



JURNAL SAINS DAN INFORMATIKA

RESEARCH OF SCIENCE AND INFORMATICS v8.i2

Vol.08No.02(2022) 70-76
<http://publikasi.ildikti10.id/index.php/jsi>

p-issn : 2459-9549
e-issn : 2502-096X

Sistem Personal Pemantauan Posisi, Kecepatan dan Penunjuk Arah Digital Berbasis Mikrokontroler

Kadek Suar Wibawa^a, A.A. Ketut Agung Cahyawan Wiranata^b

^aProgram studi teknologi informasi, fakultas teknik, universitas udayana, suar_wibawa@unud.ac.id

^bProgram studi teknologi informasi, fakultas teknik, universitas udayana, agung.cahyawan@unud.ac.id

Submitted: 31-10-2022, Reviewed: 27-11-2022, Accepted 29-11-2022
<http://doi.org/10.22216/jsi.v8i2.1691>

Abstract

Global Position System (GPS) technology and digital compass provide inexpensive technology solutions that can be accessed freely without service fees. This technology can be used as an alternative solution for navigation systems. A good navigation system will provide a good driving experience as well. However, not all vehicles have a good navigation system and a functioning speedometer. Damage to this system can certainly reduce aspects of safety and security while driving. The aim of this research is to provide a low-cost solution for a vehicle navigation system that also functions as a personal tracking and travel history system for users with a combination of GPS and Digital Compass technology. The research and development method refers to the ADDIE model which consists of the Analysis, Design, Development, and Implementation Evaluation stages. System requirements analysis is used to design and develop prototypes at the implementation and laboratory testing levels and is evaluated on a limited scale. The implementation and testing results show that the personal monitoring system for the position, speed, and digital directions is to the desired system design requirements. The test results show that the digital compass can show the direction with an error value of ± 2 degrees, the offset difference between the GPS measurement distance is up to 2 meters and the speed difference is up to 2 Km/hour. The measurement results can be recorded on the SD Card in 200mS intervals.

Keywords: Personal tracking, Global Position System, Internet of Things

Abstrak

Teknologi *Global Position System (GPS)* dan Kompas digital memberikan solusi teknologi murah yang dapat diakses secara bebas tanpa tarif layanan. Teknologi ini dapat dimanfaatkan sebagai solusi alternatif untuk sistem navigasi. Sistem navigasi yang baik akan memberikan pengalaman berkendara yang baik pula. Namun tidak semua kendaraan memiliki sistem navigasi yang baik dan *speedometer* yang masih berfungsi dengan baik. Kerusakan pada sistem ini tentunya dapat mengurangi aspek keselamatan dan keamanan saat berkendara. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan solusi berbiaya murah sistem navigasi kendaraan sekaligus berfungsi sebagai *system personal tracking* dan riwayat perjalanan bagi pengguna dengan kombinasi teknologi GPS dan Kompas Digital. Metode penelitian dan pengembangan mengacu pada model ADDIE yang terdiri dari tahap Analisis, Perancangan, Pengembangan dan Implementasi dan Evaluasi. Analisis kebutuhan sistem digunakan untuk mendesain dan mengembangkan purwarupa pada tingkat implementasi dan level pengujian laboratorium dan dievaluasi pada skala terbatas. Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan Sistem pemantauan personal posisi, kecepatan dan penunjuk arah digital telah sesuai dengan persyaratan desain sistem yang diinginkan. Hasil pengujian menunjukkan Kompas digital mampu menunjukkan arah dengan nilai kesalahan ± 2 derajat, offset perbedaan selisih jarak pengukuran GPS hingga 2 meter dan perbedaan kecepatan hingga 2 Km/ Jam. Hasil pengukuran dapat di rekam pada SD Card dalam interval waktu 200mS.

Kata kunci : Personal tracking, Global Position System, Internet of Things

1. Pendahuluan

Navigasi merupakan komponen vital didalam berkendara. Pemilihan sistem navigasi yang tepat tentunya dapat memberikan pengalaman perjalanan yang menyenangkan. Sayangnya tidak semua kendaraan memiliki sistem navigasi yang baik. Kendaraan buatan sebelum tahun 2000 masih belum memiliki sistem navigasi yang modern. Masalah yang lebih krusial lagi

ketika kendaraan mengalami kerusakan pada *speedometer* yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan laju kendaraan. Hal ini tentunya dapat mengurangi aspek keselamatan dan keamanan saat berkendara. Hal yang lebih krusial lagi adalah terjadinya pelanggaran terhadap peraturan berlalulintas sesuai dengan yang telah di tetapkan [1].

Masalah lain yang berkaitan dengan sistem navigasi ketika pengemudi melaju di daerah pegunungan yang

memiliki jalan yang berliku. Hal ini menyebabkan sebageian besar peengendara tidak mengetahui arah kendaraan mereka (*heading kompas*). Penggunaan perangkat aplikasi mobile dapat memberikan solusi navigasi yang baik akan tetapi untuk sistem navigasi yang membutuhkan akses internet untuk koreksi navigasi akan menganali kesalahan pembacaan yang sangat signifikan.

Global Position System (GPS) merupakan piranti navigasi berbasis satelit [1]. Layanan Teknologi berbiaya murah ini banyak dimanfaatkan untuk berbagai jenis aplikasi navigasi. Piranti yang dapat dioperasikan selama 24 jam di berbagai belahan dunia, tanpa biaya berlangganan dan hanya membutuhkan piranti GPS penerima sinyal satelit.

Berbagai fungsi dan dukungan piranti GPS ini jika dipadukan dengan *teknologi anisotropic magnetoresistive* (AMR) untuk mendeteksi arah dan besaran medan magnet bumi dengan luaran linear dari perubahan sudut orientasi tentu dapat memberikan solusi untuk masalah ini. Salah satu kelebihan yang didapatkan dari solusi yang ditawarkan adalah menjadi piranti portable berbiaya murah untuk melakukan tracking posisi, mengukur kecepatan perpindahan, menentukan arah mata angin saat melakukan pergerakan, yang tentunya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti navigasi perjalanan.

2. Tinjauan Pustaka/ Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian telah dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi GPS seperti pelacakan posisi kendaraan [2] [3] dan human tracking [4] [5] namun penelitian ini terbatas pada tracking posisi tanpa memperhitungkan kecepatan pergerakan dan arah pergerakan. Penelitian [6] memfokuskan pada penerapan teknologi kompas digital untuk pergerakan robot. Penelitian yang sudah dilakukan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan sekaligus memanfaatkan teknologi agar lebih berguna di masyarakat. Peran teknologi *internet of things* seperti pada penelitian [7] dapat divisualisasikan dengan menambahkan perangkat GPS dan Kompas digital.

Kontribusi penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan terletak pada nilai kegunaan dan pemanfaatan dari prototipe yang dihasilkan. Penelitian ini menggabungkan dua teknologi berbiaya murah yang sudah pernah diteliti sebelumnya untuk dapat menghasilkan prototipe yang lebih bermanfaat. Perbaikan dari sisi penyajian data dan informasi juga dilakukan dengan menggunakan desain sistem arsitektur pengembangan perangkat lunak yang ditawarkan.

2.1 GPS

NMEA adalah format data yang meliputi struktur, isi, dan protokol data GNSS yang diterapkan untuk keperluan komunikasi GNSS dengan peralatan elektronik lain. NMEA merupakan data berformat ASCII yang berisi informasi; posisi tiga dimensi (lintang, bujur, dan tinggi), waktu pengukuran (epoch), banyaknya satelit yang diamat, kualitas data, dan yang lainnya.

Misal dalam kasus ini penerima GPS memberikan output luaran hasil perhitungan sebagai berikut : *\$GPGGA* dengan nilai

*\$GPGGA,040340.000,0840.9055,S,11513.475,E,1,11,1.0,35.4,M,20.0,M,,0000*76*, sesuai dengan protokol NMEA 0813 format data [7]

Kecepatan merupakan jarak yang ditempuh selama interval waktu tertentu yang dinyatakan dalam satuan meter per detik. Atau dalam persamaan matematis, kecepatan merupakan jarak yang ditempuh per satuan waktu yang di representasikan sebagai

$$v = s/t.(1)$$

Dimana v= kecepatan, s adalah jarak dan t adalah waktu. Dengan menggunakan dua koordinat maka kita dapat mengetahui jarak yang telah di tempuh. Jam GPS dapat digunakan untuk mengukur seberapa lama perpindahan tersebut terjadi.

2.2 Kompas Digital

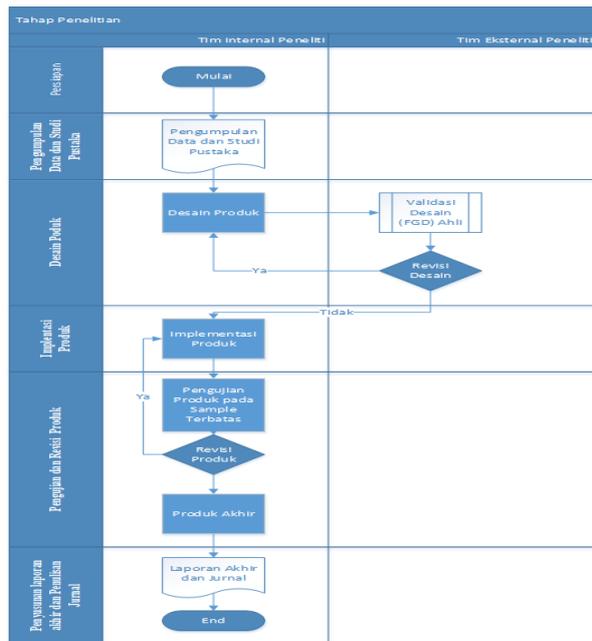
Kompas merupakan perangkat sederhana. Kompas magnetik terdiri dari magnet kecil, pivot point yang ringan dan seimbang. Salah satu ujung jarum ditandai dengan huruf “N” untuk menyatakan Utara. Kompas magnetic memiliki kelemahan saat berada pada platform yang bergerak seperti Kapal dan Pesawat Terbang. Kompas magnetic memiliki kecenderungan untuk mengoreksi dirinya sendiri lebih lambat dan harus dalam posisi yang rata. Akibat kecenderungan inilah banyak yang lebih menggunakan kompas berbasis gyroskop. Konsep giroskop yang berputar jika ditopang menggunakan gimbal yang berputar keatas akan mempertahankan posisinya meskipun bingkai bergerak dan berputar. Kecenderungan inilah yang digunakan untuk meniru kompas digital.

3. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan sebuah purwarupa. Metode ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan rancang bangun sistem prototipe. Jika ditemukan adanya masalah dalam sistem, baik kesalahan berupa: kesalahan pengguna, metode/prosedur, sistem komunikasi maupun teknik

pengukuran maka langkah analisa dapat dilakukan pada sesi *brainstorming*.

Metode yang digunakan menekankan pada aspek perbaikan kinerja sistem baik dari sisi perangkat keras maupun dari sisi perangkat lunak untuk mendapatkan hasil terbaik dengan nilai resolusi dan nilai akurasi yang lebih baik pula. Pengujian dilakukan dengan membandingkan purwarupa dengan nilai yang diketahui. Langkah penelitian dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Model yang dipergunakan pada penelitian ini mengacu pada model AADIE yang terdiri dari 5 tahapan utama: *Analyze* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Model ini dipilih karena menggunakan pendekatan yang sistematis. Tahap analisa kebutuhan dan desain sistem menggunakan pendekatan model arsitektur sederhana *dari Internet of Things* dengan membagi kebutuhan desain kedalam 4 lapisan utama. Pengembangan sistem berbasisan prototipe perangkat keras sistem tertanam dan implementasi perangkat lunak pendukung aplikasi. Evaluasi pada level laboratorium dan pengujian skala terbatas untuk mengetahui tingkat kesesuaian desain sistem secara menyeluruh.

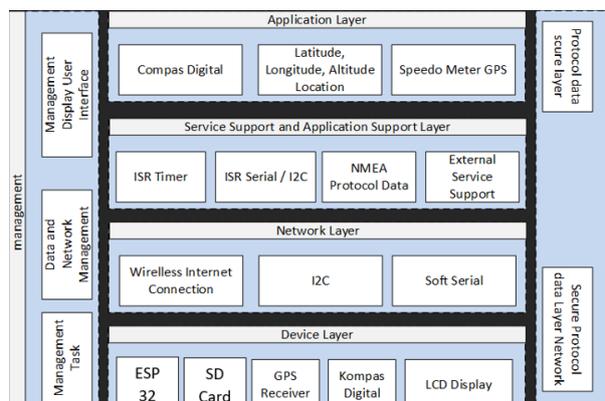
3.1 Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur Teknologi seperti pada Gambar 2. dengan menggunakan empat layer yang terdiri dari :

- **Device layer** merupakan lapisan dasar pada arsitektur yang di bangun. Layer ini berkaitan

dengan perangkat keras, pengkabelan dan interkoneksi yang digunakan pada prototipe.

- **Network layer** merupakan lapisan jaringan yang menghubungkan satu piranti atau sensor dengan piranti lainnya. Network layer juga memiliki peran untuk menghubungkan prototipe dengan sistem eksternal
- **Service support dan Application Support layer** merupakan lapisan yang menjembatani perangkat keras dengan perangkat lunak aplikasi. Service support menjamin kinerja perangkat lunak dapat berjalan pada perangkat keras dengan baik.
- **Application layer** merupakan lapisan paling akhir yang berhubungan dengan pengguna akhir.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Dengan membangun arsitektur yang tepat maka dapat diminimalisir kesalahan yang berujung pada kegagalan sistem secara keseluruhan. Arsitektur sistem juga memungkinkan untuk memudahkan pengembangan atau memperluas sistem prototipe yang dibangun.

3.2 Desain Sistem

Arsitektur sistem digunakan sebagai dasar untuk membuat desain sistem. Rancangan desain sistem terlihat seperti Gambar 3. Desain perangkat keras sistem menggunakan mikro kontroler ESP32 sebagai prosesor utama untuk akusisi dan pengolahan data. Module GPS Penerima menggunakan EM-411 dengan antenna internal. Kompas digital menggunakan module sensor magnetik seri QMC5883L dan Module *SD Card universal* untuk menulis data.

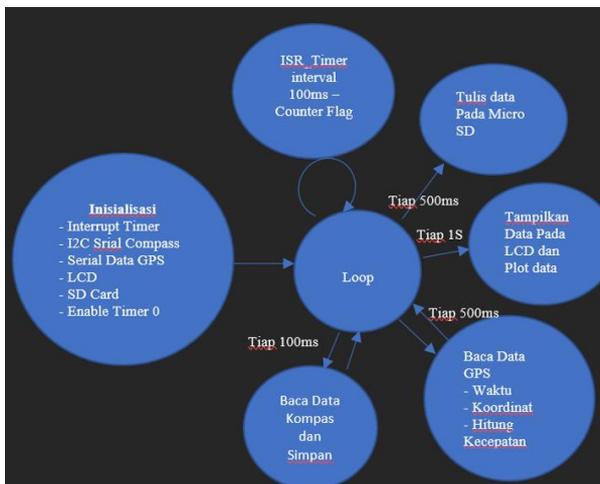


Gambar 3. Desain Sistem

Antarmuka komunikasi untuk module GPS menggunakan Serial komunikasi dengan baudrate 4800bps. Kompas digital didesain menggunakan antar muka komunikasi I2C. Modul LCD dan Modul SD Card menggunakan antarmuka komunikasi SPI.

3.3 Desain Perangkat Lunak

Waktu merupakan variable yang krusial didalam penelitian ini. Kesalahan dalam manajemen waktu pada desain perangkat lunak dapat menyebabkan kegagalan kinerja sistem secara menyeluruh. Untuk menjamin validitas data pada aplikasi ini menerapkan sistem pewaktu dengan model *pulling* tiap interval waktu 100mS. Diagram kondisi ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Kondisi Perangkat Lunak Aplikasi

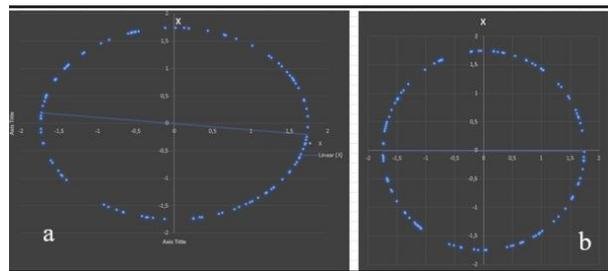
Diagram kondisi menunjukkan bagaimana tiap tugas pada sistem aplikasi bekerja berdasarkan sistem pewaktu yang telah di buat. Setelah inisialisasi awal semua antar muka perangkat keras dilakukan, sistem memasuki kondisi perulangan. Pada kondisi ini *Interrupt Service Routine Timer (ISR)* memegang peran penting dalam pengaturan tugas. ISR memberikan penanda untuk tiap tugas yang harus dijalankan dengan menggunakan *ticker*. ISR di inisialisasi pada interval 100 mS, jadi dalam 1 detik terdapat 10 kali penanda yang dibangkitkan untuk melakukan tugas.

Tiap interval 100 ms mikro kontroler membaca data hasil pengukuran dari kompas digital untuk menentukan posisi *heading*. Tiap 500mS mikro kontroler melakukan kalkulasi perpindahan posisi dari data satelit yang didapatkan. Untuk selanjutnya ditulis dalam memori eksternal SD Card. Tiap detik perangkat akan melakukan update pada informasi dan Plot data pada LCD. Pemilihan interval waktu 100mS sudah dapat mewakili perubahan posisi penunjuk arah dalam waktu nyata. Meskipun demikian didalam beberapa kasus seperti pada posisi yang diam akan terdapat pembacaan data yang sama.

4. Hasil dan Pembahasan

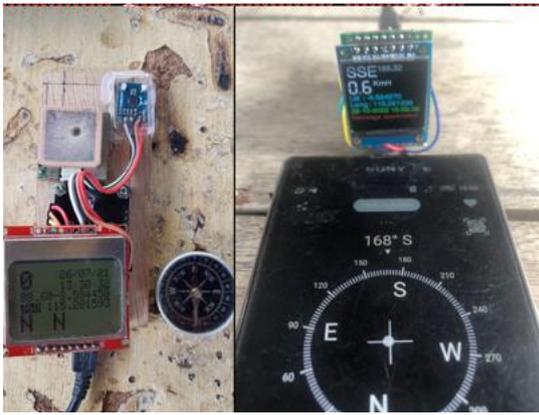
Hasil implementasi integrasi sistem perangkat keras dan perangkat luna

pengukuran Kompas digital didapatkan offset pengukuran. Sehingga perlu dilakukan offset nilai hasil pengukuran menggunakan kompensasi nilai perbedaan sudut. Plot Hasil offset pengukuran terlihat pada Gambar 5. Offset nilai pengukuran dilakukan secara software.



Gambar 5. Hasil Offset pengukuran Kompas Digital a. sebelum kompensasi dan b. setelah kompensasi

Setelah kompensasi pengukuran diterapkan dilakukan uji hasil pembacaan pengukuran untuk mengetahui tingkat akurasi pengukuran. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah dengan membandingkan nilai hasil pengukuran dengan sumber referensi. Dalam hal ini menggunakan kompas manual dan kompas digital yang terdapat pada aplikasi *smart phone* seperti pada Gambar 6. Dari hasil pengukuran didapatkan rata-rata selisih pengukuran hingga 2 derajat.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kompas Digital

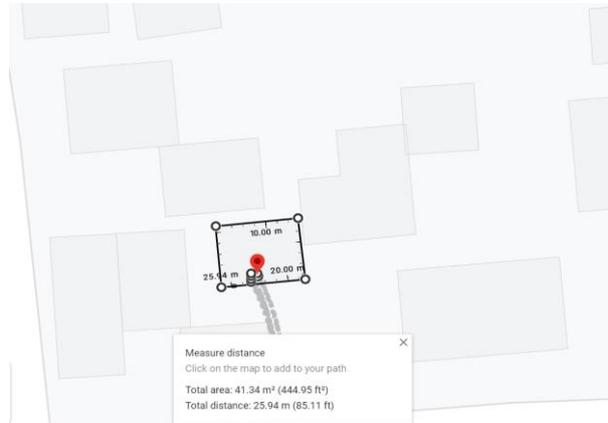
Hasil pengukuran geolokasi didasarkan pada hasil pembacaan penerima GPS. Hasil uji pertama dilakukan untuk mengetahui *offset* nilai pengukuran secara berulang pada posisi yang sama. Hasil pengukuran terlihat seperti pada table 1. Data hasil pengukuran menunjukkan dari 100 kali pembacaan data didapatkan pergeseran posisi pengukuran sebanyak 20 data. Dari 20 data tersebut dilakukan perhitungan untuk mengetahui perbedaan jarak antara 1 data dengan data yang lainnya. Disini terlihat selisih jarak sekitar 1 hingga 2 meter antara titik pengukuran. Hal ini menunjukkan nilai akurasi pada sensor GPS EM411 sekita 1 meter hingga 2 meter. Perbedaan nilai pengukuran tentunya sangat dipengaruhi oleh kondisi dan cuaca saat pengukuran. Pada kondisi statis atau diam, dalam kondisi langit bersih, akurasi pengukuran terbaik bisa didapatkan, tetapi pada kondisi kendaraan bergerak dan ditutupi pepohonan yang rindang, akurasi pengukuran dapat berkurang.

Uji validitas menunjukkan tingkat kesahihan sebuah pengukuran. Validitas data sangat berkaitan dengan akurasi sistem pengukuran. Metode uji validitas data mengambil sample sebanyak 180 sample data uji pada satu titik pengukuran. Sample data ini diolah untuk mendapatkan validitas data pengukuran. Pegujian validitas data seperti pada Tabel 1. Dimana akurasi pengukuran dinyatakan valid dengan *offset* sekitar 2 dengan nilai terbaik pada 1 meter.

Table 1. Perhitungan jarak koordinat titik

Latitude	Longitude	Jarak (m)
-8.xxx428	115.xxx570	0,998629535
-8.xxx425	115.xxx570	0,999390827
-8.xxx423	115.xxx570	0,997964627
-8.xxx423	115.xxx575	0,999390827
-8.xxx425	115.xxx575	0,998309425
-8.xxx422	115.xxx577	0,990742155
-8.xxx420	115.xxx587	0,998563544
-8.xxx418	115.xxx590	0,999847695

Hasil visualisasi uji validitas pengukuran data sensor GPS dengan menggunakan API's maps terlihat seperti gambar 7.



Gambar 7. Visualisasi plot jarak koordinat titik

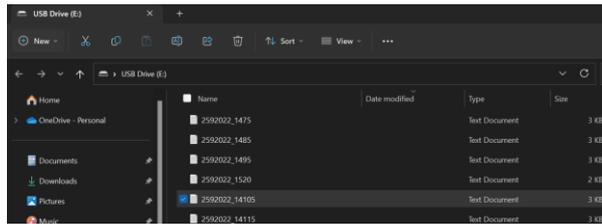
Hasil akurasi yang baik pada pembacaan koordinat GPS tentunya akan memberikan hasil yang baik pula untuk pengukuran kecepatan. Metode yang digunakan untuk melakukan pengujian adalah dengan membandingkan hasil nilai yang didapatkan pada purwarupa dengan hasil pembacaan kecepatan GPS pada aplikasi smartphone. Kedua perangkat diletakan berdampingan pada sebuah kendaraan. Dari hasil percobaan didapatkan selisih hingga 2 Km/jam dengan nilai terbaik dengan selisih 0.3 Km/jam. Selisih kecepatan ini tentunya sangat dipengaruhi oleh tingkat akurasi pengukuran posisi GPS saat melakukan cuplik data. Hasil percobaan seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Pengujian Kecepatan

Untuk dapat melakukan logger data secara waktu nyata, hasil pengukuran ditulis pada *SD Card* yang terdapat pada sistem. Untuk menjaga akurasi pencatatan maka dimanfaatkan sinyal PPS pada sensor GPS yang memberikan *interrupt service routin* pada *PIN Interrupt external* mikrokontroler. GPS memberikan *interrupt* pada interval 2 detik. Dengan melakukan counter waktu maka didapatkan durasi waktu penulisan file yang baru yang lebih tepat untuk meminimalisir kesalahan

penulisan data. Hasil penulisan file pada SD Card terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Dump hasil capture file pada SD Card

Pengujian tahap berikutnya berupa uji praktikalitas. Untuk mengetahui keterpakaian suatu produk. Uji praktikalitas dilakukan dengan cara meletakkan sistem pada kendaraan dengan menggunakan catudaya eksternal. Untuk mengetahui keberhasilan implementasi sistem secara menyeluruh. Dari hasil pengujian didapatkan durabilitas yang baik dan informasi yang ditampilkan pada layer LCD juga jelas dan dapat mudah dipahami seperti terlihat pada Gambar 10. Informasi yang disajikan merupakan data realtime hasil pengukuran. Kompas digital menyajikan informasi penunjuk orientasi arah *NEE (North-North-East)*, *ENE (East-North-East)*, *ESE (East-South-East)*, *SSE (South-South-East)*, *SSW (South-South-West)*, *WSW (West-South-West)*, *WNW (West-North-West)*, *NNW (North-North-west)* dan besaran sudut dari 0 hingga 359 derajat. Informasi ini memudahkan bagi pengendara untuk mengetahui arah orientasi kendaraan ketika melewati yang tidak diketahui medannya.



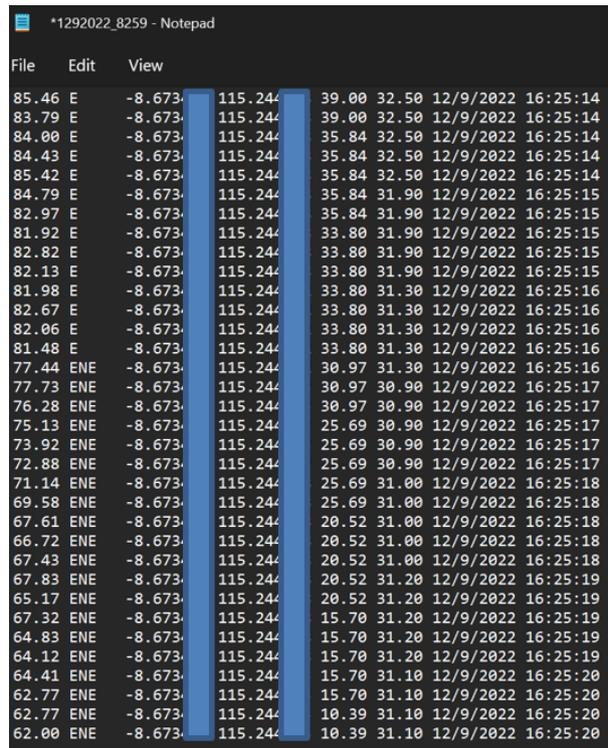
Gambar 10. Pengujian sistem waktu nyata

titik berwarna biru. Titik tersebut menunjukkan waktu dan posisi cuplik data dilakukan. informasi lainnya ditampilkan dalam format data.



Gambar 11. Plot hasil pengukuran dengan menggunakan API's Maps

Hasil perekaman data pada SD card dapat dibaca dengan menggunakan SD Card reader pada perangkat *personal computer* maupun pada perangkat aplikasi mobile yang mendukung format FAT32. File data ditulis dengan menggunakan format file *.txt*. Gambar 12 data yang terekam pada file 1292022_8259.txt. Dengan *history* data yang terekam pada file *.txt*, pengguna bukan hanya dapat melihat atau memvisualisasikan posisi kendaraan secara waktu nyata tetapi dapat juga *history* perjalanan yang dilakukan.



Gambar 12. data file yang terekam pada file SD Card.

Hasil tracking perekaman data divisualisasikan dengan menggunakan API's Maps dengan menampilkan nilai pengukuran yang lain seperti pada Gambar 11. Posisi koordinat ditampilkan secara visual (*marker*) berupa

Kolom pertama menunjukkan nilai sudut dari Kompas digital. Kolom kedua menunjukkan informasi arah (*heading*) kompas. Kolom ketiga dan ke empat menunjukkan informasi *latitude* dan *longitude*, Kolom ke

lima menunjukkan kecepatan. Kolom ke enam menunjukkan *altitude*, dan kolom ke tujuh dan delapan menunjukkan tanggal dan waktu perekaman data.

5. Kesimpulan

Simpulan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan Sistem pemantauan personal posisi, kecepatan dan penunjuk arah digital telah sesuai dengan persyaratan desain sistem yang diinginkan. Hasil pengujian menunjukkan Kompas digital mampu menunjukkan arah dengan nilai kesalahan ± 2 derajat, offset perbedaan selisih jarak pengukuran GPS hingga 2 meter dan perbedaan kecepatan hingga 2 Km/ Jam. Hasil pengukuran dapat di rekam pada SD Card dalam interval waktu 200mS.

6. Daftar Rujukan

- [1] N. W. G. M. B. D. I. P. D. P. A. Aris Budi Sulisty, "Perancangan Alat Uji Speedometer Portable Berbasis Arduino Guna Menunjang Pengujian Kendaraan Bermotor Keliling," *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, vol. 9, no. 1, pp. 1-10, 2022.
- [2] Y. a. C. A. Schutz, "Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth?," *European journal of clinical nutrition*, vol. 5, no. 51, pp. 338-339, 1997.
- [3] M. Junus, "Sistem Pelacakan Posisi Kendaraan Dengan Teknologi Gps & Gprs Berbasis Web," *Jurnal Eltek*, vol. 10, no. 2, pp. 58-67, 2012.
- [4] U. S. K. Lestari, "Rancang Bangun Mobile Tracking Application Module Untuk Pencarian Posisi Benda Bergerak Berbasis Short Message Service (Sms).," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komputasi*, Kupang, 2013.
- [5] H. W. I. Z. A. M. Isyanto, "Desain Monitoring Human Tracking dengan RFID dan GPS," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 9-10, 2013.
- [6] A. Juansyah, "Pembangunan aplikasi child tracker berbasis assisted-global positioning system (a-gps) dengan platform android.," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-8, 2015.
- [7] D. J. N. I. & K. K. P. D. BERODA, "Desain Dan Implementasi Grid-Based Map Sebagai Sistem Pengenalan Posisi Pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (Krpai) Divisi Beroda," Universitas Brawijaya, Malang, 2014.
- [8] R. H. Yusup Firmansyah, "Perancangan Aplikasi Sistem Parkir Otomatis menggunakan ERP Odoo Berbasis Internet of Things," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 8-16, 2021.
- [9] G. S. T. Corporation, "hobbytronics," 10 January 2022. [Online]. Avail https://www.hobbytronics.co.uk/datasheets/EM411Product_Guide1_2 [Accessed 10 October Agustus].