

Monitoring Kemiringan Benda Berbasis *SMS Gateway*

SMS Gateway Based Object Tilt Monitoring

Leonardus Hermaditya Chesa^{1*}, Agustinus Bayu Primawan²

¹Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Jl. Affandi, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Indonesia
lexxyaditya@gmail.com^{1*}, bayu@dosen.usd.ac.id²

Abstrak – Setiap bangunan atau gedung pencakar langit di Indonesia maupun di dunia pasti mengalami kemiringan dan perubahan pondasi yang disebabkan oleh gejala alam seperti gempa bumi atau perubahan tekstur tanah yang semakin tidak beraturan. Keadaan tersebut sangat berbahaya bagi penghuninya tanpa disadari, maka dari itu perlu adanya sebuah alat untuk memonitor keadaan dari bangunan itu sendiri agar tidak membahayakan penghuninya. Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul sebuah ide penelitian “monitoring kemiringan benda berbasis *sms gateway*”. Penelitian ini bertujuan untuk memonitor sebuah bangunan atau benda-benda lainnya seperti tiang tower yang perlu pengawasan agar tidak terjadi hal-hal yang diinginkan. Sistem monitoring kemiringan benda berbasis *sms gateway* diharapkan mampu menjadi solusi dalam menangani kemiringan benda dari jarak jauh. Penelitian ini dibuat dan dirancang menggunakan *mikrokontroler* ESP32, sensor *gyroscope*, dan SIM900A sebagai pengiriman data. Hasil penelitian menunjukkan informasi yang diterima merepresentasikan perubahan sudut kemiringan bangunan fisik yang bermanfaat untuk mengetahui perubahan secara fisik secara *real-time*. Selain itu rata-rata *sensitivity*, *accuracy*, *specificity* yang dihasilkan oleh alat monitoring lebih dari 80%, sedangkan *precision* yang dihasilkan dibawah 5%. Sehingga *sensor gyroscope* ini dapat digunakan sebagai sensor kemiringan yang cukup akurat.

Kata kunci : Kemiringan, monitoring, *gyroscope*, pengiriman jarak jauh.

Abstract – Every building or skyscraper in Indonesia or in the world is bound to experience a slope and changes in its foundation caused by natural phenomena such as earthquakes or changes in soil texture that are increasingly irregular. This situation is very dangerous for the occupants without realizing it, therefore it is necessary to have a tool to monitor the condition of the building itself so as not to endanger its occupants. Based on these problems, a research idea emerged "monitoring the tilt of objects based on sms gateway". This study aims to monitor a building or other objects such as tower poles that need supervision so that things do not happen. The sms gateway-based object tilt monitoring system is expected to be a solution in handling the tilt of objects from a distance. This research was created and designed using the ESP32 microcontroller, gyroscope sensor, and SIM900A as data transmission. The results showed that the information received represented the change in the angle of the physical building which was useful for knowing the physical changes in real-time. Besides that, the average sensitivity, accuracy, and specificity produced by the monitoring tool is more than 80%, while the precision produced is below 5%. So that the gyroscope sensor can be used as a fairly accurate tilt sensor.

Keywords : Tilt, monitoring, gyroscope, long distance delivery.

1. Pendahuluan

Bangunan gedung merupakan wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan agama, kegiatan usaha, kegiatan sosial dan budaya, maupun kegiatan khusus [1]. Gedung merupakan konstruksi yang tingginya melebihi bangunan yang ada di sekitarnya. Biasanya tinggi gedung lebih dari 20 lantai yang dilengkapi lift atau tangga darurat untuk akses ke setiap lantainya.

Tidak selamanya gedung terus berdiri kokoh dan stabil, pada saat pembuatan perencanaan pembangunan, biasanya ketahanan struktur gedung diperkirakan lebih dari 20 tahun. Namun sayangnya, ada saja bangunan gedung yang ternyata lebih cepat rusak dari perencanaan atau perkiraan yang sudah ditentukan sebelumnya. Sebenarnya ada banyak faktor yang menyebabkan rusaknya struktur gedung, salah satunya adalah faktor alam. Kondisi geologi di Indonesia masih sangat rawan dengan bencana alam yang cukup fatal seperti gempa, badai angin, longsor, maupun bencana lainnya. Hal lainnya yaitu kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia, salah satu contoh lainnya adalah kesalahan dalam perencanaan, misalnya: konfigurasi dan sistem struktur yang lemah, kesalahan dalam merancang beban rencana, dimensi penampang dan tulangan yang tidak cukup untuk memikul beban rencana.

Pada tahun 2014, Yayan Prima Nugraha, dkk. telah melakukan penelitian tentang Pemantauan Kemiringan Gedung dan Bangunan Fisik dengan Menggunakan Sensor Akselerometer ADXL335 [2]. Banyaknya bangunan yang miring akibat hal-hal yang tidak diinginkan, menjadi penyebab mengapa penelitian ini dibuat. Hasil penelitian menunjukkan pengukuran derajat kemiringan yang diperoleh dari sensor ADXL335 memanfaatkan hasil perubahan derajat kemiringan objek terhadap titik acuan yang telah ditetapkan. Titik acuan ini diperoleh dengan menetapkan *set point* sebagai titik acuan sebagai referensi untuk menentukan arah kemiringan dari suatu objek yang diamati.

Proses pengambilan data dilakukan secara monitoring karena dilakukan secara terus menerus. Yang dimaksud Monitoring adalah sebagai suatu proses mengukur, mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program/proyek [3]. Selain itu pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa Bidang miring adalah suatu permukaan datar yang memiliki suatu sudut dengan salah satu ujungnya lebih tinggi dari ujung yang lain [4].

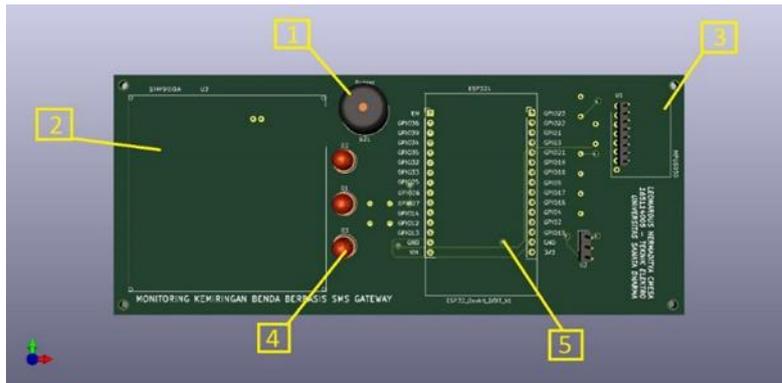
Berdasarkan permasalahan dan penelitian sebelumnya yang sudah membahas tentang kemiringan, penelitian ini dibuat dan dikembangkan untuk sistem monitoring pada struktur gedung dengan implementasi model pada suatu benda untuk mendeteksi kemiringan menggunakan titik acuan yang telah ditetapkan, dan akan dikembangkan fitur *SMS Gateway* sebagai komunikasinya, sehingga jika terjadi masalah atau kerusakan pada struktur bangunan baik karena faktor alam atau dari segi pembangunan dapat diidentifikasi. Monitoring ini juga dapat meminimalisir resiko amblesnya pondasi, miringnya struktur, dan lainnya.

Penelitian ini menggunakan ESP 32 sebagai pusat kontrol data, sensor MPU6050 sebagai pendeteksi kemiringan dan *SMS* untuk komunikasi. *SMS Gateway* digunakan agar informasi yang diperoleh sangat efisien, mudah terjangkau dan biayanya relatif murah serta masih bisa diakses sampai plosok desa melalui sinyal jaringan, walaupun sekarang penggunaan internet sangat populer dalam kalangan masyarakat namun tidak dipungkiri bahwa *SMS* juga sangat berperan penting untuk mengakses informasi.

2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan PCB, rancangan desain PCB disesuaikan berdasarkan dengan *datasheet* I/O (*input-output*) yang sudah ditentukan saat *study* literatur. Posisi letak komponen juga telah diteliti sehingga saat pengaplikasian komponen diatur sedemikian rupa agar tidak salah saat pencetakan PCB. Selain itu perancangan ini menggunakan resistor dan kapasitor untuk perhitungan tegangan dan arus yang masuk ke setiap komponen utama, agar tidak *overheat* atau terjadi *short*.

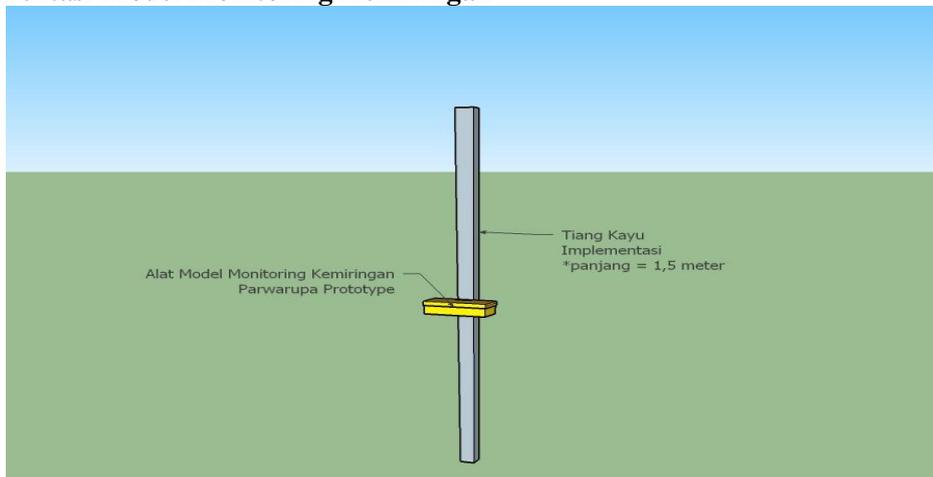


Gambar 1. Desain model alat monitoring kemiringan

Tabel 1. Keterangan nama-nama komponen utama

No.	Nama	Keterangan
1.	Buzzer	Sensor suara untuk <i>alert system</i>
2.	Modul SIM900A	Modul untuk Komunikasi
3.	Sensor MPU6050	Sensor <i>Accelerometer</i> dan <i>Gyroscope</i> untuk mendeteksi gerakan
4.	LED RGB	Indikator sistem untuk Alat Model Monitoring
5.	ESP 32	<i>Mikrokontroler</i> + Modul <i>WiFi</i> untuk kontrol sistem

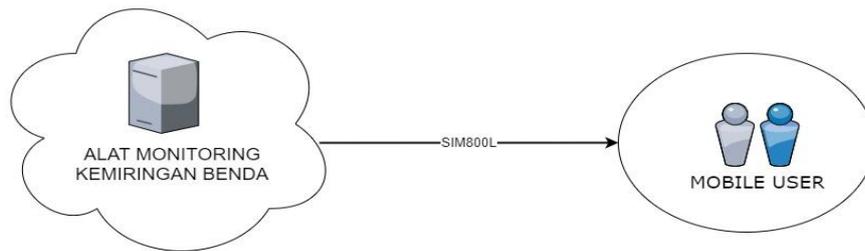
2.2 Implementasi Model Monitoring Kemiringan



Gambar 2. Implementasi model monitoring kemiringan

Pada gambar 2. adalah gambar ilustrasi implementasi alat model monitoring kemiringan, pada perancangan PCB yang sebelumnya sudah dirancang kemudian dirancang kembali seperti *prototype* dan dibuatkan *box* agar saat pengujian sistem alat model dapat optimal dan tahan terhadap segala kondisi. Selain itu terdapat tiang kayu untuk implementasi alat model monitoring kemiringan yang berfungsi sebagai acuan untuk sitem deteksi alat model.

2.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. Alir Sistem SMS

Pada gambar 3. diatas adalah gambar alir sistem SMS, sistem yang digunakan dalam pengiriman ini adalah SMS satu arah, dimana jika alat model monitoring kemiringan mendeteksi jatuh atau melebihi nilai ambang batas maka alat akan mengirimkan sms menuju user. Untuk perintah dalam pengiriman SMS yang digunakan adalah perintah sistem AT Command yaitu [5]:

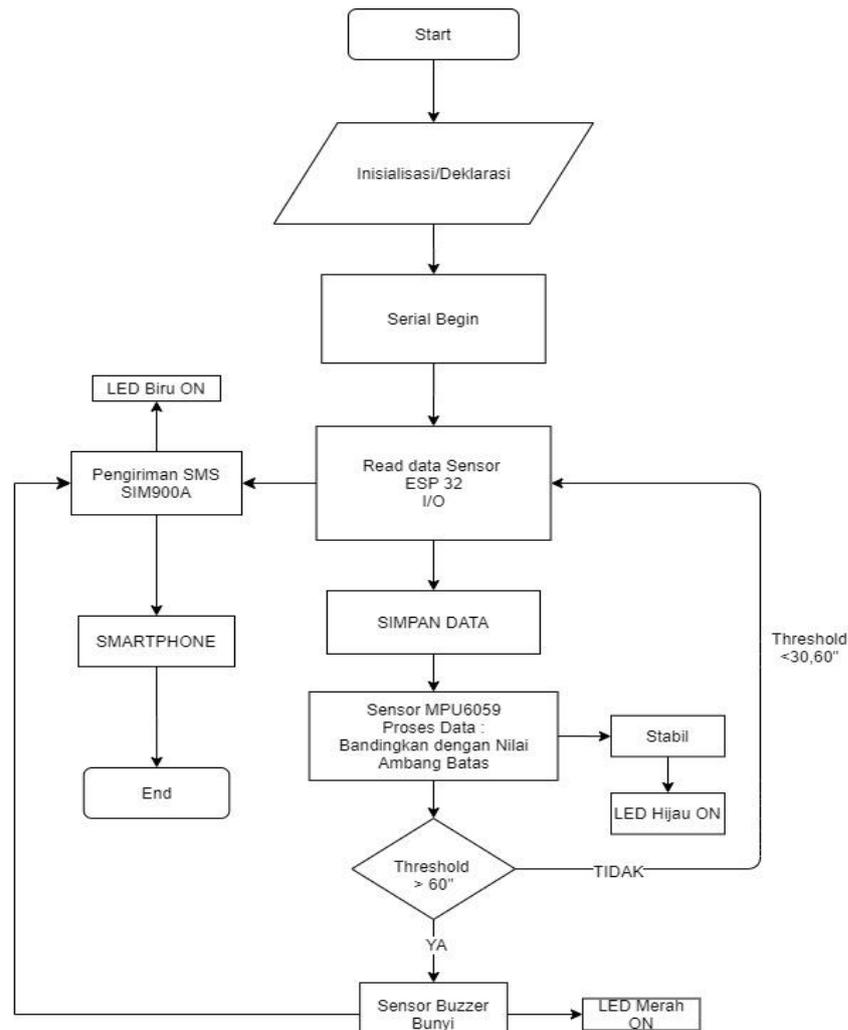
1. AT+CMGS : Untuk mengirim SMS
2. AT+CMGR : Untuk memeriksa SMS
3. AT+CMGD : Untuk menghapus SMS
4. AT+CMGF : Untuk menentukan format teks.

Kemudian untuk data yang dikirimkan dari alat tersebut berupa data kualitatif kondisi alat tersebut yaitu

Tabel 2. Data SMS

Nilai Acuan	Data SMS	Deskripsi
<30°	-	Untuk saat ini masih aman (Level putih)
30° - 60°	Waspada	Hati-hati alat berada dalam kemiringan sedang (Level Hijau)
>60°	Siaga	Alat berada dalam kemiringan tinggi, segera evakuasi (Level Merah)

Data diatas merupakan data yang akan dikirimkan dari alat monitoring menuju user. Dimana ada 3 kondisi yaitu Aman, Waspada, dan Siaga. Pengiriman data mungkin akan terjadi delay beberapa detik karena pengaruh sinyal dari GSM yang digunakan.



Gambar 4. Diagram alir utama

Alur dari sistem yang dibuat yaitu memulai dengan menginisialisasi program mengkoneksikan ESP32 dengan sensor MPU6050. *Gyroscope* akan mendeteksi kemiringan objek dengan nilai ambang batas yang sudah ditetapkan kemudian pengiriman notif deteksi jatuh akan dilakukan jika kemiringan melebihi nilai ambang batas melalui sistem SMS dari modul SIM900A menuju user (smartphone) sebagai informasi dalam monitoring sistem. Pembacaan deteksi pada sensor MPU6050 akan diteruskan ke sensor *buzzer* yang akan berlogika HIGH (bunyi) saat deteksi jatuh sedangkan jika deteksi masih jauh dari nilai ambang batas ketetapan atau bisa dikatakan aman maka sensor buzzer berlogika LOW (tidak bunyi). Sedangkan led merah akan menyala apabila alat model mendeteksi jatuh, led hijau sebagai titik stabil objek dimana led tersebut akan menyala terus apabila model ON, serta led biru akan menyala apabila model sudah terhubung dengan Modul GSM.

Pada prosesing data apabila sensor MPU6050 sudah terkoneksi selanjutnya sistem akan mengambil data nilai *Gyroscope* berupa nilai GyX, GyY, dan GyZ pada *read data sensor*. Namun sebelum proses pengambilan data, program akan melakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa kondisi Offset awal adalah “0”. Jika melihat penelitian sebelumnya dikatakan bahwa *Gyroscope* adalah perangkat untuk mengukur kecepatan sudut dengan jangkauan ± 250 , ± 500 , ± 1000 , dan $\pm 2000^\circ/\text{sec}$ [8]. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan nilai acuan diterapkan pada sensorsangat kredibel. Selanjutnya Proses pengambilan dan pembacaan data dilakukan sensor MPU6050, kemudian akan dikirim ke ESP32 melalui jalur SCL dan SDA.

2.4 Pengujian Sistem

1. *Sensitivity* : *Sensitivity* adalah kemampuan tes untuk mengidentifikasi dengan benar sebuah percobaan atau kondisi tertentu [6]. Misalnya, tes tertentu mungkin terbukti 90% sensitif. Jika 100 kali percobaan yang dilakukan dalam uji alat deteksi jatuh, hasil yang didapat adalah 90 kali terdeteksi. 10 percobaan lainnya gagal (10%) yang diuji tidak akan menunjukkan hasil yang diharapkan untuk tes ini. Untuk itu 10%, temuan dari hasil yang didapat disebut false Negative.
2. *Specificity* : adalah kemampuan tes untuk mengecualikan percobaan yang membedakan antara jatuh dan aktivitas harian biasa. Misalnya, tes tertentu terbukti 90% spesifik. Jika 100 kali percobaan aktivitas harian, ada 90 kali percobaan aktivitas harian (90%) dinyatakan tidak terjatuh oleh sistem. 10 percobaan lainnya (yang tidak terjatuh) akan tampak terjatuh untuk tes itu. Untuk itu 10%, “abnormal” temuan sistem adalah hasil false positive yang menyedihkan
3. *Accuracy* : Metode pengujian dikatakan akurat apabila nilai ujung mendekati mutlak “benar” dari nilai substansi yang diukur. Hasil dari setiap tes yang dilakukan dengan dikenal “spesimen kontrol” yang telah mengalami beberapa evaluasi dan dibandingkan dengan standar untuk pengujian tersebut, sehingga dapat dianalisis dengan standar pengujian yang terbaik
4. *Precision* : Metode pengujian dikatakan tepat jika diulang analisis pada sampel yang sama memberikan hasil yang sama. Ketika metode tes yang tepat, maka jumlah variasi *random* akan sedikit. Metode uji ini dipercaya karena hasil yang tepat dan berulang dari waktu ke waktu. Nilai presisi dinyatakan dengan rumus :

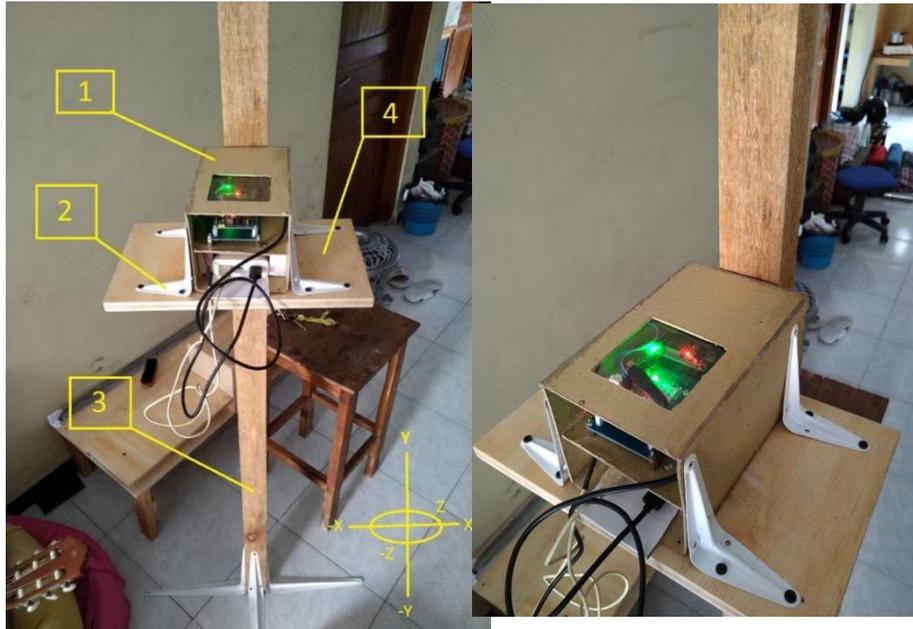
$$p = \frac{Sx}{X} \quad \text{di mana} \quad Sx = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad [7]$$

Nilai p menyatakan presisi, Sx menyatakan nilai standard error, X adalah rata-rata dari sampel yang diamati, s adalah nilai standar deviasi sampel dan n banyaknya sampel yang diamati. Semakin kecil nilai p maka variasi pengamatan antar sampel semakin kecil (precise). Namun semakin besar nilai p maka variasi pengamatan antar sampel semakin besar (unprecise).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi Fisik Alat

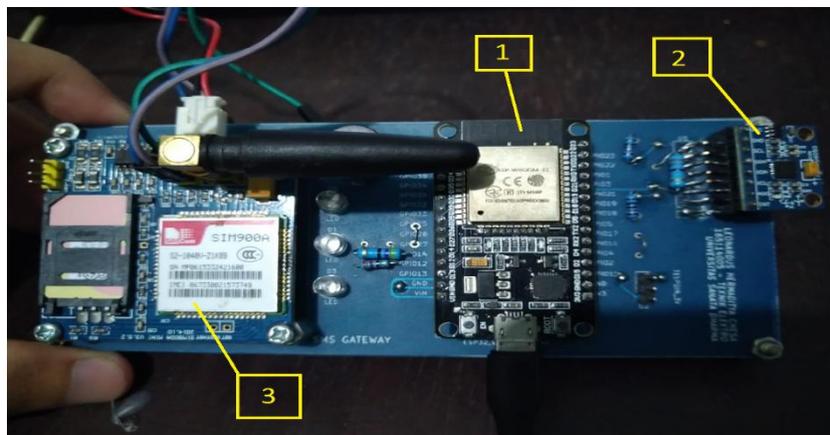
Pada tahap ini implementasi yang dilakukan adalah penerapan hasil rancangan yang sudah direncanakan kebentuk rancangan fisik alat tersebut. Adapun hasil implementasi alat tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Implementasi alat

Keterangan :

1. Kotak Box = Sebagai pelindung alat
2. Siku L = Sebagai penyangga alat
3. Kayu = Sebagai tiang untuk implementasi alat
4. Triplek Kayu = Sebagai tempat box alat



Gambar 6. Rangkaian perangkat keras

Keterangan :

1. ESP 32 = Pemroses data
2. Sensor MPU6050 = Deteksi kemiringan
3. SIM900A = Pengiriman data

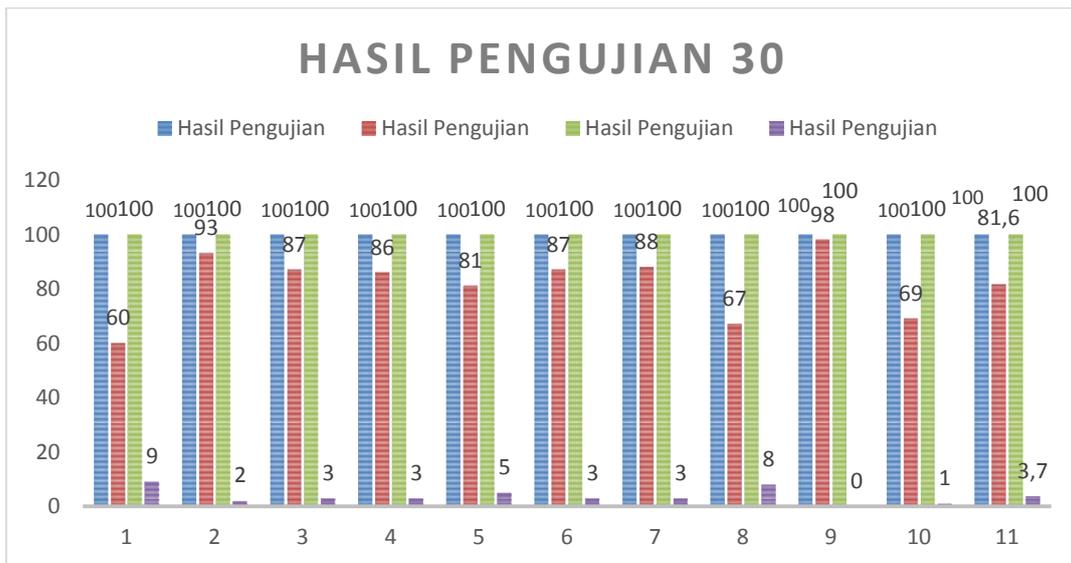
3.2 Hasil Pengujian Deteksi Kemiringan

Pengujian Kemiringan dilakukan dengan menggerakkan alat mendekati atau melewati batas kemiringan yang telah dibuat dari sumbu X, Y, Z. Berikut adalah data hasil pengujian deteksi kemiringan yang telah dilakukan :

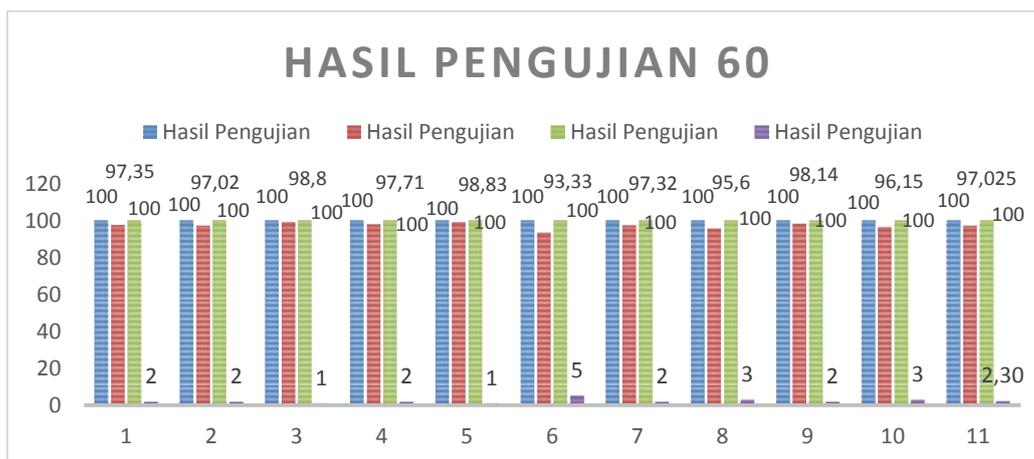


Gambar 7. Pengujian Kemiringan

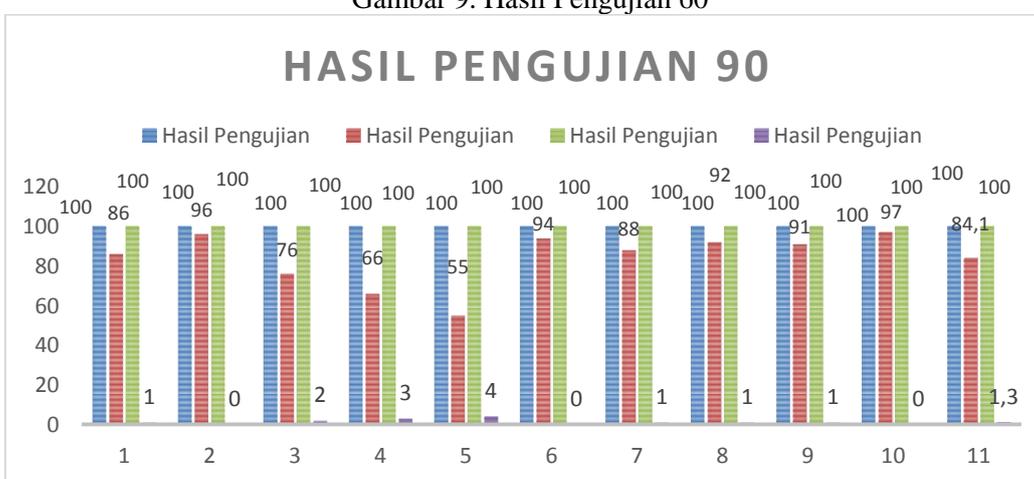
Gambar 4 di atas menjelaskan tentang bagaimana pengujian kemiringan 30° dilakukan. Pengujian dilakukan tanpa busur pada implementasi tiang dan dengan busur pada alat deteksi kemiringan untuk mendapatkan parameter yang sesuai dan terukur dengan baik. Saat pengujian LED merah menyala dan sensor buzzer berbunyi dengan keras artinya program berjalan dengan lancar.



Gambar 8. Hasil Pengujian 30



Gambar 9. Hasil Pengujian 60



Gambar 10. Hasil Pengujian 30

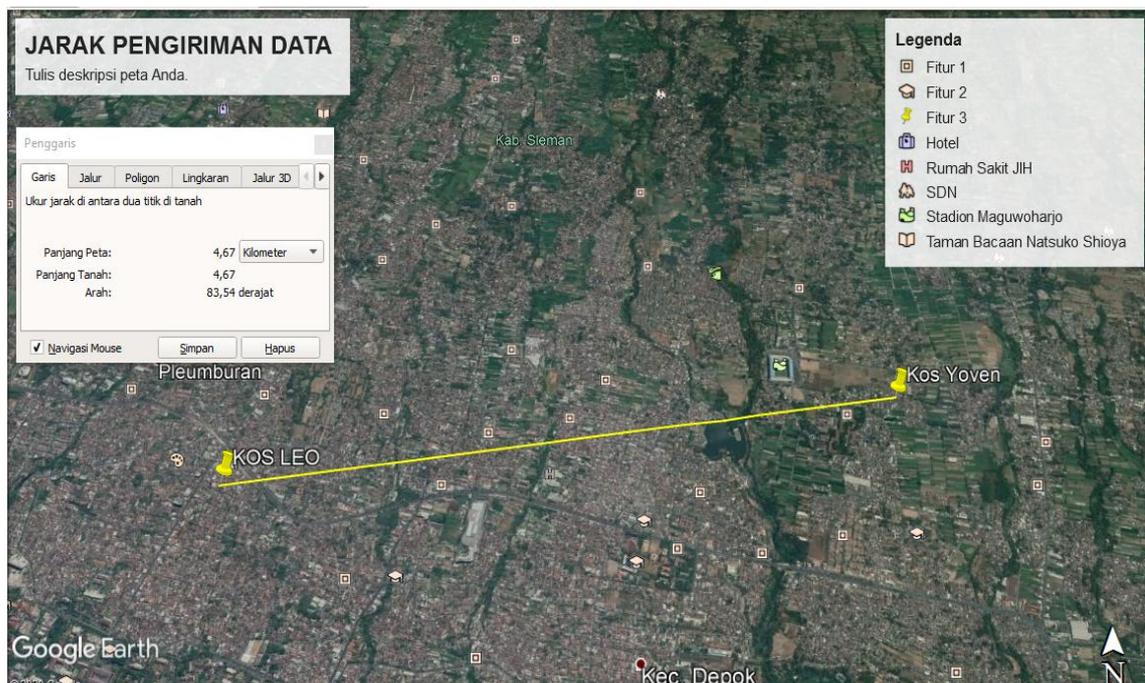
Berdasarkan gambar 8 , 9 , 10 dapat disimpulkan bahwa kemiringan ini memiliki rata-rata *sensitifity*, *accuracy*, *specifity* yang dihasilkan oleh alat monitoring lebih dari 80%, sedangkan *precision* yang dihasilkan dibawah 5%. Sehingga *sensor gyrocoope* ini dapat digunakan mendeteksi kemiringan dengan cukup akurat. Secara keseluruhan pengujian yang dilakukan menggunakan *gyroscoope*, dimana pergerakan yang dideteksi adalah orientasi sumbu x,y, dan z. Sehingga pengukuran kemiringan berdasarkan orientasi alat tersebut kemana bergerak dan perubahan posisi yang dilakukan. Perubahan yang terjadi terdapat beberapa percepatan yang seharusnya dapat dideteksi oleh alat tersebut. Percepatan tersebut bisa dideteksi jika *accelerometer* digunakan. Namun karena alat menggunakan *gyroscoope* maka deteksi percepatan tidak dilakukan.

3.3 Hasil Pengujian Pengiriman Data

Tabel 3. Hasil pengujian pengiriman data

No.	Kemiringan			Data Dikirim Oleh Alat	Data Diterima Smartphone	Waktu Pengiriman (s)	Jarak (km)
				Data Kondisi	Data Kondisi		
	X	Y	Z				
1.	44,43	0,20	23,65	Status Waspada	Status Waspada	3s	4,6 km

2.	1,97	5,40	6,00	Status Aman	Status Aman	3s	4,6 km
3.	22,01	104,99	47,49	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
4.	-17,86	110,45	-19,61	Status Siaga	Status Siaga	2s	4,6 km
5.	- 142,05	160,00	-13,69	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
6.	43,30	-37,88	-5,21	Status Waspada	Status Waspada	3s	4,6 km
7.	-0,29	-65,73	8,60	Status Waspada	Status Waspada	2s	4,6 km
8.	-53,66	2,16	-19,91	Status Siaga	Status Siaga	2s	4,6 km
9.	-45,23	1,00	-18,80	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
10.	-21,24	76,21	6,43	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
11.	-3,21	40,79	-10,54	Status Waspada	Status Waspada	2s	4,6 km
12.	-29,91	2,49	-2,15	Status Aman	Status Aman	3s	4,6 km
13.	3,49	-56,47	-0,10	Status Waspada	Status Waspada	3s	4,6 km
14.	110,23	-6,78	3,45	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
15.	-10,40	0,56	-64,50	Status Siaga	Status Siaga	3s	4,6 km
Rata-rata						2,73 s	-



Gambar 11. Pengukuran jarak pengiriman data

Kemudian untuk pengukuran waktu dan jarak yang perlu diketahui adalah :

1. Pengujian pada pengiriman data dilakukan secara manual dimana jarak pengiriman yang diukur diperoleh dari pengukuran dengan aplikasi **Google Earth** seperti pada gambar 4.16
2. Kemudian untuk pengukuran waktu menggunakan *stopwatch* pada HP dan dengan melihat waktu pengiriman pada serial monitor dan waktu sampai ke penerima data tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis dari penelitian dapat disimpulkan bahwa penelitian menunjukkan bahwa monitoring kemiringan benda menggunakan *gyroscopes* dengan media komunikasi *sms gateway* mampu mendeteksi dengan baik ketika kondisi jatuh kedepan, kebelakang, kekakanan dan kekiri dalam hal ini yang dimaksud adalah kearah sumbu x, y, dan z dengan *threshold* 30°, 60°, dan 90°. Untuk hasil yang diperoleh dari alat monitoring sangat *real-time* dan orientasi sumbu menunjukkan nilai yang optimal, diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan secara keseluruhan. Selain itu penelitian menunjukkan bahwa purwarupa monitoring kemiringan ini memiliki rata-rata *sensitfity*, *accuracy*, *specifity* yang dihasilkan oleh alat monitoring lebih dari 80%, sedangkan *precision* yang dihasilkan dibawah 5%. Sehingga *sensor gyrocoope* ini dapat digunakan mendeteksi kemiringan dengan cukup akurat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Tim TELKA yang telah meluangkan waktu untuk membuat template ini sehingga dapat menjadi referensi bagi kami dalam pembuatan paper ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu sedalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- [1] PT.Testindo. (2018, April 16). *www.testindo.com*. (PT. Testindo) Dipetik Oktober 18, 2019, dari <http://www.testindo.com/article/436/pemantauan-kesehatan-struktur-gedung-menggunakan-structural-health-monitoring-system>.
- [2] Nugraha Yayan P., d. (2014). *Pemantauan Kemiringan Gedung dan Bangunan Fisik dengan Menggunakan Sensor Akselerometer ADXL335*. Jurnal Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, I-III, 1-2.
- [3] Muzawi Rometdo, d. (2019). SISTEM MONITORING KETERSEDIAAN BAHAN BAKU. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis, Vol. 1 J(2655-8238)*, 6.
- [4] Nji, L. T. (2019, Oktober 20). *Sudut atau Kemiringan*. (manu.co.id) Dipetik Oktober 20, 2019, dari lauwjtunnji: <https://lauwtjunnji.weebly.com/sudut.html>
- [5] Mohammad Ridwan, S. M. (April 2017, April 1). *OPTIMALISASI TEKNOLOGI INFORMASI BERBASIS SMS GATEWAY MEMANFAATKAN PERINTAH DASAR AT COMMAND*. (JUTIS Journal of Informatics Engineering) Retrieved Desember 20, 2019, from <http://ejournal.unis.ac.id/index.php/jutis/article/view/3>
- [6] The Association For Clinical Biochemistry & Laboratory Medicine. (2018, Juni 21). *Accuracy, precision, specificity & sensitivity*. Retrieved from Lab Test Online UK: <https://labtestsonline.org.uk/articles/accuracy-precision-specificity-sensitivity>
- [7] Wahyono, T. (2010). *Analisis Statistik dengan MS. Excel 2007 dan SPSS 17*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [8] Nugroho Wahyu Prawisesa, D. U. (2019). Kendala Penyanga Model Aircraft Menggunakan Sensor Gyro, Sensor Flex dan Servo. *Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO AAU), Vol.1(ISSN 2685-8991)*, 155-162.