

Purwarupa Sistem Monitoring Kemiringan Menara *Base Transceiver Station* (BTS) Berbasis Arduino Sebagai Solusi *Maintenance* Menara

Sam Benyamin ^{a,1}, Nachrowie ^{b,2}, Wahyu Dirgantara ^{b,3*}

^a Universitas Merdeka Malang, Jalan Terusan Dieng No.62-64, Kota Malang, Indonesia

¹ sambenyamin87@gmail.com ² nachrowie@unmer.ac.id ² wahyu.dirgantara@unmer.ac.id

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

15-10-2022

20-10-2022

22-12-2022

Kata Kunci

Purwarupa

Kemiringan

Base Transceiver Station

Arduino

ABSTRAK

Menara Base Transceiver Station (BTS) merupakan stasiun telekomunikasi yang memiliki fungsi utama untuk memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi (client) dan jaringan operator. Tower BTS biasanya dibangun di tempat pemukiman padat penduduk, karena untuk mendistribusikan jaringan telekomunikasi. Karena dibangun dipemukiman padat penduduk, maintenance kelayakan dari tower BTS perlu diperhatikan. Maintenance tower BTS ditujukan agar tower BTS dapat optimal bekerja dan mengurangi risiko rubuh. Purwarupa yang akan dibuat dengan beberapa komponen, yaitu sensor MPU-6050, Arduino Uno dan LCD. MPU-6050 untuk mendeteksi kemiringan tower BTS. Setelah dilakukan 10 pengujian sudut pitch dan roll, purwarupa kemiringan BTS memiliki kesalahan rata-rata 1,077 untuk sudut pitch, dan 1,703 untuk sudut roll. Hasil tersebut masih dinyatakan valid dalam memonitoring sudut kemiringan BTS.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia sedang mempersiapkan menuju Indonesia emas 2045, dalam mewujudkan hal tersebut Indonesia tengah giat dalam melakukan pembangunan infrastruktur. Salah satunya yaitu dalam infrastruktur telekomunikasi. Indonesia mulai melakukan kemajuan dalam bidang telekomunikasi, salah satu contohnya yaitu memulai digitalisasi semua aspek dalam kehidupan. Dalam bidang telekomunikasi, Indonesia mulai menonaktifkan sinyal televisi analog dan beralih ke sinyal digital. Sistem digital lebih baik dari analog. Kemajuan dibidang telekomunikasi juga mempengaruhi kemajuan disektor lainnya, salah satunya bidang ekonomi. Dengan kemajuan telekomunikasi, komunikasi untuk bertransaksi menjadi lebih lancar. Komunikasi jarak jauh kini terasa lebih nyaman dan dapat menjangkau area yang lebih jauh. Hal tersebut dapat terjadi salah satunya karena semakin banyaknya jumlah menara *Base Transceiver Station* (BTS) yang tersebar di seluruh Indonesia [1].

Base Transceiver Station (BTS) merupakan perangkat atau stasiun telekomunikasi yang memiliki fungsi utama untuk memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi (client) dan jaringan operator. Menara telekomunikasi atau menara BTS berfungsi untuk

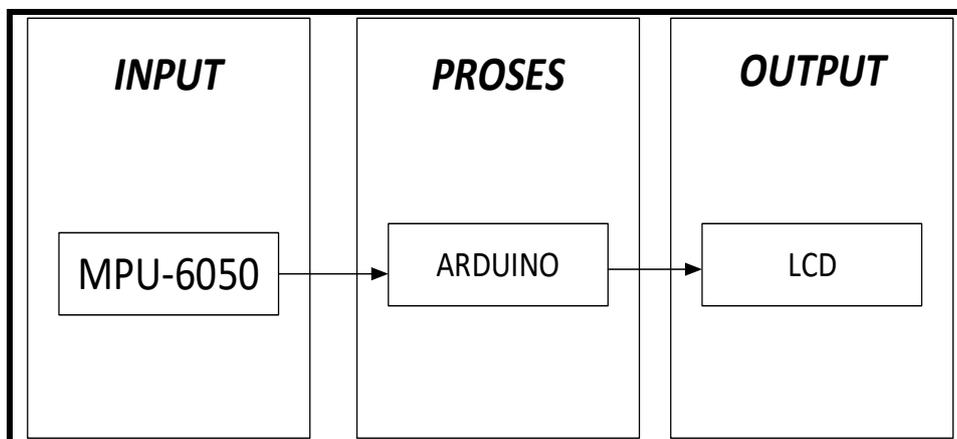
menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan yang menuju ke arah lain [1], [2]. Tugas utama menara BTS adalah mengirimkan dan menerima atau sinyal radio ke perangkat komunikasi masyarakat seperti telepon rumah, HP dan lain-lain. Kemudian sinyal radio tersebut dirubah menjadi sinyal digital yang selanjutnya dikirim terminal menjadi sebuah pesan atau data.

Menara BTS biasanya dibangun di tempat pemukiman padat penduduk, karena untuk mendistribusikan jaringan telekomunikasi. Karena dibangun dipemukiman padat penduduk, maintenance dari menara BTS perlu diperhatikan. Maintenance menara BTS ditujukan agar menara BTS dapat optimal bekerja dan mengurangi risiko rubuh. Dari beberapa sumber [3], [4], saat menara BTS rubuh akan merusak daerah sekitarnya dan merugikan dari segi finansial dan materi. Karena alasan itu, tugas akhir ini dibuat, agar saat menara BTS miring dan akan rubuh dapat dilakukan penindakan oleh petugas. Perlunya monitoring dan maintenance menara BTS karena beberapa hal, salah satunya mencegah menara BTS yang tidak sesuai dengan desain terutama ketahanan terhadap gempa, beban perangkat yang ditempatkan pada menara overload, korosi yang terjadi pada struktur menara, foot plate, atau pun kabel penahan pada mast, tidak memperhatikan goyang yang berlebihan pada menara, tidak lengkapnya komponen struktur pada menara, dan baut-baut penghubung yang tidak kencang. Karena beberapa hal tersebut dapat menimbulkan efek buruk pada menara sehingga menyebabkan menara menjadi miring bahkan bisa roboh yang dapat membahayakan lingkungan sekitar menara [5][6].

Berdasarkan beberapa alasan yang sudah dipaparkan, penelitian ini dibuat sebagai alternatif solusi permasalahan yang terjadi. Penelitian ini membuat purwarupa sistem untuk memonitoring kemiringan menara BTS. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memeberikan solusi untuk memaintenance menara BTS.

2. Metode Penelitian

3.1 Blok Diagram

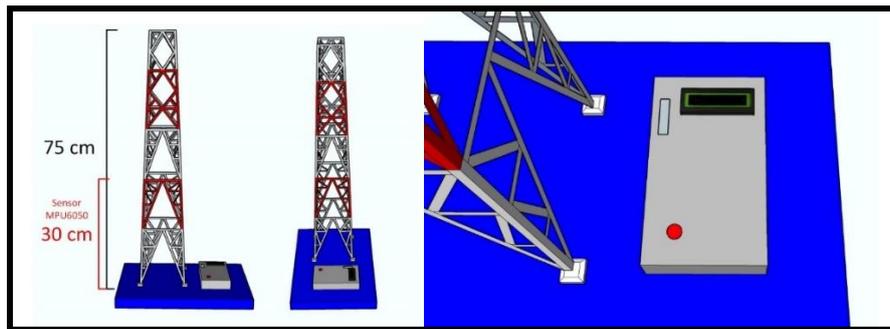


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

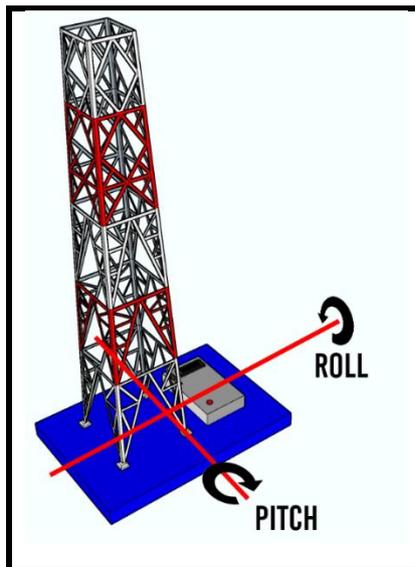
Gambar 1 merupakan gambar blok diagram sistem kemiringan BTS. Sensor MPU-6050 digunakan sebagai pendeteksi kemiringan. Arduino sebagai mikrokontroler. LCD sebagai output yang berisi sudut kemiringan dari Sensor MPU 6050 yang terhubung dengan Arduino Uno. LCD menampilkan data sensor MPU-6050.

3.2 Model Purwarupa

Model purwarupa alat memiliki tinggi 75 cm. Peletakan sensor MPU-6050 berada di 30 cm dari bawah purwarupa. Tinggi menara BTS sesungguhnya yaitu 75 meter [7]. Purwarupa alat memiliki skala 1:100 dibanding menara BTS sesungguhnya. Purwarupa dilengkapi dengan box kontrol yang berisi Arduino dan pengkabelan, berikut Gambar 2 merupakan mod. Model purwarupa memiliki 2 sumbu kemiringan, yaitu sumbu *pitch* dan *roll*. Seperti pada Gambar 3.



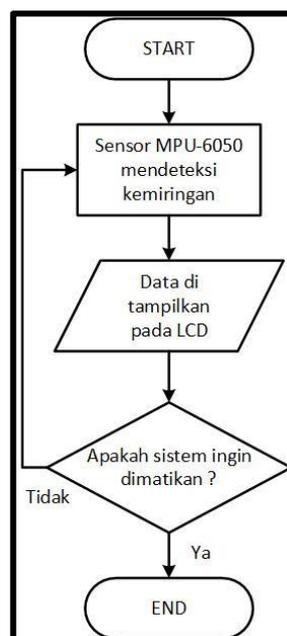
Gambar 2. Model Purwarupa



Gambar 3. Sumbu kemiringan purwarupa

Pemodelan ini dimanfaatkan untuk mensimulasikan kondisi sebenarnya, sehingga bisa memberikan simulasi gambaran dan informasi yang dihasilkan oleh sistem. selain itu juga dapat memberikan gambaran untuk penempatan sensor supaya lebih optimal.

3.3 Diagram Alir Purwarupa



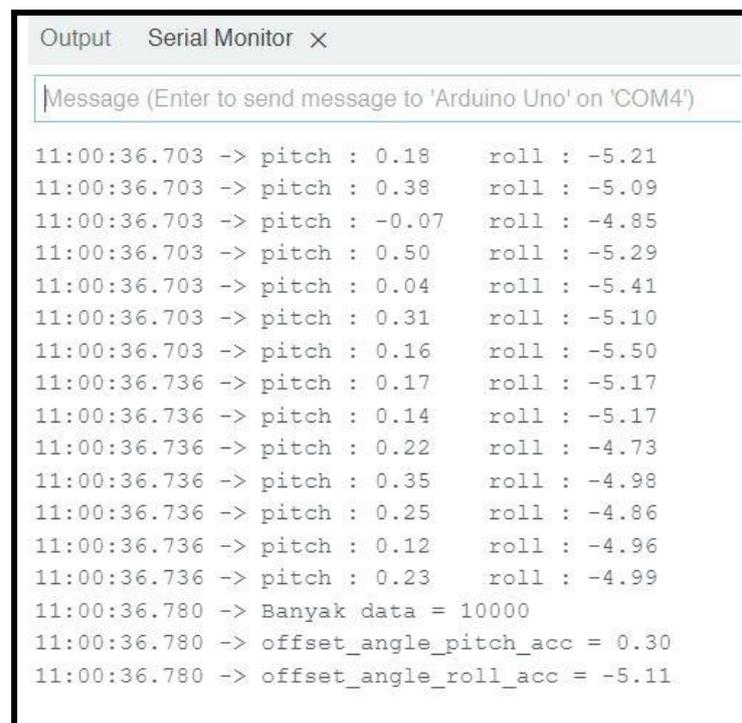
Gambar 4. Diagram Alir Purwarupa

Berikut ini adalah diagram alur (*flowchart*) cara kerja purwarupa monitoring kemiringan BTS. Sistem purwarupa monitoring kemiringan BTS dimulai dari sensor kemiringan MPU-6050 kemudian diolah Arduino dan ditampilkan ke LCD. Sistem akan mengulang (*looping*) secara terus menerus sampai catu daya dimatikan maka sistem akan berhenti. Berikut bagan proses diagram alur purwarupa ditunjukkan pada gambar 4.

3. Hasil dan Analisis

3.4 Kalibrasi Sensor MPU-6050

Kalibrasi sensor MPU-6050 dilakukan dengan mengambil 10.000 data kemiringan pitch dan roll saat posisi awal yaitu 0o. Hasil dari kalibrasi 10.000 data tersebut menghasilkan nilai offset untuk sudut kemiringan pitch dan roll. Perlunya ada kalibrasi karena nilai sensor MPU-6050 sangat sensitive, nilai MPU-6050 dapat mudah berubah dengan Gerakan yang minim. sensor MPU-6050 sangat sensitif terhadap getaran yang menyebabkan nilai mudah berubah apabila bergeser 1o saja. Adanya getaran tersebut karena factor manusia, seperti memegang sensor dengan tidak stabil, dan faktor lingkungan. Karena itu diperlukan kalibrasi untuk megatur nilai offset sudut agar nilainya menjadi 0. Kalibrasi diusahakan dilakukan pada bidang datar[8], [9]. Kalibrasi dilakukan di meja laboratorium telekomunikasi dan multimedia Universitas Merdeka Malang. Saat dilakukan kalibrasi di tempat lain didapatkan nilai berbeda, karena perbedaan kemiringan meja. Gambar berikut ini merupakan hasil dari kalibrasi sensor MPU-6050.



```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM4')
11:00:36.703 -> pitch : 0.18    roll : -5.21
11:00:36.703 -> pitch : 0.38    roll : -5.09
11:00:36.703 -> pitch : -0.07   roll : -4.85
11:00:36.703 -> pitch : 0.50    roll : -5.29
11:00:36.703 -> pitch : 0.04    roll : -5.41
11:00:36.703 -> pitch : 0.31    roll : -5.10
11:00:36.703 -> pitch : 0.16    roll : -5.50
11:00:36.736 -> pitch : 0.17    roll : -5.17
11:00:36.736 -> pitch : 0.14    roll : -5.17
11:00:36.736 -> pitch : 0.22    roll : -4.73
11:00:36.736 -> pitch : 0.35    roll : -4.98
11:00:36.736 -> pitch : 0.25    roll : -4.86
11:00:36.736 -> pitch : 0.12    roll : -4.96
11:00:36.736 -> pitch : 0.23    roll : -4.99
11:00:36.780 -> Banyak data = 10000
11:00:36.780 -> offset_angle_pitch_acc = 0.30
11:00:36.780 -> offset_angle_roll_acc = -5.11
```

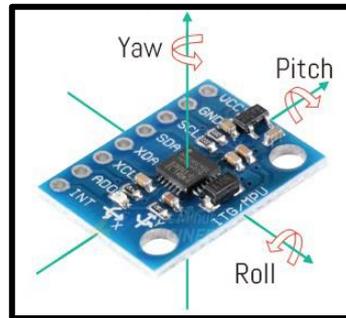
Gambar 5. Kalibrasi Sensor MPU-6050

Nilai offset didapatkan dari rata-rata 10.000 data yang diambil saat keadaan 0. Waktu yang diperlukan untuk mengambil 10.000 data sekitar 2 menit 20 detik. Kalibrasi dengan data yang lebih banyak bisa menghasilkan data yang lebih akurat, namun akan memakan waktu proses kalibrasi lebih lama. Didapatkan nilai *offset* untuk sudut *pitch* yaitu 0,30 dan nilai offset untuk sudut *roll* yaitu -5,11. Nilai offset tersebut kemudian dimasukkan kedalam *coding* Arduino agar dapat mendeteksi sudut *pitch* dan *roll*.

3.5 Pengujian Sensor MPU-6050

Sensor MPU-6050 diletakkan pada purwarupa kemiringan menara BTS. Pengujian sensor MPU-6050 dilakukan dengan memiringkan purwarupa sesuai dengan sudut derajat. Sudut yang dapat diukur sensor MPU-6050 adalah sudut *pitch*, *roll* dan *yaw*. Namun, pada

purwarupa kemiringan BTS penelitian ini hanya menggunakan sudut pitch dan roll, dikarenakan dalam kemiringan Gedung atau menara sudut yaw jarang terjadi, kecuali jika ada pergeseran tanah. Berikut ini gambar ilustrasi sudut pitch, roll dan yaw yang ada pada sensor MPU-6050.



Gambar 6. Ilustrasi sudut Sensor MPU-6050

Sensor MPU-6050 menggunakan *complementary filter* 0,91 untuk sudut *pitch* dan 0,87 untuk sudut *roll*. *Complementary filter* tersebut diambil dari [10]. Pengujian dilakukan dengan busur protactor sebagai acuan sudut kemiringan. Pengujian kemiringan dilakukan dengan membandingkan keluaran hasil pada busur *protactor* dan keluaran alat purwarupa yang tertampil pada LCD. Cara pengujian sensor MPU-6050 terdapat pada gambar. Hasil pengujian sensor MPU-6050 terdapat pada tabel 1 untuk pengujian sudut pitch dan Tabel 2 untuk pengujian sudut roll.



Gambar 7. Pengujian Sensor MPU-6050

Tabel 1. Pengujian Sensor MPU-6050 sudut *Pitch*

No.	Busur <i>Protactor</i>	Purwarupa	Error
1.	5°	5,2°	0,2
2.	10°	11,4°	1,4
3.	20°	19,3°	0,7
4.	30°	32,12°	2,12
5.	40°	40,52°	0,52
6.	50°	51,21°	1,21
7.	60°	59,52°	0,48
8.	70°	70,2°	0,2
9.	80°	81,45°	1,45
10.	90°	87,51°	2,49
Rata-rata Error			1,077

Tabel 2. Pengujian Sensor MPU-6050 sudut *Roll*

No.	Busur <i>Protactor</i>	Purwarupa	Error
1.	5°	6,1°	1,1
2.	10°	9,7°	0,3
3.	20°	21,7°	1,7
4.	30°	31,78°	1,78

No.	Busur <i>Protactor</i>	Purwarupa	Error
5.	40°	42,14°	2,14
6.	50°	50,97°	0,97
7.	60°	63,72°	3,72
8.	70°	71,11°	1,11
9.	80°	78,45°	1,55
10.	90°	87,31°	2,69
Rata-rata Error			1,706

Dari Tabel 1 dan 2 diatas dihasilkan error 1,077 untuk sudut pitch dan error 1,706 untuk sudut roll. Error bisa terjadi karena alas purwarupa memiliki ketebalan. Ketebalan pada alas membuat pengukuran kadang berada diatas kadang berada dibawah. Error tersebut masih dikatakan valid karena tidak sampai 2 kesalahan.

3.6 Pengujian LCD



Gambar 8. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan agar mengetahui apakah komponen LCD dapat menampilkan tulisan dengan benar. LCD memiliki 3 output yaitu, "AMAN", "Perlu Penanganan" dan "BAHAYA". "AMAN" jika sudut kemiringan *pitch* atau *roll* dibawah 10°. "Perlu Penanganan" jika sudut kemiringan *pitch* atau *roll* diantara 10° dan 20°. "BAHAYA" jika sudut kemiringan *pitch* atau *roll* diatas 20°. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian LCD I2C.

4. Kesimpulan

Penggunaan sensor MPU-6050 dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan rata-rata dari 10.000 data di posisi awal. Kalibrasi dilakukan untuk memperoleh nilai offset sudut pitch dan roll. Nilai offset untuk sudut pitch yaitu 0,30 dan nilai offset untuk sudut roll yaitu -5,11. Setelah mendapat nilai offset, nilai tersebut dimasukkan kedalam kodingan Arduino. Setelah proses pengujian, purwarupa kemiringan BTS memiliki kesalahan rata-rata 1,077 untuk sudut pitch, dan 1,703 untuk sudut roll. Hasil tersebut masih dinyatakan valid dalam memonitoring sudut kemiringan BTS.

Referensi

- [1] H. Hamuda, "Perencanaan Kebutuhan Base Transceiver Station (BTS) Dan Optimasi Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi," 2014.
- [2] E. A. Mamarimbing, B. D. Handono, and M. D. J. Sumajouw, "PERENCANAAN STRUKTUR TOWER BTS TIPE SELF-SUPPORTING TOWER," *JURNAL SIPIL STATIK*, vol. 8, no. 5, 2020.
- [3] U. Saragih, "Penggantian Kerugian Bagi Masyarakat Yang Terkena Dampak Buruk Tower BTS," 2019.

- [4] "Tower BTS Roboh dan Timpa Kontrakan, Telkomsel Perbaiki Rumah yang Rusak Halaman all - Kompas.com." <https://megapolitan.kompas.com/read/2022/03/22/15523821/tower-bts-roboh-dan-timpa-kontrakan-telkomsel-perbaiki-rumah-yang-rusak?page=all> (accessed Dec. 06, 2022).
- [5] A. Windharto and A. Setiawan, "Multi operator BTS aesthetic tower design for metropolitan city," in *Proceedings of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference*, 2009.
- [6] Y. E. Simorangkir, "PERTANGGUNGJAWABAN HUKUM PEMILIK TOWER TELEKOMUNIKASI TERHADAP PEMILIK BANGUNAN ATAS TIMBULNYA KERUGIAN AKIBAT FORCE MAJEURE (STUDI PUTUSAN MA RI NO. 1144K/PDT/2012)," 2017.
- [7] "Menengok Bukit Tempat Telkomsel Dilahirkan." <https://tekno.kompas.com/read/2019/11/28/14220047/menengok-bukit-tempat-telkomsel-dilahirkan> (accessed Nov. 08, 2022).
- [8] B. Firman, "Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C pada Self-Balancing Robot," *Jurnal Teknologi Technoscientia*, pp. 18–24, 2016.
- [9] A. A. Rafiq, W. N. Rohman, and S. D. Riyanto, "Development of a simple and low-cost smartphone gimbal with MPU-6050 sensor," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 1, no. 4, pp. 136–140, 2020.
- [10] "Mengakses Sensor MPU-6050 (Accelerometer dan Gyroscope) Menggunakan Arduino – Blog elektro code." <https://elektrocode2018.wordpress.com/2020/02/26/mengakses-sensor-mpu-6050-accelerometer-dan-gyroscope-menggunakan-arduino/> (accessed Dec. 04, 2022).

