

Rancang Bangun Sistem Pengukur Sudut *Leanmeter* pada Motor Roda Dua

Dhio Farras, Niken Syafitri

Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : dhiofarras@gmail.com

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Pengembangan teknologi pada dunia otomotif merupakan hal yang dapat meningkatkan kualitas berkendara dan kendaraan itu sendiri. Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah sistem yang dapat mengukur dan menampilkan besar sudut kemiringan dari kendaraan motor roda dua. Modul MPU6050 akan dipergunakan dalam mencari besaran fisik dari besarnya sudut yang dihasilkan oleh motor roda dua saat berbelok dengan kemiringan. Mikrokontroler juga akan diperkerjakan untuk menghilangkan besaran fisik dari kendaraan itu sendiri seperti getaran dan gaya sentripetal yang dapat mengacaukan data data yang dihasilkan. Dengan begitu, sistem ini dapat menghasilkan akurasi sebesar $\pm 0,08$ dan presisi sebesar $\pm 0,07$ (dalam pengambilan data dari 0° hingga 45°). Setelah sistem melakukan berbagai komputasi dan menghasilkan besaran sudut, besaran ini akan ditampilkan pada layar LCD sehingga pengendara dapat mengetahui besar kemiringan dari kendaraan tersebut. Dengan pengetahuan terhadap besaran sudut yang dihasilkan, ini dapat menjadi akar dari sistem sistem lainnya yang dapat dikembangkan terhadap motor roda dua.

Kata kunci: *Arduino Nano, fungsi tambahan, MPU6050, sudut kemiringan, teknologi otomotif*

ABSTRACT

Technology development in the automotive world is something that can improve the quality of driving and vehicle itself. This research will design a system that can measure and display the tilt angle of a two-wheeled motorcycle. The MPU6050 will used to find the physical quantity of the angle generated by two-wheeled motor when turning a corner. Arduino Nano will used to eliminate physical quantities from the vehicle itself such vibrations and centripetal forces which can seriously disrupt the resulting data. This system can produce an accuracy of ± 0.08 and a precision of ± 0.07 (retrieving data from 0° to 45°). After it performs various computations and produces angular magnitudes, this quantity will displayed on the LCD screen so the driver show the magnitude of the slope of the vehicle. By knowing the magnitude of the resulting angle, this can be the root of other systems that can developed for two-wheeled motorbikes.

Keywords: *additional functions, Arduino Nano, automotive technology, MPU6050, tilt angle*

1. PENDAHULUAN

Basis pengembangan industri otomotif di Indonesia ke depan cukup baik (Departemen Perindustrian 2010), dikarenakan beberapa hal yaitu potensi pasar dalam negeri yang cukup besar, sudah memiliki basis ekspor ke beberapa negara di dunia, dan pengalaman dalam proses produksi yang cukup lama yaitu selama lebih dari 30 tahun **(Dewayana, 2014)**.

Pada khusus ini, penulis menghadirkan sebuah perangkat dengan konsep MEMS yang dapat mengukur kemiringan kendaraan roda dua secara *realtime* **(Norgia et al, 2009)**. Perangkat ini merupakan akar dari beberapa teknologi yang dapat dikembangkan pada kendaraan roda dua bernama *Leanmeter*. Perangkat sistem *Leanmeter* merupakan sistem yang nantinya dipergunakan untuk mengukur seberapa besar derajat kemiringan dari kendaraan motor roda dua. Perangkat ini dibangun oleh dua komponen utama yaitu MPU6050 dan Arduino Nano. MPU6050 akan dipergunakan guna mencari sudut kemiringan yang dihasilkan oleh kendaraan dan Arduino Nano akan bekerja sebagai perangkat yang melakukan segala komputasi seperti kalibrasi koordinat dan kalibrasi akselerometer karena hasil menunjukkan bahwa keluaran dari MEMS setelah dilakukan prosedur kalibrasi, jauh lebih akurat sehubungan dengan keluaran yang diperoleh. Jauh lebih akurat dibandingkan kalibrasi tradisional **(Frosio et al, 2009)**.

Perangkat ini diharapkan menjadi penunjang keselamatan berkendara karena sebagai pengendara pemula, pengalaman dalam berkendara menjadi kendala yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Hal ini karena pengalaman dalam berkendara mengarahkan pada sejauh mana tingkat kemampuan pengendara di dalam menguasai kendaraanya baik ketika dalam kondisi yang biasa maupun dalam kondisi tiba tiba yang membutuhkan respon secara cepat **(Lady, Rizqandini , & Trenggonowati, 2019)**.

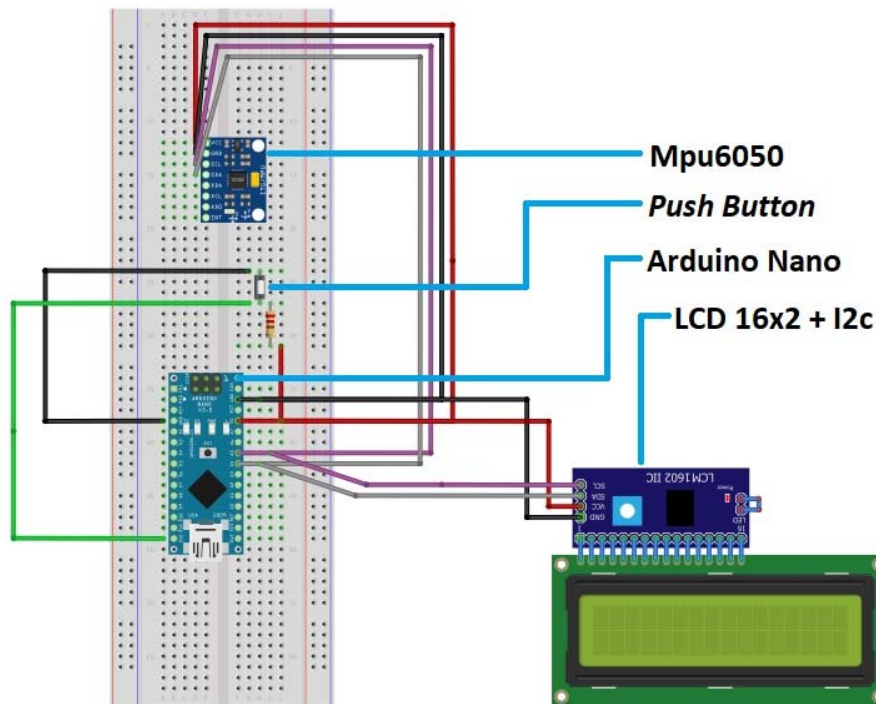
2. METODOLOGI

Secara umum, prinsip kerja sistem pengukur kemiringan motor *Lean-Meter* dapat dijelaskan oleh blok diagram pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Blok Diagram *Lean-Meter*

Data fisik berupa kemiringan motor dibaca oleh modul sensor MPU6050 yang terdiri dari *Gyroscope* dan *Accelerometer*. *Gyroscope* berfungsi untuk mengukur perubahan sudut, sedangkan *Accelerometer* berfungsi untuk mendeteksi akselerasi yang dialami modul tersebut. Data fisik tersebut dikonversi oleh MPU6050 menjadi data digital yang selanjutnya dikirim ke Arduino menggunakan komunikasi tipe I2C. Data digital diproses oleh Arduino sehingga menghasilkan sinyal *output* yang diinginkan sesuai dengan program yang dibuat pada perangkat lunak Arduino IDE. Sinyal *output* lalu dikirim ke *Display* sebagai antar muka untuk pengguna. Untuk pengembangan lebih lanjut, respon terhadap masukan dapat dijadikan referensi untuk mengatur banyak perangkat yang dapat dihubungkan fungsinya dengan pengetahuan sudut kemiringan kendaraan roda dua. Skema rancangan perangkat keras yang digunakan pada sistem *Lean-Meter* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skematik Rancangan Perangkat Keras

MPU6050 sebagai komponen pendeteksi kemiringan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino melalui port komunikasi tipe I2C. Tipe komunikasi data I2C terdiri dari dua pin utama, yaitu SDA dan SCL. SDA merupakan pin yang berfungsi mengirimkan data sedangkan SCL merupakan pin masukan untuk *clock*. Modul MPU6050 merupakan sensor aktif, yang artinya sensor tersebut membutuhkan tegangan sumber agar dapat bekerja sehingga terdapat pin Vcc dan GND sebagai pin masukan untuk tegangan sumber.

Modul LCD 16x2 beserta I2C-nya digunakan sebagai tampilan sistem karena kemudahan dari penggunaannya. LCD 16x2 beserta I2C sudah siap untuk men-transmisikan data data yang diperlukan dengan menghubungkan pin SDA, SCL, Vcc dan GND.

Perancangan perangkat lunak sistem pengukur sudut kemiringan "*Leanmeter*" dilakukan melalui penulisan program pada *Software* Arduino IDE. Program berisikan beberapa perintah yaitu kalibrasi MPU6050 terhadap sumbu paralel dengan gravitasi, kalibrasi MPU6050 terhadap posisi peletakan komponen pada kendaraan dan yang terakhir komputasi matematis untuk menunjukkan beberapa informasi seperti sudut, akselerasi dan setelan untuk menentukan durasi *timeout* dari kemiringan maksimum.

- Transformasi Vektor

Komponen sensor akan diletakan pada bagian tengah rangka guna meminimalisir besar getaran yang dialami sensor. Rangka tubuh pada motor roda dua tidak dapat selalu dipastikan untuk mampu memposisikan sensor secara sempurna di titik 0,0,0 dan mengetahui arah kemiringan dari motor. Sehingga transformasi koordinat perlu dilakukan guna penyesuaian vektor xyz (**Motorru, 2016**).

- Kalibrasi Akselerometer

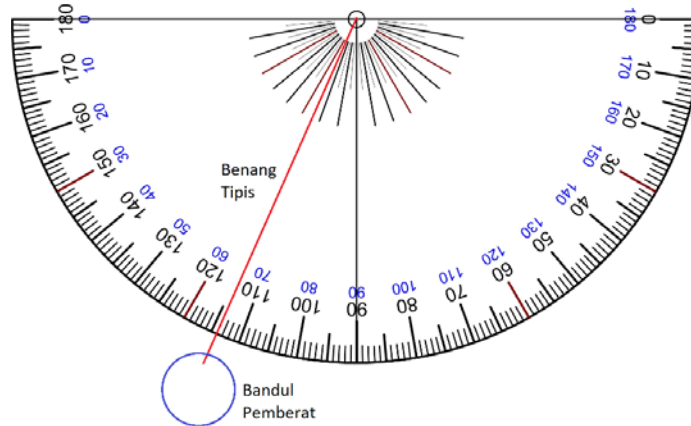
Kalibrasi yang dimaksud, bertujuan untuk menghilangkan efek percepatan sentripetal terhadap sensor. Efek percepatan sentripetal perlu dihilangkan karena dapat merusak data keluaran dari sensor **(Mateusz et al, 2020)**.

Metode pengujian dilaksanakan dengan mengikut sertakan beberapa komponen, berikut komponen yang digunakan beserta fungsinya :

1. *Waterpass* = ini digunakan untuk mengetahui seberapa *center* ubin yang digunakan untuk memposisikan motor.
2. Busur drajat = busur ini digunakan sebagai referensi sudut yang akan dibandingkan dengan hasil pengamatan.
3. Benang tipis = benang ini digunakan untuk mengaitkan bandul pada titik tengah busur drajat.
4. Bandul = bandul digunakan untuk memberi pemberat pada benang, sehingga benang akan memiliki posisi yang paralel dengan grafitasi.
5. Dudukan sensor = dudukan ini diperuntukan untuk menghubungkan antara rangka dengan sensor dengan kokoh.
6. Kendaraan bermotor roda dua = ini digunakan untuk meletakkan sensor yang telah dibuat.

Metode pengujian dilakukan dengan beberapa langkah seperti berikut :

1. Mencari ubin yang paling mendekati kondisi seimbang menggunakan *waterpass* dan meletakkan objek penelitian di posisi tersebut.
2. Melilitkan benang pada busur drajat berikut dengan melilitkan bandul pemberat pada ujung satunya lagi seperti gambar berikut.



Gambar 3.4 Rangkaian Busur Derajat

3. Memposisikan busur derajat pada bagian belakang motor sehingga benang paralel dengan sumbu grafitasi.
4. Memasang sensor pada bagian rangka tengah motor.
5. Menghidupkan sensor pembaca sudut.
6. Melakukan kalibrasi sensor terhadap rangka kendaraan dengan referensi titik 0 dari busur drajat.
7. Menyalakan mesin motor.

Mulai memiringkan motor per 5° dari 0° turun hingga 45° dan mengembalikan dari 45° hingga 0°. Kegiatan dilakukan bersamaan dengan membandingkan sudut busur dengan layar *display LCD 16x2*.

3. HASIL DAN ANALISIS

Di bawah ini terlampir dokumentasi hasil penelitian dalam bentuk fisik. Gambar 3 di bawah ini merupakan dokumentasi dari hasil penelitian dalam bentuk fisik.



Gambar 3 Penampilan Fisik Sistem Saat Pengambilan Data

Dalam data di bawah ini, terlampir hasil pengukuran dan pengamatan besaran sudut berbanding dengan sudut referensi. Tabel 1 di bawah ini memperlihatkan data pengukuran 1 sampai kali ke 3 pada implementasi saat motor dimiringkan ke arah kiri

Tabel 1 Data Pengukuran 1 Sampai 3 pada Implementasi Saat Motor Dimiringkan ke Arah Kiri

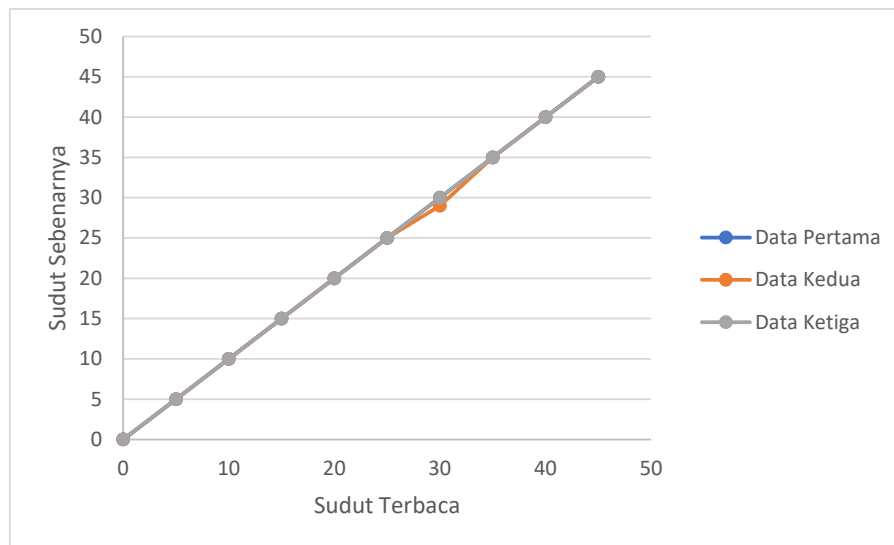
Pengukuran saat motor dimiringkan ke arah kiri (°)						
Sudut	Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3	
	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik
0	0	1	0	0	0	0
5	5	5	5	5	5	5
10	10	10	10	10	10	10
15	15	15	15	15	15	15
20	20	20	20	20	20	20
25	25	25	25	25	25	25
30	30	30	29	30	30	30
35	35	36	35	35	35	35
40	40	40	40	40	40	40
45	45	45	45	45	45	45

Tabel 2 di bawah ini memperlihatkan data pengukuran 1 sampai kali ke 3 pada implementasi saat motor dimiringkan ke arah kanan.

Tabel 2. Data Pengukuran 1 Sampai 3 pada Implementasi Saat Motor Dimiringkan ke Arah Kanan

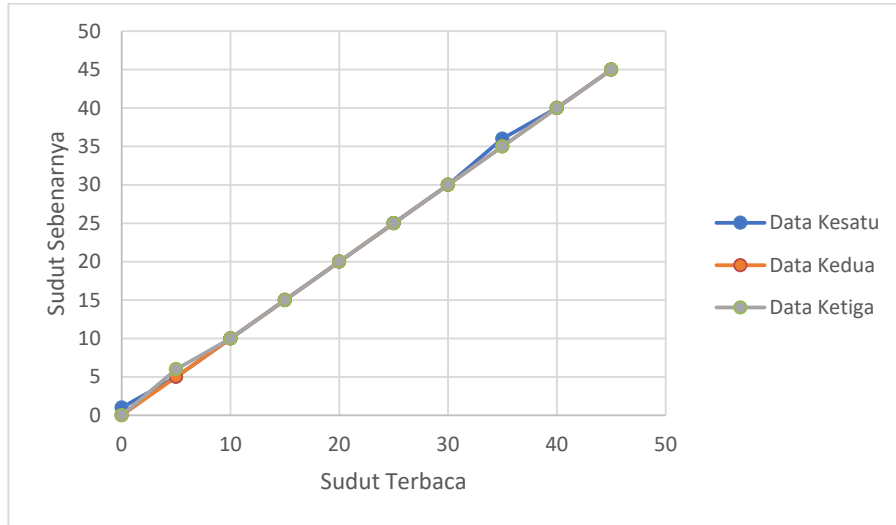
Pengukuran saat motor dimiringkan ke arah kanan (°)						
Sudut	Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3	
	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik
0	0	0	0	0	0	0
5	5	5	5	5	5	5
10	10	10	10	10	10	10
15	14	14	15	15	15	15
20	20	20	20	19	20	20
25	25	25	25	25	25	25
30	30	30	29	30	30	30
35	35	36	35	35	35	35
40	40	40	40	40	40	40
45	45	45	45	45	45	45

Dan berikut adalah hasil grafik dari data pengamatan dibandingkan dengan referensi: Gambar 4 di bawah ini merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan perbandingan sudut sebenarnya dengan sudut terbaca saat pengambilan data ke kiri dan turun.



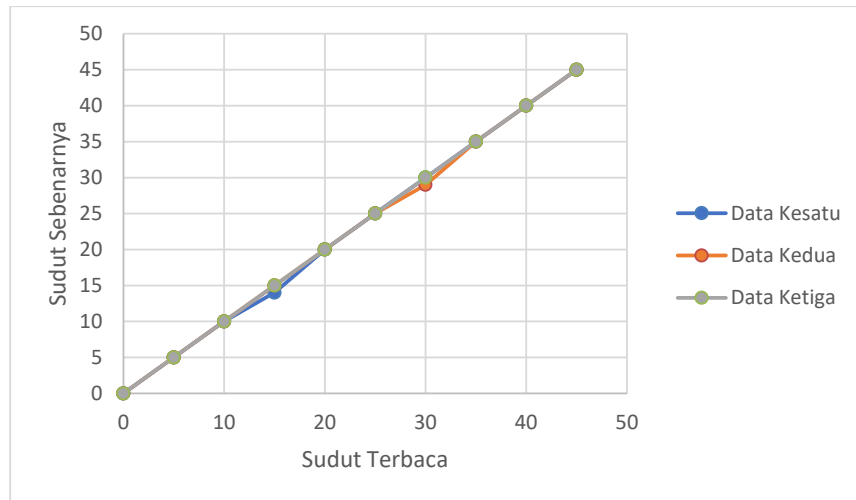
Gambar 4 Grafik Perbandingan Sudut Sebenarnya Dengan Sudut Terbaca Saat Pengambilan Data Ke kiri dan Turun

Gambar 5 di bawah ini merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan perbandingan sudut sebenarnya dengan sudut terbaca saat pengambilan data ke kiri dan kembali naik.



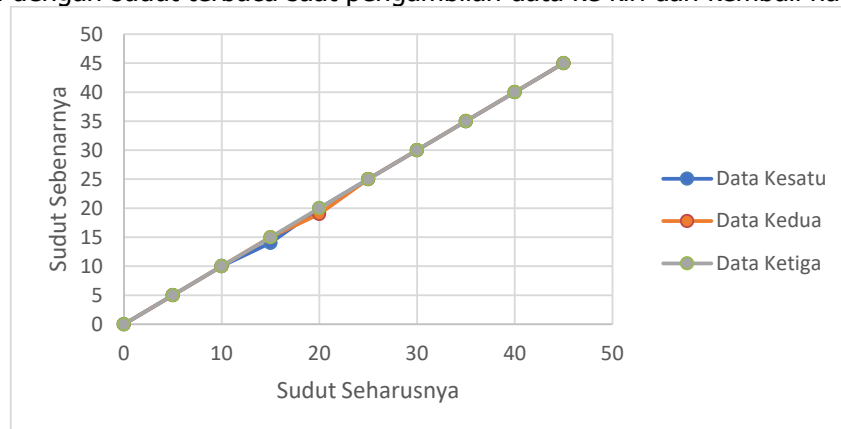
Gambar 5 Grafik Perbandingan Sudut Sebenarnya Dengan Sudut Terbaca Saat Pengambilan Data Kekikiri dan Kembali Naik

Gambar 6 di bawah ini merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan perbandingan sudut sebenarnya dengan sudut terbaca saat pengambilan data ke kanan dan turun.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Sudut Sebenarnya Dengan Sudut Terbaca Saat Pengambilan Data Kekanan dan Turun

Gambar 7 di bawah ini merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan perbandingan sudut sebenarnya dengan sudut terbaca saat pengambilan data ke kiri dan kembali naik.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Sudut Sebenarnya Dengan Sudut Terbaca Saat Pengambilan Data Kekan dan Naik

Dari data yang telah diperoleh, dilaksanakan pengolahan data berupa pencaharian nilai – nilai sebagai berikut :

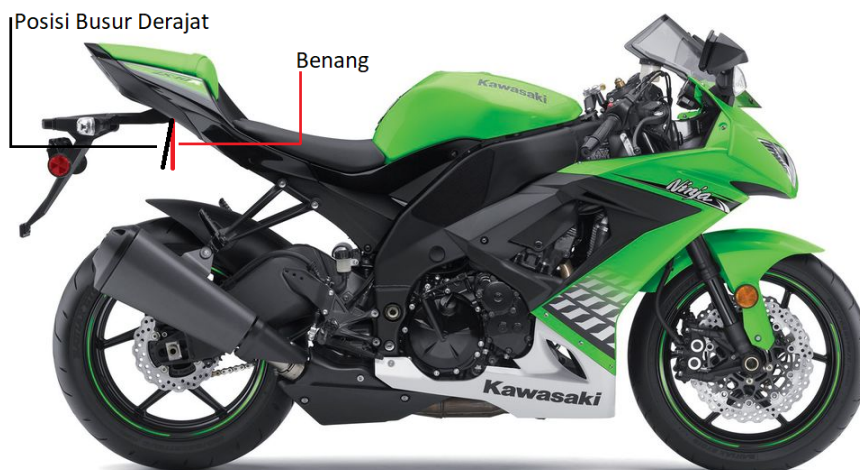
- Akurasi = $X \pm 0,07$
- Presisi = $X \pm 0,08$

Dengan X = sudut kemiringan

MPU6050 merupakan sebuah komponen dengan sifat solid state yang mana artinya komponen ini memiliki karakter yang sangat akurat jika segala aspek pendukungnya terkontrol dan dapat terpantau dengan baik. Namun pada tabel pengolahan di atas angka presisi dan akurasi tidak berada di angka 0. Hal ini dianalisis terjadi karena berbagai aspek pendukung / lingkungan yang tidak dapat dikondisikan secara sempurna.

Akar dari ketidak sesuaian data pengamatan dengan data pembanding dianalisis berasal dari waterpass. Waterpass memang memiliki ketelitian yang tinggi, namun tetap menghadirkan kemungkinan salah sebesar $\pm 1.5\text{mm}$ seperti yang dilansir oleh sebuah website "Umumnya waterpass memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Alat ini mampu membaca posisi horizontal maupun vertikal dengan tingkat kemungkinan kesalahan sebesar 1.5 mm saja." (websitesiteknologi.com, 2019). Besaran tersebut memang bukanlah sebuah besaran yang signifikan. Namun jika kita perhatikan terhadap sistem pengambilan data yang mana jarak antar sensor dengan ubin adalah sekitar $\pm 80\text{cm}$, ini akan cukup berpengaruh dan didukung juga dengan keterbatasan alat / device referensi yaitu busur derajat dengan dimensi yang juga tidak besar dan bukan sistem digital sehingga dapat mengecoh besaran besaran yang diperhatikan. Penentuan titik 0° motor memang ditentukan berdasarkan sudut yang dihasilkan oleh busur drajat beserta benang dan bandulnya. Namun hadirnya media ubin yang tidak sepenuhnya rata akan juga sedikit tetap berpengaruh terhadap data yang dihasilkan oleh sensor, ubin akan membuat objek yang diteliti menjadi tidak rata secara keseluruhan. Jika sepeda motor tidak dapat berada di titik setimbang antara ban depan dengan ban belakang, bagian contact patch pada kedua ban akan memiliki simpangan / tidak sejajar yang mana akan memberikan efek "melintir" pada sepeda motor secara keseluruhan sehingga sensor menunjukkan data yang sedikit menyimpang.

Selain waterpass, keterbatasan dalam proses instalasi busur derajat, benang tipis dan bandul juga berpengaruh terhadap ketidaktepatan secara optikal dari peneliti terhadap garis garis bilangan pada busur derajat. Penulis mengalami kesulitan dalam memposisikan busur derajat yang mana seharusnya benang sejajar dengan busur. Namun pada pengambilan data, busur dengan benang tidak berada di posisi yang sejajar yang mana busur memiliki sudut sedangkan benang sejajar dengan arah gravitasi seperti ilustrasi di bawah ini :



Gambar 7 Posisi Busur Derajat Berbanding Dengan Benang

Beberapa aspek aspek kecil di atas memanglah bukan pengaruh yang signifikan, dan juga pula mengakibatkan pengaruh yang tidak signifikan.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, masalah yang dialami oleh komponen MPU6050 dapat ditangani oleh Arduino Nano dengan melakukan komputasi secara digital melalui *coding*. Namun idealnya, sistem seharusnya dapat bekerja dengan sempurna karena komponen memiliki ketelitian yang sangat tinggi dan telah diberlakukannya kalibrasi. Namun masih ada beberapa hal yang tidak dapat dikondisikan secara ideal seperti beberapa pengaruh eksternal, yaitu sulitnya menciptakan ruang pengambilan data yang ideal dan keterbatasan dalam memilih data referensi yang lebih akurat. Maka dalam percobaan ini, sistem menghasilkan akurasi $\pm 0,07$ dan presisi mencapai $\pm 0,08$ derajat.

DAFTAR RUJUKAN

- Dewayana, T, Sugiarto, D, Hetharia, D. (2014) Peluang dan Tantangan Industri Komponen Otomotif Indonesia.
- Frosio, F. Pedersini, and N. A Borghese. (2009) *Autocalibration of mems accelerometer. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 58(6):2034-2041.
- Mateusz, L, Grabski, J, and Perlikowski, P (2020) Derivation of a pitch angle value for the motorcycle
- Lady, L, Rizqandini, L, Trenggonowati, D. (2019) Efek usia, pengalaman berkendara, dan tingkat kecelakaan terhadap *driver behavior* pengendara sepeda motor.
- Motorru. (2016) Method of transforming coordinates of a vehicle-mounted accelerometer: example application of calculating lean angle of a motorcycle.
- Norgia, M, Boniolo, Tanelli, M, Savaresi, M , and Svelto, C. (2009) *Optical sensor for real-time measurement of motorcycle tilt angle. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 58(5):1640-1649.