambar 32. Nilai *axis Y gyroscope* pada aplikasi *smartphone*

Berdasarkan data pada gambar 32 dalam kotak kuning pengujian data *axis Y gyroscope* dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *smartphone* Blynk IoT yaitu *axis Y* (45,33°), dalam keadaan alat miring 45°.



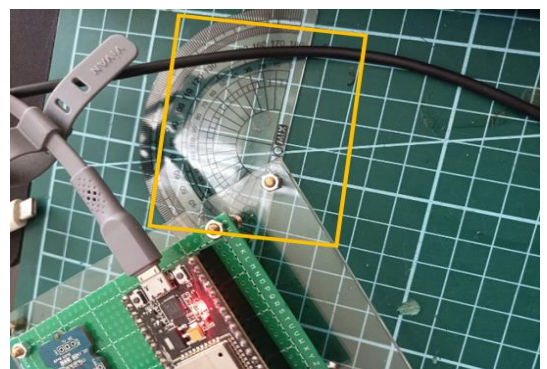
Gambar 33. Nilai *axis Y gyroscope* pada tampilan LCD

Berdasarkan data pada gambar 33 dalam kotak kuning pengujian data *axis Y gyroscope* dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada tampilan LCD yaitu *axis Y* (45,33°), dalam keadaan alat dimiringkan 45°.

Tabel 4. Perbandingan pengujian *Axis Y Gyroscope*

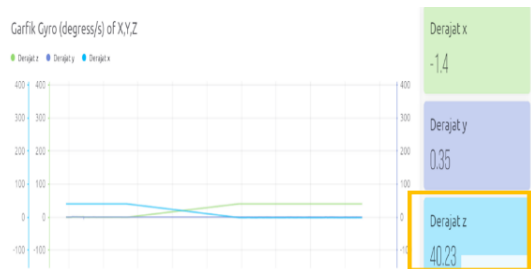
Axis Gyroscope	Website	Smart-phone	LCD	Peng-garis	Selisih	Error
Axis Y	45,33°	45,33°	45,33°	45°	0,33°	0,73%

Perbandingan pengujian pada tabel 4 di atas data yang ditampilkan di website Blynk IoT, aplikasi *smartphone* Blynk IoT dan tampilan LCD tidak ada perbedaan nilai karena saat dimiringkan 45° dalam keadaan stabil dan diam, namun ada selisih pembacaan dengan penggaris 45° sebesar 0,33° dengan nilai *error* 0,73%.



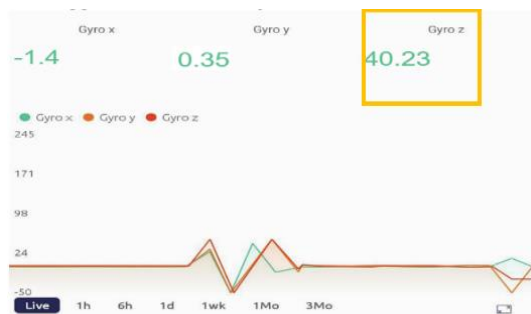
Gambar 34. Pengujian *axis Z gyroscope* menggunakan busur derajat

Setelah dilakukan kalibrasi pada setiap sumbu atau *axis* maka pengujian selanjutnya dilakukan seperti yang ditandai dalam kotak kuning pada gambar 34 yaitu dengan menguji *axis Z gyroscope* pada alat dengan menggunakan busur derajat dengan memutar sensor ke arah kanan dan kiri.



Gambar 35. Nilai axis Z gyroscope pada website

Berdasarkan data pada gambar 35 dalam kotak kuning pengujian data axis Z gyroscope dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada website Blynk IoT yaitu axis Z ($40,23^\circ$), dengan menggeser axis Z ke sudut 40° menggunakan busur derajat.



Gambar 36. Nilai axis Z gyroscope pada aplikasi smartphone

Berdasarkan data pada gambar 36 dalam kotak kuning pengujian data axis Z gyroscope dapat terbaca hasil pembacaan sensor pada aplikasi smartphone Blynk IoT yaitu axis Y ($40,23^\circ$), dengan menggeser axis Z ke sudut 40° menggunakan busur derajat.



Gambar 37. Nilai axis Z gyroscope pada LCD

Berdasarkan data pada gambar 37 dalam kotak kuning pengujian data axis Z gyroscope dapat terbaca dengan hasil pembacaan sensor pada LCD yaitu axis Z ($40,23^\circ$), dengan menggeser sudut ke 40° menggunakan busur derajat.

Tabel 5. Perbandingan pengujian Axis Z Gyroscope

Axis Gyroscope	Website	Smart-phone	LCD	Busur	Selisih	Error
Axis Z	$40,23^\circ$	$40,23^\circ$	$40,23^\circ$	40°	$0,23^\circ$	0,57%

Perbandingan pengujian pada tabel 5 di atas data yang ditampilkan di website Blynk IoT, aplikasi smartphone Blynk IoT dan LCD tidak ada perbedaan nilai karena saat digeser ke sudut 40° pada busur derajat dalam keadaan stabil, namun ada selisih pembacaan dengan busur derajat yaitu sebesar $40,23^\circ$ dengan nilai error 0,57%.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasar atas semua pengujian yang sudah dilakukan. Terdapat beberapa hal yang perlu diambil untuk dijadikan kesimpulan mengenai Monitoring Pergeseran Tanah Berbasis IoT Blynk Menggunakan Sensor IMU 9 Dof. Berikut adalah kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian:

1. Pada hasil pengujian monitoring pergeseran tanah berbasis IoT Blynk menggunakan sensor IMU 9 Dof terdapat perbedaan terhadap pengujian menggunakan penggaris segitiga 45° , dengan nilai pembacaan sensor IMU 9 Dof yaitu pada axis X ($45,12^\circ$), axis Y ($45,33^\circ$).
2. Pada hasil pengujian monitoring pergeseran tanah berbasis IoT Blynk menggunakan sensor IMU 9 Dof terdapat perbedaan terhadap pengujian menggunakan busur derajat, dengan nilai pembacaan sensor IMU 9 Dof yaitu pada axis Z ($40,23^\circ$).
3. Hasil pengujian dari axis X menggunakan penggaris 45° terdapat selisih $0,12^\circ$ dengan nilai error 0,20%
4. Hasil pengujian dari axis Y menggunakan penggaris 45° terdapat selisih $0,33^\circ$ dengan nilai error 0,72%.
5. Hasil pengujian dari axis Z menggunakan busur derajat yang digerakan 40° terdapat selisih $0,23^\circ$ dengan nilai error 0,57%.
6. Data grafik gerakan atau pergeseran sudah dapat terlihat pada aplikasi Blynk IoT sehingga dapat mempermudah pengguna untuk dapat melihat atau memantau secara real time jika terdapat gerakan atau pergeseran yang terdeteksi oleh sensor IMU 9 Dof.

B. Saran

Proses monitoring pergeseran tanah berbasis IoT Blynk menggunakan Sensor IMU 9 Dof dan ESP 32 tidak lepas dari berbagai kesalahan, baik dalam pengujian, analisa, dan perancangan alat. Adapun saran yang ditambahkan untuk kedepannya dapat lebih disempurnakan lagi. Saran tersebut sebagai berikut:

1. Referensi dari sensor grove IMU 9 Dof masih sangat terbatas, perlu dilakukan penelitian lagi ke depannya.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi menggunakan pada sumbu *accelerometer* dengan mengubah atau mengkonversi nilai pembacaan

dengan satuan derajat menjadi satuan jarak (cm ataupun m).

3. Penelitian selanjutnya dapat menambah sensor lain sebagai pembanding, karena pada dasarnya pergeseran tanah terjadi dikarenakan perubahan struktur tanah.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Priyono, “Kumpulan Infomasi Terutama Tentang Bencana Tanah Longsor dan Banjir Serta Upaya Mitigasinya”, UNISRI Press. Surakarta. 2022.
- [2] F. Fatiatun, F. Firdaus, S. Jumini, and N. P. Adi, “Analisis Bencana Tanah Longsor Serta Mitigasinya,” SPEKTRA J. Kaji. Pendidik. Sains, vol. 5, no. 2, p. 134, 2019.
- [3] Aizid, R., “Buku Pintar Penanggulangan Tanah Longsor”, DIVE Press. Yogyakarta. 2021.
- [4] A. Putra, T. Rohana, and santi A. Puspita, “Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Tanah Lonsor Berbasis Internet Of Things,” Sci. Student J. Information, Technol. Sci., vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2022.
- [5] Nugroho, D., and Uswarman, “Rancang Bangun Wireless Sensor Network Peringatan Dini Longsor Berbasis Mikrokontroler”, Presented at Electician, Lampung Selatan. Volume 13, No.1, September 2019.
- [6] Widodo, K. A., & Palevi, B. (2024). LoRa Network Performance Analysis on Landslide Monitor for Landslide Disaster Mitigation in the Greater Malang Area. Sistemasi, 13, 447–457.
- [7] Michael Ardita, Suryani Faradisa, I., & Romadhon Parada Dian Palevi, B. (2022). Evaluasi Unjuk Kerja Latency Komunikasi IoT Berbasis UDP untuk Aplikasi pada Intelligent Transportation System (ITS). Prosiding SENIATI, 6(4), 745–750.
- [8] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, “The Internet of Things (IoT): An Overview,” Int. J. Eng. Res. Appl., vol. 5, no. 12, pp. 71–82, 2015.

VI. BIODATA PENULIS



Kukuh Prayoga Pangestu Prastiyawan lahir di Lamongan, 20 Juli 2000. Ia menyelesaikan Pendidikan D3 di Politeknik Penerbangan Makassar dengan jurusan Teknologi Bandar Udara pada tahun 2021. Pada tahun 2022 ia melanjutkan studi di perguruan tinggi swasta di Institut Teknologi Nasional Malang Program Studi Teknik Elektro S-1 dengan konsentrasi Teknik Elektronika. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar – besarNya atas terselesaikannya skripsi ini yang berjudul “Monitoring Pergeseran Tanah Berbasis IoT Blynk Menggunakan Sensor Grove IMU 9 Dof dan ESP 32”.