



APLIKASI PENDETEKSI KEMIRINGAN TIANG LISTRIK

A.Abd.Jabbar^{1*}, Jasmawati², A. Irmayani Pawelloi³, Untung Suwardoyo⁴

^{3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

^{1*,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : andi_abdi@yahoo.co.id

Abstract: Electrical poles are components of low voltage and medium voltage overhead lines which have the main function of supporting electrical conductors. Monitoring the slope of electricity poles is important to maintain the safety and performance of the electricity network. The aim of this research is to create a tool to detect the tilt of electricity poles so that they remain in a safe position. Research with a qualitative methodology based on literature studies, using the MPU6050 sensor as a tilt detector and ESP32 as a microcontroller. The results of making this application can help state electricity employees (PLN) monitor the slope of electricity poles so they can find out the degree and status. The slope of the electricity pole is 0° - 10° with the status of the electricity pole being safe, 11° - 20° degrees with alert status, 21° - 45° with emergency status.

Keywords: Sensor MPU6050, Application, microcontroller, Power pole

1. PENDAHULUAN

Sensor MPU6050 adalah salah satu teknologi perekaman gerakan. *Sensor* ini di gunakan untuk mendapat fitur durasi penulisan melalui banyak set data yang direkam ketika tanda tangan, lalu perubahan gerakan vertikal melalui *gx* dan perubahan gerakan *horisontal* melalui *gy* (Delta Rudi Priyanto et al., 2020). Penerapan sistem menggunakan dua buah *Sensor MPU6050* untuk melihat nilai-nilai yang dihasilkan oleh *akselerometer* dan *giroskop* yang terintegrasi ke dalam *mikrokontroler* ESP32 dengan metode *Support Vector Machin (SVM)* untuk melakukan klasifikasi atau prediksi, Sistem mendapatkan hasil akurasi sebesar 100% pada pelatihan model serta keseluruhan sistemnya (Kurnia et al., 2017). MPU 6050 adalah chip IC inverse yang didalamnya terdapat sensor *Accelerometer* dan *gyroscope* sudah terintegrasi. *Accelerometer* digunakan untuk mengukur percepatan gerakan dan juga percepatan gravitasi (Firman, 2016). Adalah sebuah modul berinti MPU6050 yang merupakan 6 axis Motion Processing unit dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modwl ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3-5VDC. *Sensor MPU-6050* berisi sebuah MEMS *Accelerometer* dan sebuah MEMS Gyro yang saling terintegrasi (Mangkusasmito et al., 2020).

Sensor MPU 6050 yang merupakan sensor keseimbangan ini menggunakan algoritma proportional integral derivative sebagai pengontrol dari motor yang digerakkan maju mundur untuk mendapatkan keseimbangan yang akurat agar robot dapat berdiri tegak (Mualim et al., 2021). *Mikrokontroler* merupakan perangkat yang mewakili suatu figur sistem kendali modern yang telah dikemas dalam sebuah chip/rangkaian terpadu. Dengan *mikrokontroler* perancangan sistem kendali dapat dilakukan lebih efisien

(Budiarso, 2015). Merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. *Mikrokontroler* berbeda dari *mikroprosesor* serba guna yang digunakan dalam sebuah *PC*, karena didalam sebuah *mikrokontroler* umumnya telah terdapat komponen pendukung sistem minimal *mikroprosesor* (Sokop et al., 2016). Mikrokontroler merupakan sebuah chip ic yg dapat di program sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Seiring dengan kebutuhan rangkaian elektronika yang semakin kompleks untuk memudahkan pekerjaan manusia sehari-hari. Sebuah mikrokontroler sangat di perlukan untuk dapat di fungsikan sesuai dengan kebutuhan dari masyarakat yang semakin beragam.(Desnanjaya & Iswara, 2018)

Merupakan suatu sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan, orientasi dan gaya gravitasi dengan menggunakan sensor accelerometer dan gyroscope. IMU seringkali digunakan dalam suatu sistem pesawat terbang. Komponen penyusun IMU yang pertama adalah sensor accelerometer, sensor ini digunakan untuk mengukur percepatan dari suatu benda dengan cara melakukan integral percepatan benda tersebut terhadap waktu. Komponen selanjutnya yang menyusun IMU Sensor adalah sensor gyro, cara kerja sensor ini mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna (Kurniawan & Rivai, 2018). Modul sensor MPU6050 adalah Perangkat Pelacakan Gerak 6-sumbu yang lengkap. Ini menggabungkan 3-axis Gyroscope, 3-axis Accelerometer dan Digital Motion Processor semua dalam paket kecil. Juga, ia memiliki fitur tambahan sensor Suhu on-chip (Fatullah, 2022). Mpu 6050 ini memiliki sensor Accelerometer dan Gyroscope yang sudah terintegrasi. Selain itu sensor robot dibantu dengan logika PID yang secara runtime melakukan pengecekan error dari sensor.Arduino mega 2560 merupakan pusat pengendali dari semua system yang ada di dalam robot ini.Motor driver l298 merupakan pengatur motor dc yang merupakan penggerak dari robot dan terhubung dengan Arduino. Kecepatan motor dc akan diatur didalam Arduino dan hasil dari sensor akan menentukan arah gerak motor dc.(Brilliant Kharisma et al., 2018)

Teknologi Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) dan memiliki 6 DOF. Sensor MPU6050 menggabungkan 3 sumbu gyroscope dan 3 sumbu accelerometer. Gyroscope digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi atau laju perubahan posisi sudut pada 3 sumbu. Ketika sensor MPU6050 digerakkan, maka getaran akan dideteksi oleh MEMS pada sensor (Onasie & Sulaiman, 2023). Pembuatan aplikasi merupakan solusi sekaligus alternatif untuk anak-anak yang sulit untuk memahami penjelasan yang terdapat pada buku-buku cetak sebagai media belajar untuk mengenal berbagai macam jenis hewan yang ada (Lukman & Aryanto, 2019). Hasil *implementasi* penerapan metode *Customer Relationship* ini memberikan kemudahan bagi pelanggan untuk mengetahui produk apa saja yang dijual dan melakukan pemesanan produk secara cepat (Syabania & Rosmawani, 2021). Tiang listrik merupakan komponen penting dalam proses transmisi listrik dari gardu-gardu PLN kemasyarakat sebagai konsumen (Alfama Zamista & Musri, 2019).

mikrokontroler merupakan suatu chip atau *Integrated Circuit (IC)* yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan

program dimasukan pada sebuah sistem. [5] Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilato kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler.(Budiarmo, 2015). Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.(Manengal et al., 2014)

Listrik Merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting sebagai sumber daya yang paling utama. Tiang listrik digunakan untuk menyalurkan listrik sampai kerumah masyarakat (Anwar et al., 2021). Tiang listrik komponen dari saluran udara tegangan rendah atau saluran udara tegangan menengah yang mempunyai fungsi utama menyangga konduktor listrik (Alfama Zamista & Musri, 2019). Hasil dari penelitian dengan judul (Nur, 2020) Simulasi pendeteksi kemiringan tiang listrik berbasis sms *gateway*. Penelitian ini menggunakan alat pendeteksi kemiringan. Persamaan dengan judul yang di buat oleh peneliti yaitu pendeteksi kemiringan tiang listrik. Perbedaannya adalah penelitian di atas menggunakan sms *gateway* untuk mengirim informasi. (Syufrijal, 2018) *Prototipe* sistem pengukur jarak dan kemiringan otomatis menggunakan *mikrokontroller* berbasis *internet of things (iot)*. Penelitian ini menggunakan alat pendeteksi kemiringan. Persamaan dengan judul yang di buat oleh penelitian yaitu pengukur kemiringan. Perbedaannya adalah penelitian diatas menggunakan alat dan metode yang berbeda. Berdasarkan latar belakang dan literatur maka, fokus penelitian ini membuat aplikasi pendeteksi kemiringan tiang listrik.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan membuat suatu alat pendeteksi kemiringan tiang listrik, Memastikan bahwa tiang listrik tetap berada di posisi yang aman dan stabil untuk mencegah kemungkinan kecelakaan atau kerusakan akibat kemiringan yang berlebihan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Literature yang dilaksanakan dilaboratorium teknik informatika Universitas Muhammadiyah Parepare selama tiga bulan pada tahun 2023. Alat yang digunakan yaitu perangkat keras *device* laptop dengan spesifikasi prosesor *intel(R)*, Ponsel *android*, *ESP 32-wroom32*, modem *andromax M3z*, *MPU 6050*, kabell jumper dan kabel *USB*. Perangkat lunak sistem operasi *windows 10*, bahasa pemrograman *JAVA*, arduino IDE.

2.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Mengumpulkan data serta informasi menggunakan bahan perpustakaan serta referensi sumber-sumber menjadi landasan teori yang mengenai perencanaan sistem.

2. Desain dan perancangan sistem

Pada tahapan ini penulis kemudian menggambarkan rencana serta membuat sketsa serta pengaturan beberapa bagian terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh serta bermanfaat.

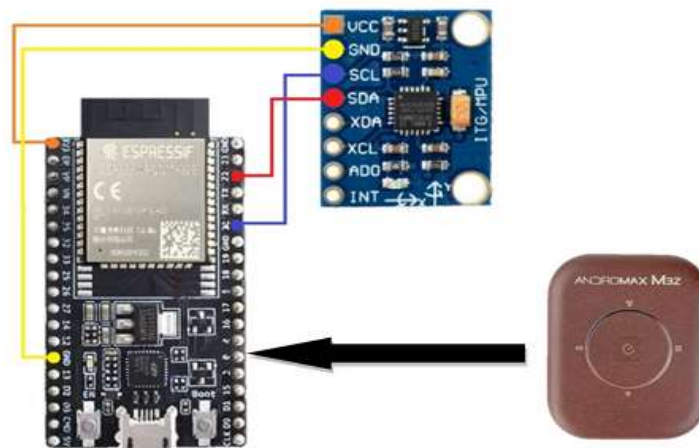
3. Hasil Evaluasi

Hasil evaluasi ini dilakukan setelah semua prosedur penelitian dilakukan. Pelaporan dilakukan langsung secara mendetail agar dapat dijadikan literature bagi yang ingin mengembangkannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

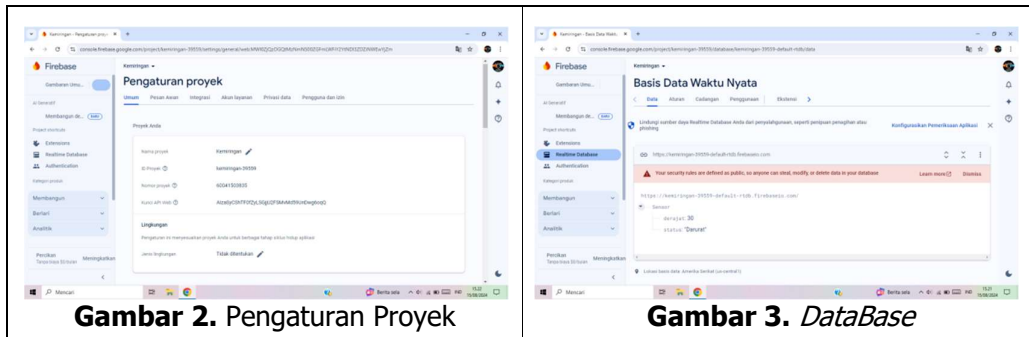
Pembuatan perangkat keras merupakan awal sebelum terbentuknya suatu *system* atau rangkaian elektronika. menjelaskan alat yang digunakan serta pemilihan komponen yang tepat. Pada dasarnya rancangan pendeteksi kemiringan tiang listrik ini memiliki hardware yang terdiri dari *ESP32 wroom-32* dan *Sensor Accellerometer MPU6050*.



Gambar 1. Rancangan *Hardware*

Pada gambar 1, merupakan alur yang menghubungkan berbagai pin. Dapat dilihat sensor MPU6050 yang terhubung dengan *ESP32 Wroom-32* dengan pin (*VCC*) dihubungkan dengan (*3V3*), (*GND*) dihubungkan dengan (*GND*), (*SCL*) dihubungkan dengan (*GPIO21*), (*SDA*) dihubungkan dengan (*GPIO22*), Adapun modem wifi andromax M3z berfungsi untuk memberikan sumber jaringan untuk esp32 agar dapat mengirim data ke *firebase*.

3.2 FireBase



1. *Firebase Realtime Database / Cloud Firestore*: Untuk menyimpan dan menyinkronkan data secara real-time atau menggunakan database dokumen yang lebih *fleksibel*, konfigurasi struktur data dan tambahkan kode untuk membaca dan menulis data.
2. *Firebase Authentication*: Untuk menambahkan autentikasi pengguna (misalnya, dengan *email/password*, *Google*, *Facebook*, *dsb.*), konfigurasi metode autentikasi di konsol *Firebase* dan tambahkan kode autentikasi ke aplikasi Anda.
3. *Firebase Analytics*: Untuk melacak penggunaan aplikasi dan kinerja, tambahkan kode pelacakan di aplikasi Anda dan gunakan konsol *Firebase* untuk menganalisis data yang terkumpul.
4. *Cloud Firestore* adalah database yang bersifat *fleksibel* dan terukur untuk pengembangan perangkat seperti seluler, web, dan server di *Firebase* dan Google Cloud Platform. Seperti halnya *Firebase Realtime Database*, *Cloud Firestore* membuat datamu tetap terkoneksi di aplikasi user melalui listener realtime dan menawarkan layanan secara offline untuk aplikasi seluler dan web.
5. *Cloud Firestore Firebase* adalah database yang digunakan untuk untuk menyimpan, menyinkronkan dan membuat kueri data aplikasi. Jenis *firebase* yang satu ini cocok digunakan untuk aplikasi *e-commerce* yang membutuhkan interaksi kompleks dan data yang sangat besar.

3.3 Rancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang dibuat dalam penelitian ini untuk *memonitor* kerja perangkat keras. Perangkat lunak ini memiliki kemampuan untuk menampilkan nilai derajat dan status kemiringan, Memberikan informasi terkini mengenai status kemiringan tiang, baik itu dalam kondisi normal maupun ketika terjadi pergerakan atau kemiringan yang signifikan. Perangkat lunak mampu mengambil data secara langsung dari sensor *accelerometer* yang terpasang pada rangkaian alat kemudian menampilkan nilai kemiringan. Hal ini memungkinkan operator atau pengguna untuk *memonitoring* kondisi tiang listrik.



Gambar 4. Rancangan *Software*

Pada gambar 4, merupakan tampilan data yang di hasilkan oleh *MPU6050*, dengan adanya informasi derajat dan status kemiringan yang berisi status Tiang Listrik dalam Keadaan aman, Waspada Segera Periksa Dan Darurat. penjelasan derajat dan status yang dimaksud yaitu jika kemiringan mencapai 0° - 10° aplikasi akan memberikan informasi yaitu "Tiang Listrik Dalam Keadaan Aman", jika kemiringan mencapai 11° - 20° aplikasi akan memberikan informasi yaitu "Waspada Segera Periksa", jika kemiringan mencapai 21° - 45° aplikasi akan memberikan informasi yaitu "Darurat" Aplikasi yang dimaksud berbentuk *HTML* Sehingga dapat digunakan atau dibuka oleh Komputer, *Android* Atau pun *IOS*.

3.4 Rancangan Alat



Gambar 5. Rancangan Alat

Pada gambar 5, menampilkan rancangan alat simulasi tiang listrik merupakan alur yang menghubungkan berbagai pin .

3.5 Pengujian *Black Box*

Tabel 3. Pengujian Status Aman

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika <i>sensor MPU6050</i> membaca sudut kemiringan $0^{\circ} - 10^{\circ}$ derajat maka hasil yang di tampilkan berstatus Aman	✓	Aplikasi berhasil menampilkan keterangan berstatus Tiang Listrik Dalam Keadaan Aman
		

Tabel 4. Pengujian Status Waspada

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika <i>sensor MPU6050</i> membaca sudut kemiringan $11^{\circ} - 20^{\circ}$ derajat maka hasil yang di tampilkan berstatus Aman	✓	Aplikasi berhasil menampilkan keterangan berstatus Waspada Segera Periksa
		

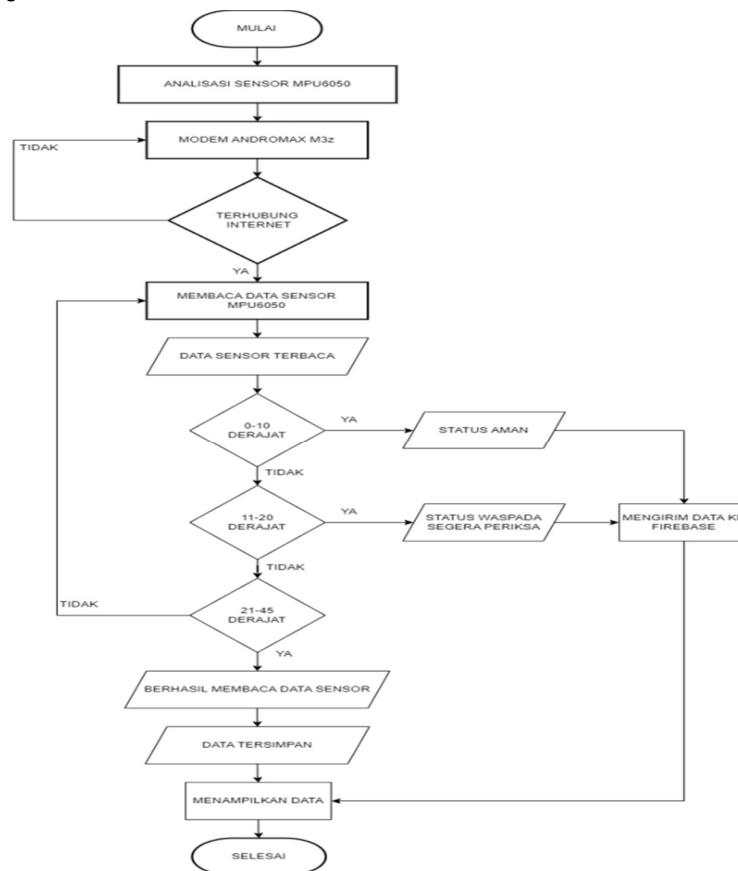
TABEL 5. Pengujian Status Darurat

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Jika <i>sensor MPU6050</i> membaca sudut kemiringan $21^{\circ} - 45^{\circ}$ derajat maka hasil yang di tampilkan berstatus Aman	✓	Aplikasi berhasil menampilkan keterangan berstatus Darurat



3.6 Pengujian *White Box*

1. Flowchart

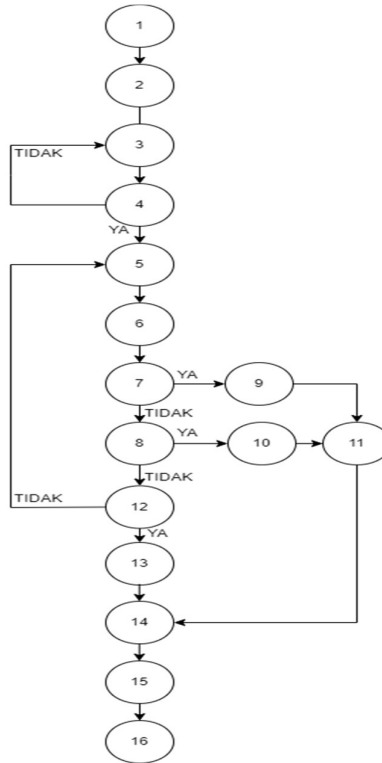


Gamba 6. Flowchart

Gambar 6, *flowchart* diatas menjelaskan langkah-langkah melakukan inisialisasi *sensor mpu6050*, proses koneksi internet menggunakan *andromax M3z* apabila jaringan terhubung maka alat akan membaca sensor, Jika *sensor* telah berhasil membaca dengan memberikan data *sensor*. Jika kemiringan 0⁰ - 10⁰ derajat akan menampilkan

status aman dan $11^0 - 20^0$ derajat akan menampilkan status waspada serta $21^0 - 45^0$ derajat akan menampilkan status darurat .Apabila status yang diberikan tidak tepat kembali ke membaca data *sensor*, selanjutnya mengirim ke *firebase* data yang terkirim ke dalam *firebase* akan tersimpan dan akan menampilkan ke dalam aplikasi.

2. *flowgraph*



Gambar 7. *Flowgraph*

Berdasarkan pada gambar 6 dan 7 dapat dilakukan penyelesaian sebagai berikut:

Diketahui :

N (node) = 16

E (edge) = 19

P (Predikat node) = 3+1

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 V(G) &= (E - N) + 2 \\
 &= (19 - 16) + 2 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Path 1 : 1-2-3-4

Path 2 : 1-2-3-4-5-6-7-9

Path 3 : 1-2-3-4-5-6-7-8-10-11

Path 4 : 1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-15-16

3. Grafik *matriks* Aplikasi

Tabel 6. Grafik Matriks

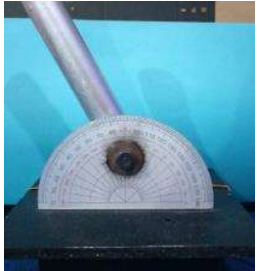
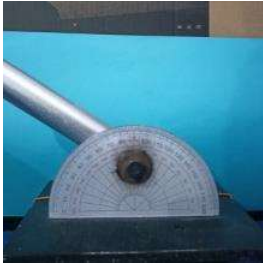
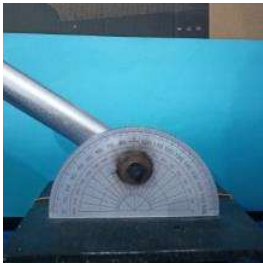
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	E – 1
1		1															1-1=0
2			1														1-1=0
3				1													1-1=0
4			1		1												2-1=1
5						1											1-1=0
6							1										1-1=0
7								1	1								2-1=1
8										1	1						2-1=1
9											1						1-1=0
10											1						1-1=0
11														1			1-1=0
12					1								1				2-1=1
13														1			1-1=0
14															1		1-1=0
15																1	1-1=0
16																	0
	Sum (E + 1)																3+1=4

Pada tabel 6, menunjukkan matriks grafik dengan 16 kolom dan 16 baris yang berisi nilai 0 dan 1. Nilai-nilai ini menggambarkan seberapa banyak elemen yang tidak aktif atau tidak memenuhi kriteria tertentu pada setiap baris.

3.7 Hasil Pengujian

Adapun beberapa hasil dari percobaan atau pengujian alat agar memastikan perangkat berjalan dengan baik, Bisa dilihat ditabel dan gambar dibawah ini:

NO	DERAJAT	KETERANGAN	GAMBAR 1	GAMBAR 2
1	0	tiang listrik dalam keadaan aman		
2	9	tiang listrik dalam keadaan aman		

3	10	tiang listrik dalam keadaan aman		
4	11	waspada segera periksa		
5	19	waspada segera periksa		
6	30	darurat		
7	22	darurat		

8	45	darurat	 
---	----	---------	--

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuat aplikasi yang dapat membantu pegawai listrik negara (PLN) memantau kemiringan sehingga dapat mengetahui derajat dan status keamanan tiang listrik. Status kemiringan tiang listrik 0° - 10° dalam keadaan aman, 11° - 20° waspada, 21° - 45° darurat.

REFERENSI

- Alfama Zamista, A., & Musri, M. (2019). PROSES PENANGANAN TIANG LISTRIK AMBLAS Studi Kasus: Kelurahan Ratu Sima – Dumai Barat. *Juti Unisi*, 3(2), 32–36. <https://doi.org/10.32520/juti.v3i2.841>
- Anwar, S., Sutikno, S., & Subandi, A. (2021). Analisa Kekuatan Pembebanan Tiang Listrik Beton Terhadap Beban Kerja dan Sudut Kerja. *MESA, Jurnal Teknik*, 5(1), 19–25.
- Brilliant Kharisma, O., Wildan, A., Auliaullah, & Laumal, F. E. (2018). Implementasi Sensor MPU 6050 untuk Mengukur Keseimbangan Self Balancing Robot Menggunakan Kontrol PID. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI-10)*, November, 357–364.
- Budiarso, Z. (2015). Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital besaran-besaran analog menjadi tantangan dengan menggunakan sensor. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 20(2), 171–177.
- Delta Rudi Priyanto, M., Setiawan, E., & Fitriyah, H. (2020). *Sistem Biometrik Gerakan Tanda Tangan Menggunakan Sensor MPU6050 dengan Metode Backpropagation* (Vol. 4, Issue 8). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Desnanjaya, I. G. M. N., & Iswara, I. B. A. I. (2018). Trainer Atmega32 Sebagai Media Pelatihan Mikrokontroler Dan Arduino. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 1(1), 55–64. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v1i1.266>
- Fatullah, F. F. (2022). Protokol Komunikasi I2c Dengan Menggunakan Sensor Mpu6050 Untuk Get Data X Accelerometer. *Repoteknologi.Id*, 2(2). <http://repoteknologi.id/index.php/repoteknologi/article/view/95%0Ahttp://repoteknologi.id/index.php/repoteknologi/article/download/95/83>
- Firman, B. (2016). Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C Pada Self-Balancing Robot Vol . 9 No . 1 Agustus 2016 ISSN : 1979-8415. *Juenal Teknologi*

Technoscientia, 9(1), 18–24.

- Kurnia, Y. D., Syauqy, D., & Widasari, E. R. (2017). *PENGEMBANGAN WEARABLE DEVICE UNTUK DETEKSI POSTUR DUDUK MANUSIA BERBASIS DATA SENSOR MPU6050 MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE*. 1(1), 1–10.
- Kurniawan, A. H., & Rivai, M. (2018). Sistem Stabilisasi Nampun Menggunakan IMU Sensor Dan Arduino Nano. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.31043>
- Lukman, A. M., & Aryanto, D. (2019). Aplikasi mobile memiliki user interface dengan mekanisme interaksi unik yang disediakan oleh platform mobile . Aplikasi mobile juga telah dirancang khusus untuk platform mobile (misalnya IOS , android , atau windows mobile). *Evolusi*, 7(2), 58–65.
- Manengal, V. D., Lumenta, A. S. M., & Rumagit, A. M. (2014). Perancangan Sistem Monitoring Mengajar Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. *Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 3(1), 2301–8402.
- Mangkusasminto, F., Tadeus, D. Y., Winarno, H., & Winarno, E. (2020). Peningkatan Akurasi Sensor GY-521 MPU-6050 dengan Metode Koreksi Faktor Drift. *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, 12(2), 91–95. <https://doi.org/10.31937/sk.v12i2.1791>
- Mualim, A. C., Yahya, M., & K., D. A. W. (2021). Rancang Bangun Keseimbangan Otomatis Tripod Dengan Sensor Gyroscope. *Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer*, 1(2), 10. <https://ejournal-kediri.ac.id>
- Nur, M. (2020). A . *Latar Belakang Tiang listrik berfungsi sebagai alat penopang / pemegang kabel hantaran atau saluran . Tiang listrik adalah salah satu komponen utama dari konstruksi distribusi saluran udara yang menyangga hantaran listrik , sehingga energi dapat digun.* 0421.
- Onasie, N., & Sulaiman, S. (2023). Perancangan Sendok Makan Parkinson dengan Metode PID berbasis Arduino. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(1), 33–48. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i1.346>
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., & Sompie, S. R. U. A. (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 13–23. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/11999>
- Syabania, R., & Rosmawani, N. (2021). Perancangan Aplikasi Customer Relationship Management (Crm) Pada Penjualan Barang Pre-Order Berbasis Website. *Rekayasa Informasi*, 10(1), 44–49.