

DETEKSI ARAH KEDATANGAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR GETAR

Abi Fikri¹, Mohamad Ramdhani², Ahmad Sugiana³

¹Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom

¹abifikri@student.telkomuniversity.ac.id, ²mohamadramdhani@telkomuniversity.ac.id,

³sugiana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada saat ini PT KAI mempunyai sistem persinyalan yang mendeteksi datangnya kereta dari sebuah getaran. Ketika kereta melintas, maka pada saat itu amplitude gelombang yang berasal dari getaran lebih tinggi dari biasanya. Tapi sistem itu hanya dapat mendeteksi getaran saja tanpa tahu sumber getaran bersumber dari mana dan untuk pengembangan dari tugas akhir sebelumnya, tugas akhir ini bertujuan untuk membuat sebuah alat yang dapat mendeteksi arah datangnya kereta api dari arah satu ataupun dari arah dua untuk pengembangan riset selanjutnya agar dapat meningkatkan sistem keamanan yang ada pada PT KAI, dengan menggunakan dua buah sensor getar MPU6050 yang dipasang pada sebuah alat dengan arah yang berlawanan yang dapat menerima getaran dari sumber arah getaran. Pada saat kereta melintas, getaran akan merambat melalui media rel hingga tanah di sekitaran rel yang akan diterima oleh sensor yang lebih dekat dengan sumber getaran terlebih dahulu. Ketika sensor membaca getaran kereta api kemudian mikrokontroler akan memproses getaran tersebut. Setelah diproses di mikrokontroler ada dua buah lampu LED yang dipasang pada arah satu ataupun arah dua yang salah satu nya akan menyala menandakan kereta berasal dari arah satu ataupun dari arah dua dan di barengi dengan suara peringatan berupa buzzer. Adapun hasil dari tugas akhir ini dengan menggunakan dua sensor MPU6050 memiliki nilai akurasi sebesar 100% dengan 10 kali percobaan selama penelitian untuk menentukan sumber arah getaran dari kereta api dengan menggunakan nilai ambang maksimum 10m/s^2 dan nilai ambang batasa minimum -10m/s^2 .

Kata Kunci : Deteksi kereta api, sensor getar, arah kedatangan kereta

Abstract

At this time PT KAI had a signaling system detecting the coming of the train from a vibration. When the train passes, then at that time the wave amplitude derived from vibration is higher than usual. But the system could only detect vibrations without knowing the source of vibrations sourced from which and for development of previous final tasks, this final task aimed to create a tool that could detect the direction of coming trains from the direction of one or the two for subsequent research development in order to improve the existing security system on PT KAI, using two pieces of MPU6050 vibration sensors mounted on a tool in the opposite direction that could receive vibration of source from the vibration direction of vibration direction. ... By the time the train passes, vibrations will propagate through the rail medium to the ground around the rail that will be received by sensors closer to the vibration source first. When the sensor reads the train vibration then the microcontroller will process the vibration. Once processed in the microcontroller there are two pieces of LED lights mounted in the direction of one or both directions whose one of them will light signifies the train is coming from the direction of one or even from the two and in the barengi with a warning sound in the form of a buzzer. As for the results of this final task using two MPU6050 sensors had an accuracy value of 100% with 10 trials during the study to determine the source of vibration direction of the train using a maximum threshold value of 10m/s^2 and a minimum threshold value of -10m/s^2 .

Keyword : Train detection, vibration sensor, train arrival direction

I. PENDAHULUAN

Sistem transportasi memiliki peranan penting dalam mendukung pembangunan nasional. Sebagai bagian dari sistem perekonomian, transportasi dibutuhkan dalam menjamin terselenggaranya mobilitas penduduk maupun barang[1]. Salah satunya kereta api yang merupakan sarana transportasi yang sangat diminati masyarakat. Peningkatan pelayanan dan kenyamanan penumpang menjadi salah satu daya tarik masyarakat untuk memilih sarana transportasi ini[2].

Kereta api memiliki sistem persinyalan yang disebut *axle counter* untuk menghindari adanya tabrakan antar kereta. *Axle counter* merupakan metode pendeteksian bakal pelanting dengan cara membandingkan antara jumlah gandar (roda kereta) yang masuk dalam bagian pendeteksi gandar dengan yang keluar bagian pendeteksi gandar[3]. Sistem persinyalan yang ada di kereta api sangatlah penting karena dapat mencegah kereta mengambil rute yang bertentangan.

Pada Penelitian sebelumnya telah membuat sebuah sistem yang berfungsi sebagai deteksi keberadaan

kereta api dengan menggunakan sensor getar dan arduino nano sebagai mikrokontrolernya. Namun pada penelitian sebelumnya hanya dapat mendeteksi keberadaan kereta api saja. Pada penelitian kali ini akan mengembangkan penelitian tersebut sehingga dapat menentukan arah kedatangan kereta dari arah satu ataupun arah dua dan riset ini merupakan langkah awal untuk penelitian sensor pada rel kereta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cara Kerja Sistem

Dalam mencapai tujuan perancangan alat pendeteksi getaran pada transportasi kereta api dengan berbasis mikrokontroler yang menggunakan sensor MPU6050, dimana sensor tersebut membaca getaran dari kereta api, karena ketika kereta api datang, kereta akan memunculkan gelombang getaran. Sensor membaca getaran, kemudian mikrokontroler akan memproses getaran tersebut. Setelah diproses di mikrokontroler ada dua buah lampu LED yang dipasang pada arah satu dan arah dua yang salah satu nya akan menyala menandakan kereta berasal dari arah satu atau arah dua dan di barengi dengan suara peringatan

2.2 Sensor Accelerometer

Accelerometer adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi atau dapat dikatakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. Accelerometer mengukur percepatan dinamik dan statik. Pengukuran dinamik adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statik adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi seperti halnya untuk mengukur sudut kemiringan (*tilt measurement*).

2.3 Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat dan pada selama perambatannya selalu membawa energi. Gelombang terbagi menjadi 2 jenis, yaitu berdasarkan arah rambatnya dan media perambatannya.

1. Berdasarkan Arah rambatnya

a. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang arah getarnya sejajar, pada gelombang longitudinal ada satu regangan dan rapatan[5], contohnya dari gelombang longitudinal ini adalah gelombang bunyi. Pada gelombang bunyi yang menjadi medium

perantaranya adalah udara, medium tersebut secara bergantian akan merapat dan juga merenggang karena adanya pergeseran getaran atau berpindah tempat, dan berikut ini adalah beberapa istilah dari gelombang longitudinal

b. Gelombang Transversal

Gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatnya, contohnya dari gelombang transversal ini dapat dilihat pada gelombang tali, jika tali digerakan ke atas dan kebawah maka arah rambatnya pun tegak lurus dengan gerakan gelombang[5].

2. Berdasarkan Media Perambatannya

a. Gelombang Mekanik

Gelombang yang membutuhkan media dalam perambatannya contohnya suara ataupun getaran dalam kereta api.

b. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang yang tidak membutuhkan media dalam perambatannya, contohnya gelombang cahaya.

2.4 Mikrokontroler Arduino UNO

Mikrokontroler arduino uno berfungsi untuk menerima dan mengolah data getaran yang berasal dari sensor, kemudian melakukan kontrol terhadap LED dan buzzer yang digunakan. Arduino uno memiliki 2 alamat I2C sebagai jalur komunikasi masing-masing pada sensor.

2.5 buzzer

Buzzer berfungsi sebagai indikator suara yang menandakan adanya getaran yang berasal dari kereta api. Buzzer ini memiliki input tegangan terukur 12V DC dan memiliki tegangan operasi 3-24V

2.6 LED


LED sebagai indikator pada alat yang menjadi parameter arah datangnya kereta api yang dibaca oleh sensor getar dengan meletakkan LED pada sisi timur dan barat agar dapat menandakan arah kedatangan kereta.

2.7 Sensor getar MPU6050

Sensor MPU6050 adalah sensor gerak terpadu yang merupakan gyroscope 3 sumbu sekaligus pengukur

percepatan 3 sumbu / 3-axis MEMS Accelerometer. Sensor ini sangat akurat, dengan ADC (analog-to-digital converter) internal beresolusi 16-bit. Sensor ini menggunakan X, Y dan Z untuk setiap outputnya dalam waktu yang bersamaan[4].

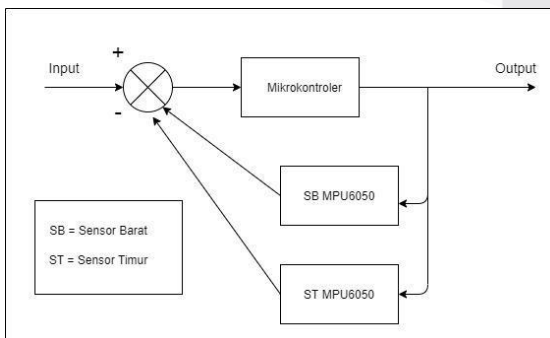
Tabel 2.1 spesifikasi MPU6050

MPU 6050	
	
Spesifikasi sensor MPU 6050 <ul style="list-style-type: none"> • Tegangan 2,375 – 3,46 V • Terdiri dari 3 sumbu MEMS gyroscope dan MEMS accelerometer <ul style="list-style-type: none"> ○ MEMS gyroscope <ul style="list-style-type: none"> ▪ Output digital dengan bentang skala ±250, ±500, ±1000, dan ±2000 °/detik ▪ 16 bit ADC ▪ Arus operasi 3,6 mA ▪ Arus siaga 5 µA ○ MEMS accelerometer <ul style="list-style-type: none"> ▪ Output digital dengan bentang skala ±2g, ±4g, ± 8g dan ±16g. ▪ 16 bit ADC ▪ Arus operasi 500µA 	

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Diagram blok

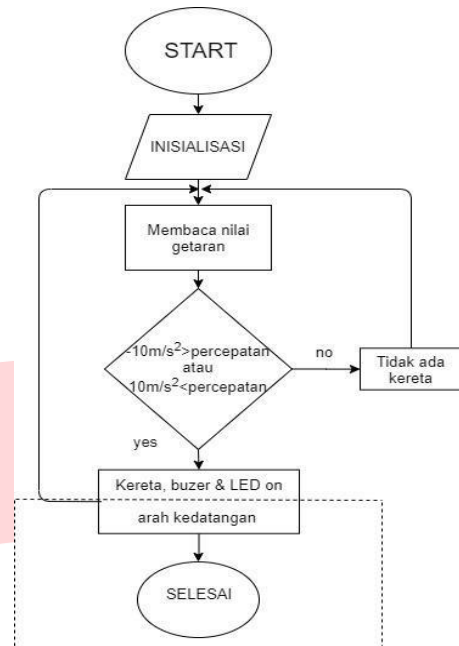
Dengan Menggunakan getaran untuk mendeteksi arah kedatangan kereta api, maka alat ini menggunakan dua sensor MPU6050 untuk mendeteksi getaran tersebut. Setelah mendapatkan getaran maka mikrokontroler akan memproses dan menghasilkan kereta datang dari arah timur atau barat dengan menandakan lampu LED yang menyala dari timur atau barat beserta suara dari buzzer.



Gambar 3.1 Diagram Blok

3.2 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat bagan alur sebelum diimplementasikan ke dalam program.

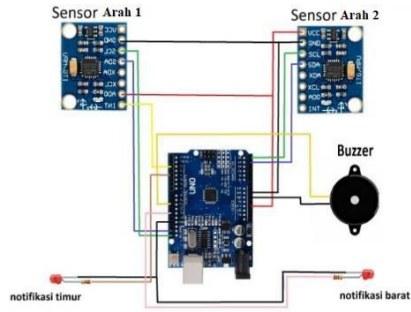


Gambar 3.2 flowchart sistem

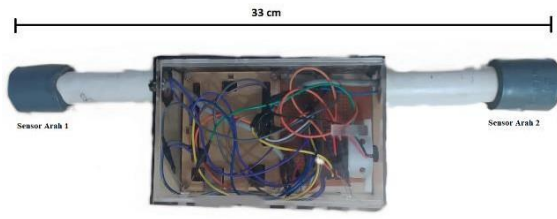
Pada saat pengujian, sensor yang telah membaca getaran kemudian diteruskan ke arduino uno untuk diolah. Arduino menentukan pada saat nilai getaran dari sensor tidak memenuhi syarat lebih kecil dari pada nilai lonjakan bawah atau lebih besar dari nilai lonjakan atas maka dinyatakan bukan getaran dari kereta, kemudian sistem kembali dalam penentuan nilai sensor. Pada saat nilai sensor memenuhi syarat lebih kecil dari pada nilai lonjakan bawah dan lebih besar dari nilai lonjakan atas maka dinyatakan terdapat ada kereta melintas, lalu untuk menentukan arah kedatangan keretanya dari membandingkan keluaran nilai kedua sensor dari arah satu dan arah dua yang mana mencapai nilai ambang batas terlebih dahulu maka sensor lainnya akan bernilai nol dan led akan menyala sesuai sensor mana yang terlebih dahulu mencapai nilai ambang batas.

3.3 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Perancangan perangkat keras diperlukan pada alat deteksi arah kedatangan kereta api menggunakan sensor getar MPU6050 pada Gambar 3.1 yang merupakan sensor dari sistem. Sensor MPU6050 membaca getaran dari kereta api. Arduino Uno merupakan mikrokontroler dengan chip ATmega328, kemudian buzzer dan lampu LED sebagai notifikasi kedatangan kereta api.



Gambar 3.3 Diagram Perkabelan Sistem Rancangan



Gambar 3.4 Desain hardware sistem

Dengan memberikan jarak antar sensor sejauh 33 cm seperti pada Gambar 3.4 akan memberikan performa sistem lebih efisien dalam pembacaan sumber arah getarannya. Jika sensor tidak diberikan jarak atau jarak semakin dekat maka akan sulit dalam pembacaan arah sumber getarannya dan mengurangi akurasi sistem dalam pembacaan sumber arah getarannya.

IV. HASIL DAN ANALISIS

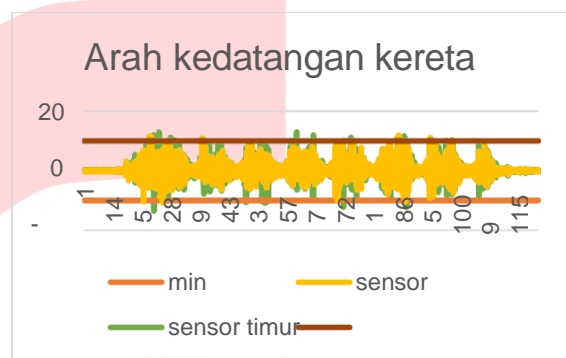
4.1 Pengujian parameter

Tabel 4.1 data getaran kereta api

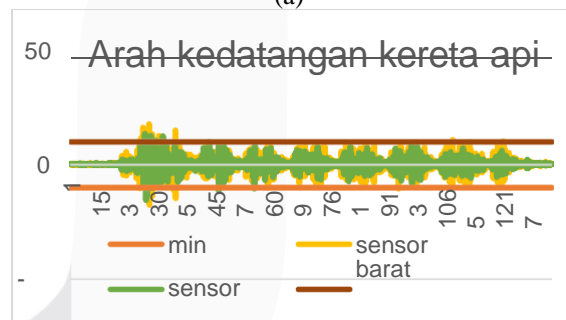
Percobaan ke	Nilai maksimum (m/s ²)	Nilai minimum (m/s ²)
1	13,01	-12,7
2	16	-17
3	23,27	-21,22
4	13,55	-12,6
5	11,44	-10,77
6	15,84	-14,23
7	19,56	-21,2
8	13,86	-12
9	12,46	-13,52
10	18,68	-16,68
11	14,24	-13,7
12	18,16	-12,6
13	16,59	-17,79
14	14,55	-13,96
15	18,06	-19,38
16	11,98	-11,25
17	13,01	-12,7

18	14,3	-13,9
19	14,82	-15,61
20	12,86	-11,56
21	11,32	-9,82
22	14,33	-13,52
23	15,96	-15,6
24	10,2	-12
25	15,39	-13,3
26	16,43	-12,9
27	17,26	-19,4
28	16,44	-15,6
29	17,48	-17,55
30	11,73	-12,9

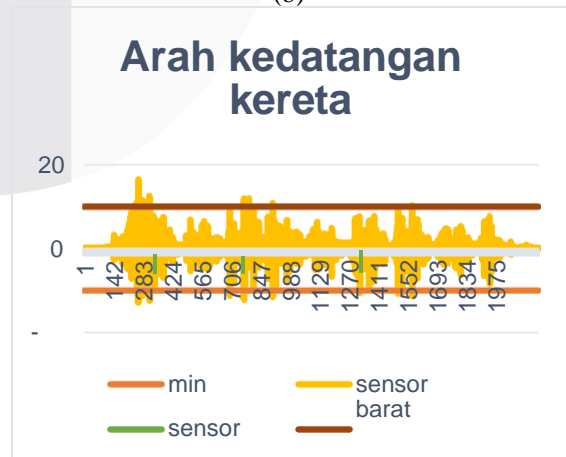
4.2 PENGUJIAN ARAH KEDATANGAN KERETA API I



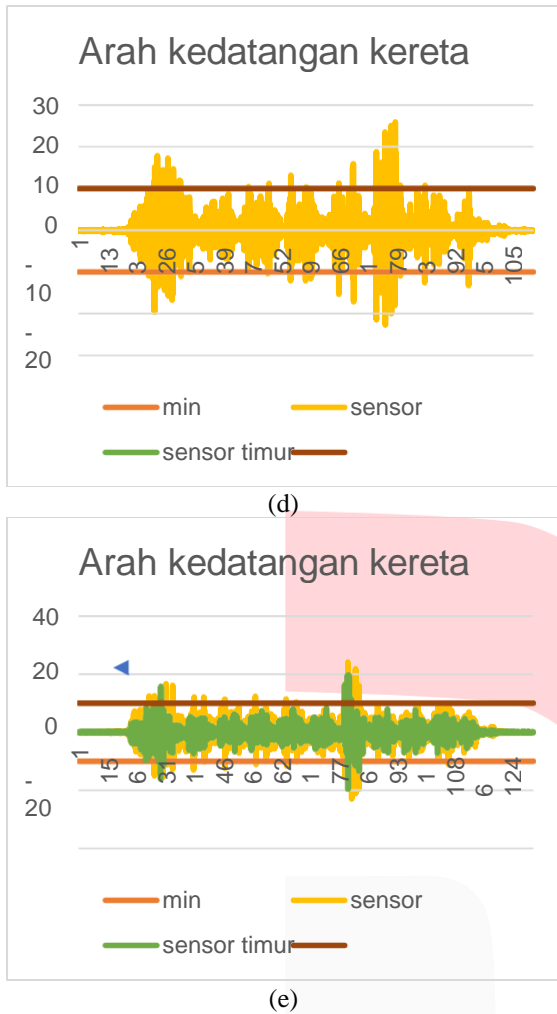
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.1 pengujian kedua sensor MPU6050 pada arah kedatangan kereta arah 1

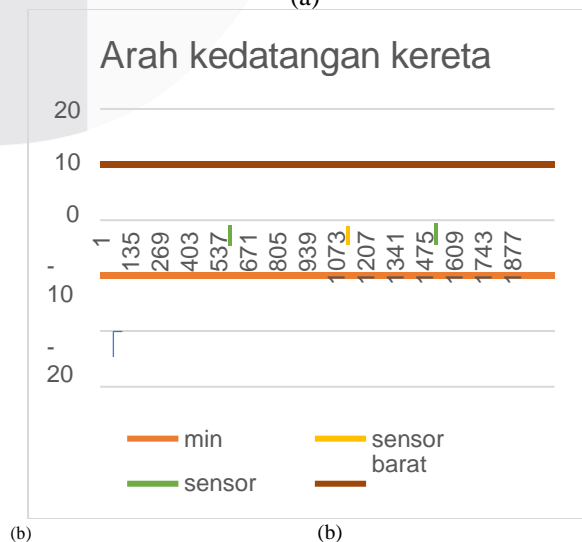
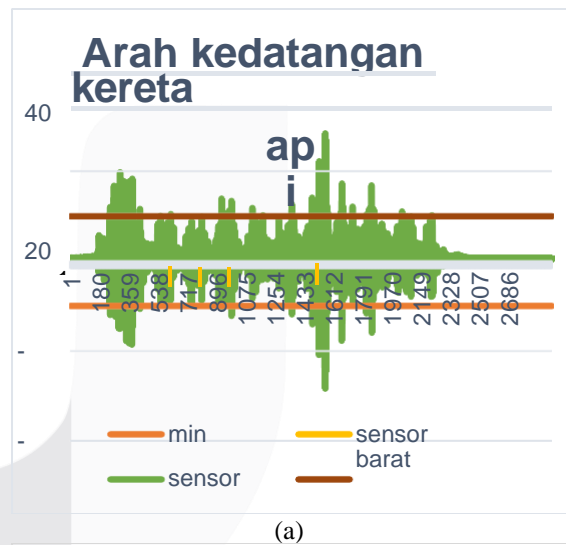
(a) , (b), (c), (d), (e) getaran kereta api menggunakan dua sensor accelerometer MPU6050

Tabel 4.2 Pengujian sistem terhadap kedatangan kereta dari arah 1

NO	Nilai ambang batas minimum	Nilai ambang batas maksimum	Sensor arah 1	Sensor arah 2	Identifikasi arah datang
1	-10m/s ²	10m/s ²	-10,64 m/s ²	0 m/s ²	Arah 1
2	-10m/s ²	10m/s ²	-10,3 m/s ²	0 m/s ²	Arah 1
3	-10m/s ²	10m/s ²	-11,03 m/s ²	0 m/s ²	Arah 1
4	-10m/s ²	10m/s ²	11,52 m/s ²	0 m/s ²	Arah 1
5	-10m/s ²	10m/s ²	12,25 m/s ²	0 m/s ²	Arah 1

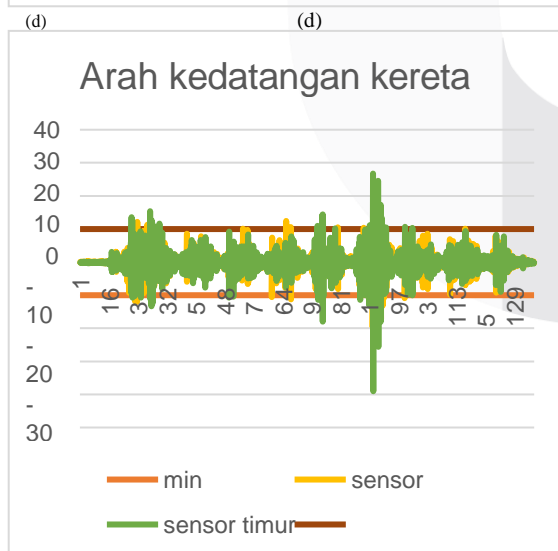
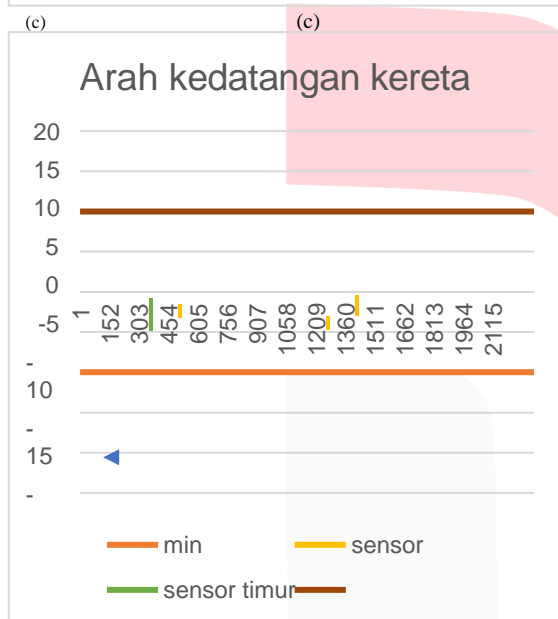
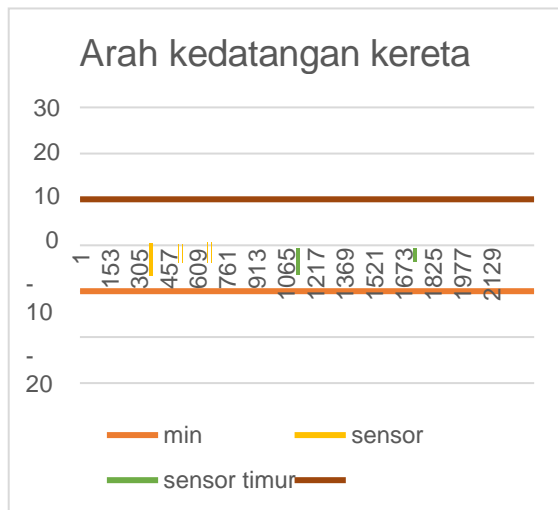
Pada **Gambar 4.1** (a) sampai dengan **Gambar 4.1** (e) merupakan grafik arah kedatangan kereta dengan menggunakan dua buah sensor accelerometer MPU6050, jika pada sensor arah satu melewati nilai ambang batas terlebih dahulu dibandingkan sensor pada arah dua maka sensor arah dua akan bernilai 0 m/s² maupun sebaliknya. Untuk **Gambar 4.1** (a) sensor arah satu dengan nilai percepatan -10,64 m/s² untuk arah dua 0 m/s², pada **Gambar 4.1** (b) sensor arah satu dengan nilai percepatan -10,3 m/s² untuk arah dua 0 m/s², pada **Gambar 4.1** (c) nilai percepatan sensor arah satu sebesar 11,03 m/s² sedangkan untuk sensor arah dua 0 m/s², pada **Gambar 4.1** (d) nilai percepatan sensor pada arah satu bernilai 11,52 m/s² untuk nilai percepatan pada sensor arah duanya bernilai 0 m/s², **Gambar 4.1** (e) menunjukkan nilai percepatan dari sensor arah satu 12,25 m/s² dan nilai percepatan sensor arah dua 0 m/s². dengan memanfaatkan gelombang getaran dari kereta yang merambat pada rel hingga tanah di sekitarnya, dapat disimpulkan maka arah kedatangan kereta dari arah satu.

4.2 PENGUJIAN ARAH KEDATANGAN KERETA API II



(b)

(b)



(e)

Gambar 4.2 pengujian kedua sensor MPU6050 pada arah kedatangan kereta arah 2

(a) , (b), (c), (d), (e) getaran kereta api menggunakan dua sensor accelerometer MPU6050

Tabel 4.3 Pengujian sistem terhadap kedatangan kereta dari arah 1

NO	Nilai ambang batas minimum	Nilai ambang batas maksimum	Sensor arah 1	Sensor arah 2	Identifikasi arah datang
1	-10m/s ²	10m/s ²	0 m/s ²	11,92 m/s ²	Arah 2
2	-10m/s ²	10m/s ²	0 m/s ²	-10,26 m/s ²	Arah 2
3	-10m/s ²	10m/s ²	0 m/s ²	12,32 m/s ²	Arah 2
4	-10m/s ²	10m/s ²	0 m/s ²	-16,14 m/s ²	Arah 2
5	-10m/s ²	10m/s ²	0 m/s ²	13,57 m/s ²	Arah 2

Gambar 4.2 (a) sampai dengan **Gambar 4.2** (e) menunjukkan grafik yang menunjukkan arah kedatangan kereta api, pada **Gambar 4.2** (a) dengan nilai percepatan pada sensor arah dua sebesar 11.92 m/s² dan sensor arah satu 0 m/s², untuk **Gambar 4.2** (b) nilai percepatannya sebesar -10,26 m/s² dan pada sensor arah satu nilai percepatannya 0 m/s², **Gambar 4.2** (c) sensor arah dua dengan nilai percepatan 12,32 m/s² dan nilai percepatan pada sensor arah satu 0 m/s², **Gambar 4.2** (d) dengan nilai percepatan pada sensor arah dua sebesar -16,14 m/s² dan nilai percepatan pada sensor arah satu sebesar 0 m/s² dan pada **Gambar 4.2** (e) dengan nilai percepatan sensor pada arah dua sebesar 13,57 m/s² sedangkan nilai percepatan sensor pada arah satu 0 m/s² dari kesimpulan data dan grafik di atas dapat disimpulkan arah kedatangan kereta dari arah dua karena sensor arah dua melewati nilai ambang batas terlebih dahulu.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Pada hasil pengujian dalam tugas akhir deteksi arah kedatangan kereta api dengan menggunakan sensor getar, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai percepatan pada kereta dengan nilai ambang batas maksimum 10m/s² dan nilai ambang batas minimum -10m/s².
2. Nilai percepatan maksimum dari kendaraan umum 5,8 m/s² dan nilai percepatan minimum pada kendaraan -5,56 m/s² sedangkan nilai percepatan maksimum pada kereta api 23,27

- m/s^2 dan nilai minimum pada kereta api $-21,22 m/s^2$.
3. Dengan menggunakan kedua sensor MPU6050 pada alat deteksi arah kedatangan kereta api dapat menentukan arah datang kereta dan menggunakan skematik pengambilan data dapat menentukan pola getaran dari kereta api. Dari 10 kali percobaan mendeteksi arah kedatangan kereta api akurasi sistem mencapai 100%.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penellitian Tugas Akhir ini, Penulis memiliki beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu :

1. Menggunakan modul *wirreles* supaya tidak terlalu banyak kabel pada alat dan lebih optimal dalam mendeteksi getaran.
2. *Output* dapat ditambahkan dalam bentuk LCD ataupun dalam bentuk IOT.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusriyanto medilla. 2017. Sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan komunikasi wireless berbasis arduino. Sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis dengan komunikasi wireless teknoin. 23(1) : 73-80
- [2] Pangestu bp. 2017. Implementasi kendali palang pintu kereta api menggunakan ir sensor dan nrf24101. Jurnal pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer. 1(4) : 282-291
- [3] Darmawan, A., Yudhanto, B. E., Sunaryo, S., & Oktaria, D. S. (2017). Peningkatan Keamanan Perjalanan Kereta Api Dengan Penggunaan Sistem Axle Counter Dan Media Transmisi Fiber Optic Untuk Hubungan Blok Di Persinyalan VPI (Studi Kasus Hubungan Blok Stasiun Surodadi-Pemalang). *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 1(1), 17-28.
- [4] MUHAMAD, A. K. (2016). *Aplikasi Accelerometer pada Penstabil Monopod Menggunakan Motor Servo* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- [5] Liza, M. M., Soewarno, S., & Marwan, A. R. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang Kelas VIII di Mtsn Rukoh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(4), 212-217.
- [6] Asrudi, E. (2016). RANCANG BANGUN VIBRASI METER MENGGUNAKAN METODE FFT (FAST FOURIER TRANSFORM) BERBASIS MIKROKONTROLER ARM STM32F4 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- [7] Puspitasari, M. D., & Purwaka, F. H. (2017). Comparative Analysis of Means Detectors in Surabaya-Madiun Cross. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 1(2), 117-125.
- [8] Anggaraeni, D., Wati, R. R., Broto, P. E., & Marta, A. PERFORMANSI KARAKTERISTIK SENSOR PENGUKUR KECEPATAN SUDUT BERBASIS MEMS MPU 6050 DAN ADXL 335 CHARACTERISTIC PERFORMANCE OF ANGULAR VELOCITY SENSOR MEASUREMENT BASED ON MEMS MPU6050 AND ADXL 335.
- [9] Suharjo, A., Wardihani, E. D., Putri, S. A., & Komariyah, S. (2017, November). Rancang Bangun Jaringan Sensor Nirkabel pada Prototype Sistem Deteksi Kedatangan Kereta Api Berbasis Sensor Getaran. In *Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif)* (Vol. 3, No. 1, pp. TE134-TE143).
- [10] Sunaryo dan Hermanto Wawan, 2017. Desain alat pendeteksi kedatangan kereta dan nama kereta api berbasis Arduino pada perlintasan sebidang. 1(2) 139-14

