

Penerapan Teknologi IoT pada Sistem Monitoring Tekanan Ban Mobil yang Berjalan

Anang Budikarso¹, Arifin², Yoedy Moegiharto³, Hendy Briantoro⁴, Muhamad Milchan⁵
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS Sukolilo Kampus PENS, Surabaya, Indonesia
E-mail: anang_bk@pens.ac.id¹, arifin@pens.ac.id², ymoegiharto@pens.ac.id³, hendy@pens.ac.id⁴,
milchan@pens.ac.id⁵

Abstrack - Around 18-23% vehicle accident are caused by tire bursts or tire pressure being above the threshold value while the vehicle runs. Essentially, the vehicle should stop for several minutes to decrease the tire pressure. However, the driver usually does not know the real condition of tire pressure and when to stop the vehicle. This problem can be overcome by putting a monitor in the car to check the tire pressure. The monitor should be placed on the dashboard where it can be easily seen by the driver. But when the monitor is damaged, the other person who has the data of the tire pressure can inform the driver about the real tire pressure condition from another place. This solution can be done if the data of tire pressures is also sent from the transmitter in the car to another receiver by using IoT network. In this study, we developed a transceiver to receive data of tire pressure from TPMS sensor which is put on each tire of the car, then send the data to another receiver using IoT technology. The data of the tire pressures can continuously be monitored by a personal computer, smartphone (Android or iOS without installing a special application) from other places.

Keywords – monitoring system, tire pressure, internet of things

Intisari - Kecelakaan kendaraan bermotor di jalan telah banyak terjadi, sekitar 18-23% disebabkan oleh ban yang meletus atau pecah. Hal tersebut terjadi karena kondisi tekanan ban melebihi batas yang ditentukan sementara kendaraan masih terus berjalan. Seharusnya kendaraan berhenti untuk beberapa waktu untuk mendinginkan dan menurunkan tekanan udara dalam ban. Tetapi pengendara tidak tahu kondisi tekanan ban sehingga tidak tahu kapan harus berhenti. Salah satu solusinya adalah dengan memantau tekanan ban mobil yang dapat terus dilihat dan diamati oleh pengendara. Bila perangkat monitor data tekanan ban di dashboard terjadi gangguan, pengendara bisa diingatkan dari pihak lain yang ikut melihat data kondisi tekanan ban dari jarak jauh. Solusi seperti itu bisa dilakukan bila data tekanan ban juga dikirimkan melalui komunikasi nirkabel ke pihak lain melalui jaringan IoT. Pada penelitian ini, kami membuat sistem monitoring tekanan ban mobil yang berjalan menggunakan teknologi IoT. Data tekanan ban mobil terus menerus dapat dimonitor melalui perangkat PC, smartphone baik Android maupun iOS (tanpa menginstal aplikasi khusus). Sistem ini berhasil memantau perubahan tekanan ban secara baik dari jarak jauh.

Kata Kunci - sistem monitoring, tekanan ban, internet of things.

I. PENDAHULUAN

Kecelakaan kendaraan bermotor di jalan sudah banyak terjadi, menurut data dari kepolisian Indonesia menempati urutan pertama di Asia tenggara soal kecelakaan kendaraan bermotor dengan korban mencapai 28.000 hingga 30.000 orang pertahun. Dari data Jasa Marga mencatat 22.717 kejadian dan sekitar 18 - 23% disebabkan oleh ban meletus atau pecah [1]. Sejalan dengan perkembangan teknologi elektronika kendaraan bermotor atau mobil, Tire Pressure Monitoring System (TPMS) menjadi sebuah sistem keselamatan kendaraan bermotor yang penting. TPMS diyakini dapat meningkatkan keamanan kendaraan bermotor (vehicle safety) dan pemakaian bahan bakar yang lebih ekonomis sehingga turut mendukung penurunan emisi gas CO². US, SAE dan ISO telah memperkenalkan beberapa

standar TPMS [2][3], RRC juga sudah merekomendasikan standar TPMS tahun 2011 [4]. Penelitian tentang aplikasi TPMS untuk kendaraan roda 4 diantaranya dipublikasikan pada makalah [5]. Pada penelitian tersebut digunakan gabungan metode analisa radius relative ban dan analisa vibrasi untuk menentukan sensitifitas yang optimal mendeteksi penurunan tekanan (pressure losses) ban pada kondisi yang berbeda. Penelitian lain aplikasi TPMS dilaporkan pada makalah [6][7][8], peneliti pada [6] melakukan deteksi perubahan frekwensi resonansi torsi jika tekanan ban menurun. Tekanan ban dimonitor berdasar sinyal-sinyal kecepatan ban pada Anti-lock Braking System (ABS). Juga pada makalah [8], diteliti sistem monitoring tekanan dan suhu ban dengan sinyal kontrol ABS.

Maka solusi terhadap persoalan ini salah satunya adalah melakukan monitoring tekanan dan suhu ban kendaraan bermotor atau mobil ketika sedang dalam perjalanan. Bila kebutuhan data hasil monitoring tekanan dan suhu ban dibutuhkan oleh pihak ketiga misal pemilik asli mobil, bukan pengendara yang sedang mengemudikan mobil maka dibutuhkan sarana komunikasi yang mudah untuk mengirimkan data dari mobil di jalan ke pemilik mobil. Salah satu teknologi yang bisa dimanfaatkan untuk pengiriman data jarak jauh adalah teknologi Internet of Things (IoT). Teknologi IoT telah berkembang pesat dengan menawarkan sebuah koneksi global yang saling terhubung seperti membentuk sebuah dunia cerdas atau “smart world”. Studi tentang IoT sudah banyak dipublikasikan seperti pada makalah [9][10]. Dengan koneksi global internet setiap waktu berbagai macam objek seperti barang-barang konsumsi, barang bergerak seperti mobil, sepeda motor, sensor ataupun barang-barang kebutuhan lain dapat dihubungkan dengan IoT sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktifitas.

Aplikasi teknologi IoT untuk monitoring tekanan udara ban mobil menggunakan sensor MPX5700AP dengan penerapan aplikasi smartphone Android Blynk telah diteliti pada makalah [1]. Aplikasi IoT untuk sistem pengawasan suhu dilaporkan pada makalah [11][12]. Aplikasi IoT untuk sistem pengawasan untuk regulator tekanan dilaporkan pada makalah [13]. Dan aplikasi IoT untuk sistem pengawasan suhu dilaporkan pada makalah [12][13]. Penerapan Tire Pressure Monitoring System menggunakan Android dilaporkan pada makalah [14][15]. Sensor tekanan udara dan suhu ban mobil menggunakan sensor MPX5D00AP dan LM35 serta penerapan aplikasi smartphone Blynk telah diteliti pada makalah [16].

Pada penelitian ini akan dibuat sistem monitoring tekanan ban mobil dengan menggunakan Tire Pressure Monitoring Systems (TPMS) secara langsung dan terintegrasi dengan perangkat pemancar. Data dapat dimonitor melalui perangkat PC, smartphone baik Android maupun iOS (tanpa menginstal aplikasi khusus). Data yang dikirim oleh sensor TPMS menerapkan line coding Manchester, di perangkat penerima RTL-SDR dilakukan proses decoding untuk mengamankan data yang akan dikirim. Kemudian data dikirim ke server menggunakan jaringan internet.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

A. *Tire Pressure Monitor System (TPMS)*

TPMS dapat dikelompokkan menjadi sistem langsung dan sistem tak langsung. Sistem langsung dilengkapi dengan sebuah sensor tekanan yang terpasang pada setiap ban mobil sehingga dapat memberikan hasil pengukuran tekanan mobil. Tetapi kelemahan sistem ini karena bekerja pada kondisi yang bergetar dan berputar sehingga sangat mudah melakukan kesalahan. Sedangkan sistem tak langsung menggunakan sensor-sensor yang sudah tersedia on board untuk mengestimasi nilai-nilai yang terkait dengan tekanan ban mobil. Deteksi tentang penurunan tekanan ban dilakukan dengan mengamati atau menghitung variasi-variasi nilai-nilai yang didapat dibandingkan dengan nilai nominal tekanan ban mobil.

B. RTL-SDR

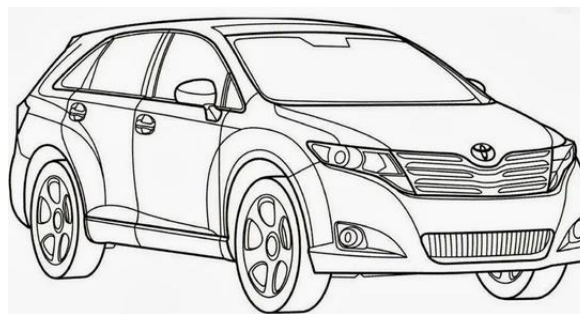
RTL-SDR merupakan sebuah dongle USB yang dapat digunakan sebagai radio scanner yang berbasis komputer untuk menerima sinyal radio. SDR merupakan kependekan dari Software Defined Radio. RTL-SDR dapat menerima frekuensi dari 500 kHz hingga 1,75 GHz. RTL-SDR hanya bisa digunakan untuk menerima sinyal radio saja. Sebagian besar software untuk RTL-SDR juga dikembangkan oleh komunitas dan bersifat free. RTL-SDR berawal dari dongle TV tuner DVB-T yang diproduksi secara massal yang menggunakan chipset RTL2832U.



Gambar 1. Perangkat RTL-SDR

C. Sistem Monitoring Tekanan Ban

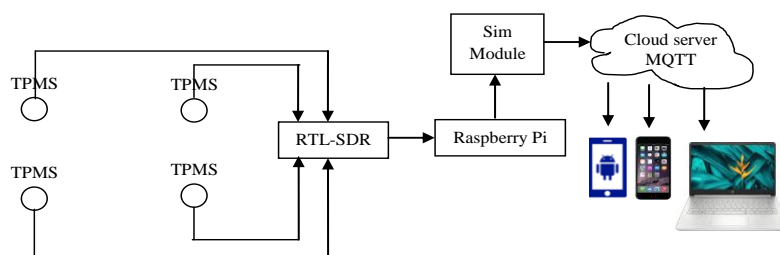
Pada penelitian ini, kami melakukan dengan penerapan sistem monitor tekanan ban secara langsung dalam kondisi mobil berjalan. Layout penempatan sensor pada penelitian ini ditunjukkan seperti gambar 2.



1. Sensor TPMS 2. RTL-SDR

Gambar 2. Layout penempatan sensor TPMS.

Sedangkan blok diagram sistem pada penelitian ini ditunjukkan seperti gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem.

Monitoring data sensor dengan TPMS dilakukan terus menerus oleh perangkat penerima berdasar data yang diterima dari 4 buah sensor TPMS yang dipasang pada tiap ban mobil sambil berjalan. Data yang dikirim berupa sinyal FSK dengan Manchester code. Kemudian data diterima oleh Raspberry Pi yang dilengkapi dengan RTL-SDR. Selanjutnya data didecode menjadi data hexa yang berisi data preamble, data posisi, ID, data tekanan, bit parity. Kemudian data ditampilkan pada LCD Display Raspberry Pi. Selain itu, data juga dikirimkan ke cloud server melalui jaringan internet menggunakan perangkat Sim Module. Perangkat PC dan smartphone baik Android maupun iOS dapat memonitor data sensor tekanan ban dan dari cloud server melalui aplikasi browser dengan mengakses link cloud server.

D. Implementasi Sistem

Pengukuran dilakukan pada empat ban mobil kondisi berjalan dan penempatan sensor TPMS pada ban mobil ditunjukkan seperti gambar 4. Gambar 5 menunjukkan perangkat sistem monitoring tekanan ban yang terdiri atas Raspberry Pi, RTL-SDR, LCD Display.



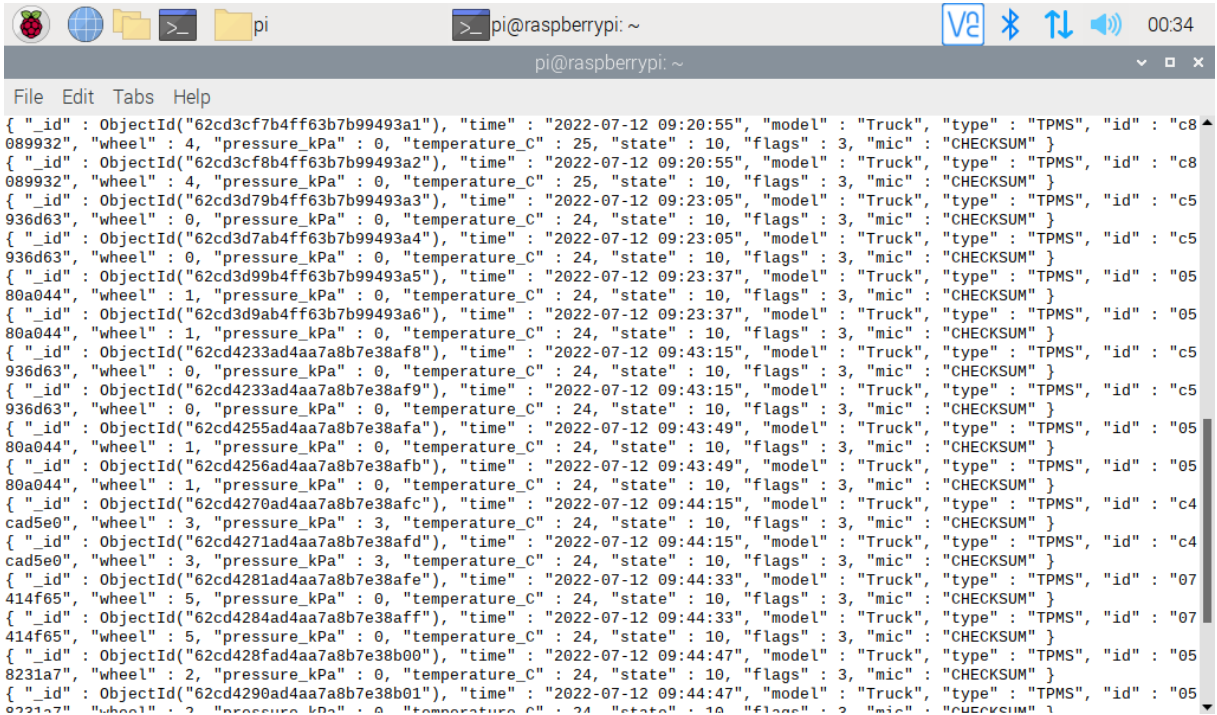
Gambar 4. Penempatan sensor TPMS pada ban mobil.



Gambar 5. Tampilan perangkat sistem monitoring tekanan ban.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh screenshot tampilan data hasil penerimaan sensor tekanan pada empat ban mobil dari TPMS yang terbaca pada perangkat raspberry Pi ditunjukkan seperti gambar 6.



Gambar 6. Contoh screenshot tampilan data.

Contoh data hasil penerimaan sensor tekanan pada empat ban mobil dari tpms pada pagi hari yang terbaca pada perangkat raspberry Pi yang disimpan dalam file berformat csv ditunjukkan seperti gambar 7.

_id	time	id	wheel	pressure_kPa	temperature_C
ObjectId(62cd3cf7b4ff63b7b99493a1)	2022-07-12 09:20:55	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd3cf8b4ff63b7b99493a2)	2022-07-12 09:20:55	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd3d79b4ff63b7b99493a3)	2022-07-12 09:23:05	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd3d7ab4ff63b7b99493a4)	2022-07-12 09:23:05	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd3d99b4ff63b7b99493a5)	2022-07-12 09:23:37	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd3d9ab4ff63b7b99493a6)	2022-07-12 09:23:37	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd4233ad4aa7a8b7e38af8)	2022-07-12 09:43:15	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd4233ad4aa7a8b7e38af9)	2022-07-12 09:43:15	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd4255ad4aa7a8b7e38afa)	2022-07-12 09:43:49	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd4256ad4aa7a8b7e38afb)	2022-07-12 09:43:49	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd4270ad4aa7a8b7e38afc)	2022-07-12 09:44:15	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd4271ad4aa7a8b7e38afd)	2022-07-12 09:44:15	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd4281ad4aa7a8b7e38afe)	2022-07-12 09:44:33	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd4284ad4aa7a8b7e38aff)	2022-07-12 09:44:33	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd428fad4aa7a8b7e38b00)	2022-07-12 09:44:47	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd4290ad4aa7a8b7e38b01)	2022-07-12 09:44:47	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd42a0ad4aa7a8b7e38b02)	2022-07-12 09:45:04	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd42a1ad4aa7a8b7e38b03)	2022-07-12 09:45:04	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd4362c6a9106aa66a5550)	2022-07-12 09:48:18	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd4362c6a9106aa66a5551)	2022-07-12 09:48:18	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd4373c6a9106aa66a5552)	2022-07-12 09:48:35	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd4374c6a9106aa66a5553)	2022-07-12 09:48:35	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd4381c6a9106aa66a5554)	2022-07-12 09:48:49	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd4382c6a9106aa66a5555)	2022-07-12 09:48:49	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd4392c6a9106aa66a5556)	2022-07-12 09:49:06	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd4393c6a9106aa66a5557)	2022-07-12 09:49:06	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd441ac44754daf4e57a2a)	2022-07-12 09:51:21	c5936d63	0	0	27
ObjectId(62cd43e270e403097a7b028c)	2022-07-12 09:50:26	c5936d63	0	0	26
ObjectId(62cd4427dc2c532867d1d9da)	2022-07-12 09:51:35	0580a044	1	0	26
ObjectId(62cd443aed08a6e1067b2ad7)	2022-07-12 09:51:54	c4cad5e0	3	3	26

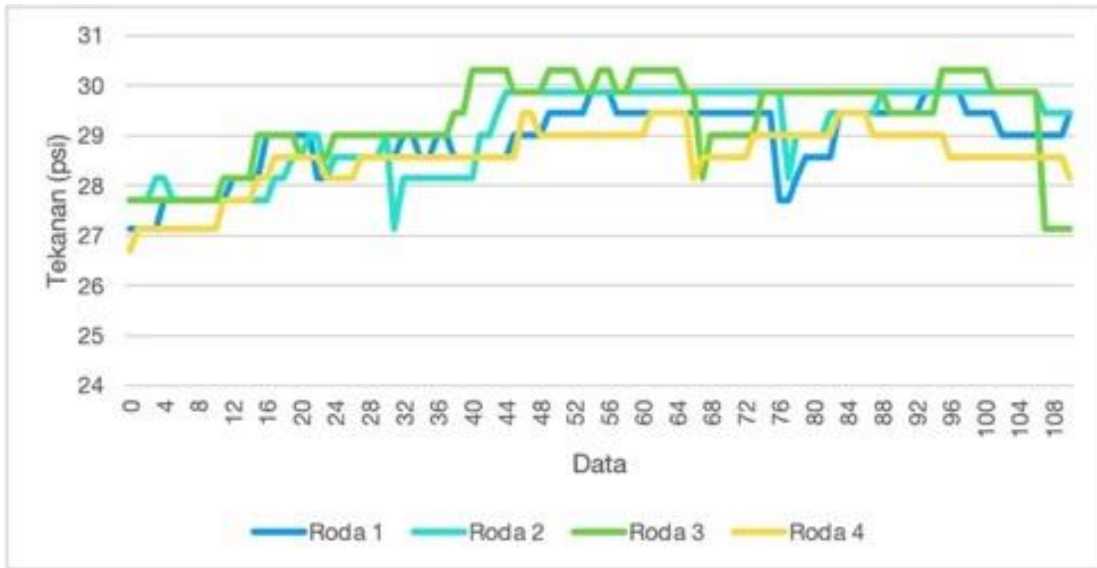
Gambar 7. Data hasil pada pagi dalam file format csv.

Contoh data hasil penerimaan sensor tekanan pada empat ban mobil dari tpms pada sore hari yang terbaca pada perangkat raspberry Pi yang disimpan dalam file berformat csv ditunjukkan seperti gambar 8.

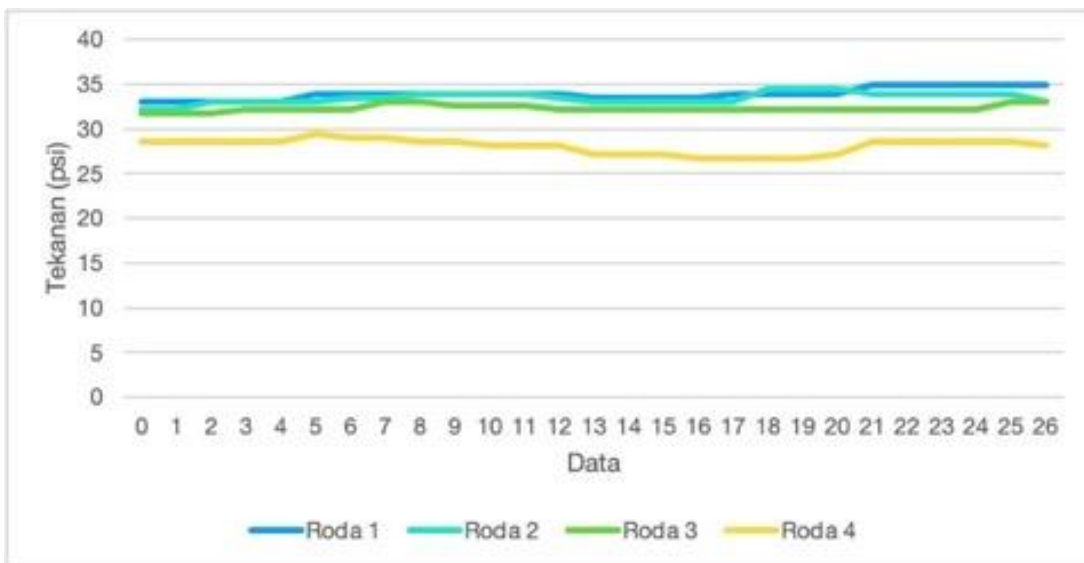
_id	time	id	wheel	pressure_kPa	temperature_C
ObjectId(62cd7bf785e62911664d3ef7)	2022-07-12 13:49:42	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd7c0385e62911664d3ef8)	2022-07-12 13:49:55	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7c0385e62911664d3ef9)	2022-07-12 13:49:55	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7c1d85e62911664d3efa)	2022-07-12 13:50:21	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7c1f85e62911664d3efb)	2022-07-12 13:50:21	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7c2785e62911664d3efc)	2022-07-12 13:50:31	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7c2785e62911664d3efd)	2022-07-12 13:50:31	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7ca685e62911664d3efe)	2022-07-12 13:52:37	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7ca685e62911664d3eff)	2022-07-12 13:52:37	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7ce685e62911664d3f00)	2022-07-12 13:53:41	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd7ce685e62911664d3f01)	2022-07-12 13:53:41	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd7ce985e62911664d3f02)	2022-07-12 13:53:45	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd7ce985e62911664d3f03)	2022-07-12 13:53:45	c8089932	4	0	25
ObjectId(62cd7cf585e62911664d3f04)	2022-07-12 13:53:57	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7cf585e62911664d3f05)	2022-07-12 13:53:57	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7d1085e62911664d3f06)	2022-07-12 13:54:24	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7d1085e62911664d3f07)	2022-07-12 13:54:24	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7d1985e62911664d3f08)	2022-07-12 13:54:33	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7d1985e62911664d3f09)	2022-07-12 13:54:33	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7d9885e62911664d3f0a)	2022-07-12 13:56:40	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7d9c85e62911664d3f0b)	2022-07-12 13:56:40	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7dd885e62911664d3f0c)	2022-07-12 13:57:44	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd7dd885e62911664d3f0d)	2022-07-12 13:57:44	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd7ddc85e62911664d3f0e)	2022-07-12 13:57:47	c8089932	4	0	24
ObjectId(62cd7dde85e62911664d3f0f)	2022-07-12 13:57:47	c8089932	4	0	24
ObjectId(62cd7de785e62911664d3f10)	2022-07-12 13:57:59	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7de785e62911664d3f11)	2022-07-12 13:57:59	c4cad5e0	3	3	24
ObjectId(62cd7e0485e62911664d3f12)	2022-07-12 13:58:27	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7e0485e62911664d3f13)	2022-07-12 13:58:27	07414f65	5	0	24
ObjectId(62cd7e0b85e62911664d3f14)	2022-07-12 13:58:35	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7e0c85e62911664d3f15)	2022-07-12 13:58:35	058231a7	2	0	24
ObjectId(62cd7e8b85e62911664d3f16)	2022-07-12 14:00:43	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7e8b85e62911664d3f17)	2022-07-12 14:00:43	c5936d63	0	0	24
ObjectId(62cd7eca85e62911664d3f18)	2022-07-12 14:01:46	0580a044	1	0	24
ObjectId(62cd7ecb85e62911664d3f19)	2022-07-12 14:01:46	0580a044	1	0	24

Gambar 8. Data hasil pada sore dalam file format csv.

Dari data screenshot dibuat kurva pengukuran pada kondisi yang berbeda yaitu pagi dan malam seperti ditunjukkan seperti Gambar 9 dan 10. Pengukuran dilakukan dalam kondisi mobil berjalan selama sekitar 2 jam.



Gambar 9. Kurva pengukuran pada pagi hari.



Gambar 10. Kurva pengukuran pada malam hari.

Dari dua gambar diatas dapat ditunjukkan bahwa perubahan tekanan pada ke empat ban pada siang hari lebih besar antara 27 – 30 psi, sedang tekanan ban pada malam hari cenderung stabil. Tetapi tekanan ban pada pada siang hari lebih besar dibanding tekanan ban pada malam hari dengan perbedaan sekitar 4 psi.

Sedangkan nilai pengukuran yang ditampilkan melalui perangkat LCD Display di raspberry Pi yang menerima data dari empat sensor TPMS sebelum dipancarkan ditunjukkan seperti gambar 11. Sedangkan data yang diterima di perangkat smartphone dan PC laptop ditunjukkan seperti gambar 12.



Gambar 11. Tampilan data di LCD Display Raspberry.



Gambar 12. Tampilan data di smartphone dan PC laptop.

IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring tekanan ban pada mobil yang sedang berjalan dapat dibuat dengan penampilan informasi tekanan ban secara baik pada LCD Display Raspberry Pi, smartphone dan PC Laptop. Dan sistem dapat memonitor secara kontinu perubahan tekanan pada empat ban mobil yang sedang berjalan. Untuk penelitian selanjutnya, kami akan membangun sistem dengan respon balik dari pihak yang berwenang memberi informasi ke pengemudi melalui jalur komunikasi yang sama.

REFERENSI

- [1] J. M. S. Waworundeng, D. Fernando Tiwow and L. M. Tulangi, "Air Pressure Detection System on Motorized Vehicle Tires Based on IoT Platform," *2019 1st International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 2019, pp. 251-256.
- [2] Tire Pressure Monitoring Systems for Light Duty Highway Vehicle, Standard 2004-12, S.o.A. Engineers.
- [3] Road Vehicles-Safety Enhancement in Conjunction With Tyre Inflation Pressure Monitoring, Standard 2006-03-15, I.-E. ISO, I.O.f.S.
- [4] TPM Sensor Module Based Tire Pressure Monitoring Systems for Motor Vehicles, Standard, G. SAC, S.A.o.C., 2010.
- [5] Abbi, Amogha Ramakrishnaiah, T., "Tyre Pressure Monitoring System," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.
- [6] Fuqiang, Zhou & Shaohong, Wang & Yintao, Wei & Xu, Zhichao, "Indirect tire pressure monitoring system based on tire vertical stiffness", *IEEE 12th International Conference on Electronic Measurement & Instruments ICEMI' 2015*, pp. 100-104.
- [7] J. Zhao, J. Su, B. Zhu, and J. Shan, "An indirect tpms algorithm based on tire resonance frequency estimated by AR model," *SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems*, vol. 9, no. 2016-01- 0459, 2016, pp. 99-106..
- [8] Xin, Quan & Jingfeng, Gong & Junjie, Guan & ri, Bai & Mingxing, You & Pian, Zou. (2019), "Automobile tire pressure monitoring technology and development trend", *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.
- [9] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The internet of things: A survey," *Computer networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787– 2805, 2010, pp. 2787– 2805.
- [10] C.-W. Tsai, C.-F. Lai, and A. V. Vasilakos, "Future internet of things: open issues and challenges," *Wireless Networks*, vol. 20, no. 8, 2014, pp. 2201–2217.
- [11] Manickam, Dinesh & Bhaskar, K., "IOT Based Real Time Measurement of Temperature for Inverter Using Low Cost Node Microcontroller", *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, vol.9, issue 5, Sept. 2020, pp. 150 -158.
- [12] Jairovan Denis de Paiva, Carlos Roberto da Silveira Junior, and Arquimedes Lopes da Silva "IoT Application for Monitoring and Storage of Temperature History in Electric Motors", in *Proceedings of the 11th International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS) 2022*, pages 121-128.
- [13] Hasan, Aktham & Duhis, Ahmed & Aad, Nabeel & Alzurfi, Lafta & Mnati, Mohannad, "Smart monitoring system for pressure regulator based on IOT", *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. Vo. 9, no. 5, Oct. 2019, pp. 3450~3456.
- [14] Prasanthi, G. & Enigo, Felix, "A Smart Tyre Pressure Monitoring Using Android Phones", *International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (ICICI)*, 2018, pp.312-318.

- [15] Algarín, Carlos & Pinto, Jullbreider & Giraldo, Edgar, “Tire Pressure Monitoring System Using an Android Application”, *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. (IJASEIT), 2020, vol. 10, no .5, pp. 1867-1863.
- [16] Pangestu, Agung & Sodikin, Iing & Yusro, Muhammad & Sapundani, Rum & Al Hakim, Rosyid Ridlo, “IoT-based tire pressure measurement by using MPX5500D sensor and LM35 sensor, “*Conference: 8th ICCED 2022 International Conference on Computing, Engineering and Design*, June, 2022.

UCAPAN TERIMA KASIH

Team peneliti mengucapkan terima kasih kepada manajemen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan ijin menggunakan salah satu laboratorium untuk melakukan aktifitas penelitian ini.