

Desain dan implementasi sistem monitoring level oli hidrolik Excavator PC 1250 berbasis IoT

Moch. Shofiyen Zuhri, Nurhadi Nurhadi

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No.9 Kota Malang 65141
Email korespondensi: nurhadi@polinema.ac.id

Abstrak

Kekurangan dan kebocoran oli hidrolik excavator menyebabkan *over heat engine*, *low power*, umur komponen semakin pendek dan excavator breakdown, sehingga rantai produksi batubara di PT. Kalimantan Prima Persada terganggu. Sementara monitoring oli masih dilakukan secara manual. Tujuan penelitian untuk mendesain dan mengimplementasikan sistem monitoring level oli hidrolik Excavator PC 1250 berbasis IoT yang dapat memonitor level oli secara otomatis dan menguji kecepatan respon sistem. Penelitian dilakukan dengan cara eksperimen untuk menguji perbandingan kecepatan respon dua mikrokontroler yang berbeda, yaitu ESP 8266 dan ESP 32, yang menggunakan antena dan tanpa antena. Modul IoT dipasang di dekat operator excavator untuk mengetahui level oli hidrolik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring level oli hidrolik excavator mampu beroperasi dengan kecepatan respon < 1 detik.

Kata kunci: esp 32, esp 8266, excavator, iot, sistem monitoring.

Abstract

Excavator hydraulic oil shortages and leaks cause engine overheating, low power, shorter component life, and excavator breakdown so that the coal production chain at PT. Kalimantan Prima Persada is disturbed. Meanwhile, oil monitoring is still done manually. The research objective is to design and implement an IoT-based PC 1250 Excavator hydraulic oil level monitoring system that can monitor oil levels automatically and test the system response speed. The research was carried out experimentally to test the comparison of the response speed of two different microcontrollers, namely the ESP 8266 and ESP 32, which use an antenna and without an antenna. The IoT module is installed near the excavator operator to determine the hydraulic oil level. The research results show that the excavator hydraulic oil level monitoring tool is capable of operating with a response speed of < 1 second.

Keywords: esp 32, esp 8266, excavator, iot, monitoring system.

1. Pendahuluan

Excavator merupakan salah satu peralatan berat yang memegang peranan krusial dalam industri pertambangan. Fungsi alat berat ini sangat penting dalam proses penggalian dan pemindahan material di area pertambangan [1-2]. Excavator dirancang untuk menangani tugas-tugas berat, seperti penggalian tanah, batuan, dan material lainnya dengan efisiensi tinggi. Dengan dilengkapi berbagai jenis alat gali seperti bucket dan attachment khusus, sehingga excavator mampu mengatasi berbagai kondisi tanah dan geologi di lokasi pertambangan. Keunggulan utama excavator terletak pada kemampuannya untuk mencapai area yang sulit dijangkau dan menggali material dengan presisi, meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional dalam kegiatan pertambangan. Dengan begitu, fungsi excavator tidak hanya terbatas pada penggalian, tetapi juga menjadi tulang punggung operasional di area pertambangan.

PT. Kalimantan Prima Persada merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa penambangan sekaligus tempat penelitian yang dilakukan. Berdasarkan hasil temuan di lapangan

menemukan bahwa *problem* yang kerap terjadi yaitu *excavator breakdown* (tidak beroperasi). Ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya kurangnya oli. Oli memiliki peran penting dalam menjaga kinerja optimal mesin excavator yaitu untuk mengurangi gesekan antar komponen mesin, mendinginkan suhu operasional, dan mencegah keausan yang berlebihan [3-6]. Selain itu, *excavator breakdown* ditemukan pada sistem hidrolik, disebabkan oleh kurangnya atau kebocoran oli. Oli hidrolik berfungsi sebagai media transmisi daya dalam sistem hidrolik, sehingga keberadaan oli sangat penting untuk menjaga kinerja excavator secara optimal. Jika level oli hidrolik di bawah batas, dan unit tetap beroperasi dapat mengakibatkan gesekan yang berlebihan antara komponen hidrolik. Hal ini menyebabkan pompa *noise* menghasilkan gram-gram berkontaminan yang menghambat sirkulasi aliran oli hidrolik. Disamping itu, dapat menyebabkan *overheat*, *low power*, dan dapat memperpendek umur dari komponen yang ada di sistem hidrolik.

Pemantauan level oli hidrolik saat ini dilakukan secara manual dengan cara mengecek secara langsung

ke *glass hydraulic tank*. Apabila setelah pengecekan level oli hidrolik masih kurang, maka operator lapor kepada pengawas lalu informasi di teruskan ke OCR (*Operation Control Room*), lalu OCR meneruskan ke Plant Department, mengirimkan tim mekanik untuk melakukan penambahan oli hidrolik di lapangan. Pada tim mekanik dari Plant Departement juga memiliki program *daily check*, dimana mekanik melakukan pengecekan ke seluruh unit salah satunya *excavator* dan melakukan pengecekan secara menyeluruh pada semua sistem dari *excavator* sesuai *check sheet* yang sudah ada. Dari aktivitas yang dilakukan di atas, ternyata sangat tidak efektif dikarenakan prosesnya yang sangat lama. Sehingga *excavator* harus *breakdowned* dengan *downtime* yang terbilang lama. Melihat ketidakefisienan dalam maintenance management, hal ini tentu menyebabkan terganggunya rantai produksi batubara.

Penelitian [7] melakukan analisis sistem monitoring level tangki air menggunakan Arduino UNO berbasis IoT. Pada sistem akuisisi data dari IoT menggunakan modul Wi-Fi ESP-01 sehingga hasil pembacaan dapat dipantau melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian pada saat pengisian dan penggunaan air dengan sensor ultrasonik US-015 lebih stabil dibandingkan menggunakan sensor infrared SHARP GP2Y0A21. Pada tingkat akurasi sensor ultrasonic US-015 memiliki lebih tinggi (20-80 cm) dibandingkan sensor infrared SHARP GP2Y0A21 (20-70 cm). Penelitian [8] merancang sekaligus menguji alat pemantauan kotak benih terhadap ruangan ESP-NOW sebagai protokol pengiriman data dan ThingSpeak sebagai *platform* informasi dari pemantauan kotak benih terhadap ruangan. Hasil pembacaan yang dilakukan pada jarak jarak 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, dan 40 m yang sesuai dengan standar *delay* TIPHON tergolong 'Excellent' karena dibawah nilai rata-rata 150 ms.

Melihat penelitian terdahulu pada implementasinya masih terbatas, hanya pada level air dan di dalam ruang. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan pada *excavator* di PT. Kalimantan Prima Persada, mengimplementasikan sistem monitoring berbasis IoT dengan sensor yang di gunakan *fuel level* sensor tipe *magnetic float level transmitter* 4-20 mA untuk mendeteksi level oli hidrolik di dalam *hydraulic tank*. Data *output* dari sensor ini diolah oleh mikrokontroler ESP 32 dan data tersebut di buat *real-time* agar bisa di monitoring dari tempat yang jauh. Dengan bertujuan untuk mengurangi *downtime* BUS (*Breakdown Unschedule*) dikarenakan kurangnya oli hidrolik. Adapun tujuan pada penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh atau tidaknya jarak modul dengan sumber jaringan dan *clock frequency* mikrokontroler ESP 8266 dan ESP 32 terhadap kecepatan respon sistem monitoring level oli hidrolik pada Excavator PC 1250 berbasis IoT.

Penerapan mikrokontroler ESP sering banyak dilakukan dalam pembuatan aplikasi IoT. Jenis yang sering digunakan adalah ESP 8266 dan ESP32. Pin

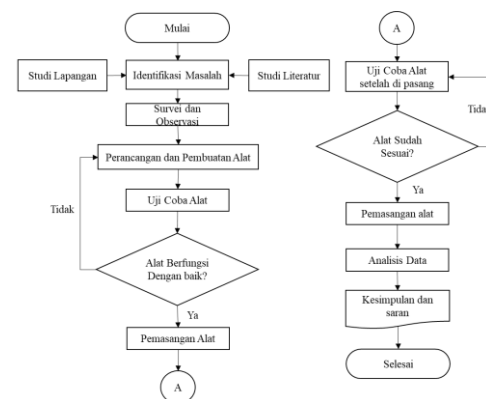
pada perangkat ESP dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC. Pada Tabel 1 terdapat spesifikasi secara detail dari ESP 8266 dan ESP 32 sebagai berikut [9].

Tabel 1. Spesifikasi ESP 8266 dan ESP 32

Spesifikasi	ESP 8266	ESP 32
MCU	Xtensa Single-core 32bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
Wi-Fi	802.11 b/g/n tipe HT20	802.11 b/g/n tipe HT40
Bluetooth	Tidak ada	Tipe 4.2 dan BLE
Typical Frequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	Tidak ada	Ada
Total GPIO	17	36
Total SPI-UART-I2C-I2S	2-2-1-2	4-2-2-2
Resolusi ADC	10 bit	12 bit
Suhu operasional Kerja	-40°C to 125°C	-40°C to 125°C
Sensor di dalam module	Tidak ada	Touch sensor, temperature sensor, hall effect sensor

2. Metode

Lokasi penelitian dilakukan pada PT. Kalimantan Prima Persada. Metode yang diterapkan pada penelitian ini secara eksperimen untuk mendesain dan mengimplementasikan sistem monitoring level oli hidrolik Excavator PC 1250 yang berbasis IoT. Experimen yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak modul dengan sumber jaringan dan *clock frequency* mikrokontroler ESP 8266 (80 Mhz) dan ESP 32 (160 Mhz) terhadap kecepatan respon sistem monitoring level oli hidrolik. Berikut *flowchart* yang disajikan pada Gambar 1.

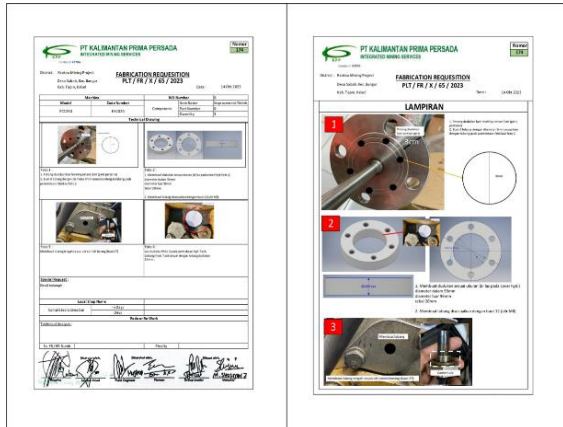


Gambar 1. Flowchart

Sebelum membuat desain sistem monitoring, dilakukan survei terhadap unit Excavator PC 1250, pengukuran sensor, dan menentukan desain yang tepat (Gambar 2) serta memiliki risiko kerusakan pada unit yang paling minim dengan mempertimbangkan kenyamanan operator *excavator*. Setelah itu membuat FR (*Fabrication Request*) untuk memudahkan vendor dalam melakukan pekerjaan.

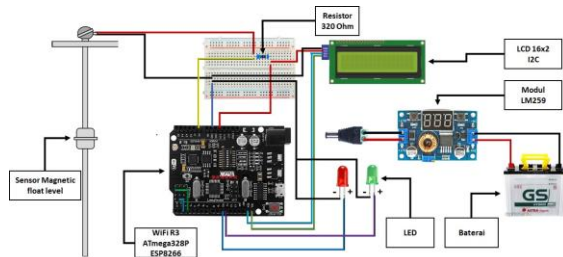


Gambar 2. Survei dan pengukuran sensor level (a) dan survei lokasi modul IoT (b)

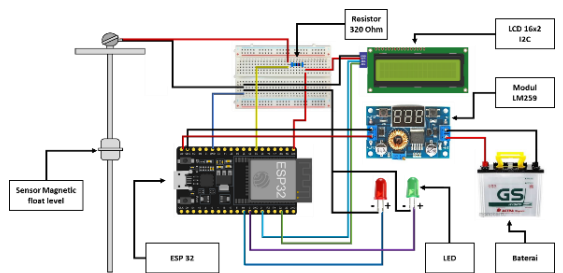


Gambar 3. Fabrication Request

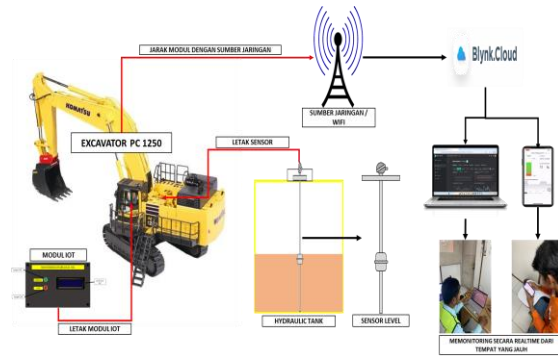
Rangkaian sistem monitoring level oli hidrolik diperoleh menjadi dua wiring, yaitu rangkaian dengan *clock frequency* mikrokontroler ESP 8266 (80 Mhz) dan ESP 32 (160 Mhz). Tujuan menggunakan dua mikrokontroler adalah untuk mengetahui kecepatan respon pengiriman data apakah sesuai dengan spesifikasinya. Adapun desain *schematic* sistem monitoring level oli hidrolik dapat dilihat pada Gambar 4. dan Gambar 5.



Gambar 4. Schematic sistem monitoring level oli hidrolik dengan ESP 8266 (80 Mhz)



Gambar 5. Schematic sistem monitoring level oli hidrolik dengan ESP 32 (160 Mhz)



Gambar 6. Setting peralatan penelitian

Pada Gambar 6. sensor level diletakkan di dalam *hydraulic tank* untuk mengukur level oli. Sensor ini juga terhubung dengan modul IoT yang dirancang. Penempatan modul IoT diletakkan pada atas dekat pandangan operator *excavator*. Modul IoT ini bekerja dengan mengirimkan data informasi yang diperoleh dari sensor level dengan jarak yang sudah ditentukan, yaitu 10 m, 20 m, 30, dan 40 m. Data informasi tersebut masuk ke dalam *platform* Blynk yang dapat diakses melalui Laptop maupun Smartphone. Selain itu, kecepatan respon diperoleh dengan merekam layar *interface* Blynk dan serial monitor, kemudian dilihat dari selisih waktu respon pada *platform* Blynk dan serial monitor dikurangi untuk mendapat nilai kecepatan respon data yang sebenarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pembuatan *schematic* sistem monitoring level oli hidrolik dan *setting* penelitian, selanjutnya adalah memaparkan dan menjelaskan alat pada sistem yang sebenarnya. Dilihat pada Gambar 7.



- Keterangan:
1. Sensor Level
 2. Modul IoT
 3. Wi-Fi Telkomsel Orbit
 4. Platform Blynk





Gambar 7. Alat monitoring level oli hidrolik

Pada Gambar 7. perancangan sistem ini dimulai dengan pemasangan sensor level pada hidrolik *tank* *excavator*. Sensor level digunakan untuk mengukur

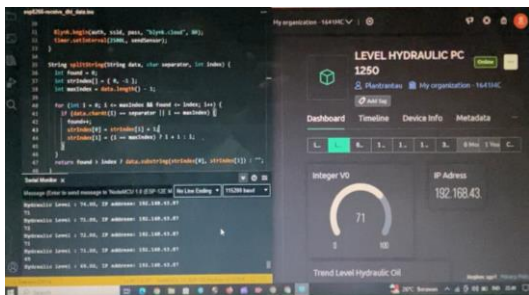
level oli saat *excavator* beroperasi. Hasil pembacaan dari sensor level saat penelitian ditampilkan pada LCD di Modul IoT sehingga operator *excavator* dapat melihat secara langsung kondisi oli hidrolik dan *platform* Blynk yang dapat dilihat jarak jauh.

Modul IoT ini di-*supply* oleh aki pada *excavator*, sehingga beroperasinya modul IoT bergantung dengan beroperasinya *excavator*. Pada modul IoT terdapat indikator peringatan kondisi level oli, dengan *range* sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Indikator LED saat sensor level bekerja

Kondisi LED	Status
	Kondisi oli hidrolik masih aman, dengan <i>range</i> persentase 50-100 %.
	Kondisi oli hidrolik perlu dilakukan pengisian, dengan <i>range</i> persentase < 50 %.

Selain itu, modul IoT ini terhubung dengan W-Fi sehingga informasi data dari hasil pembacaan sensor level yang dikirimkan melalui mikrokontroler secara nirkabel pada *platform* Blynk. Pada *platform* ini tidak hanya menampilkan hasil pembacaan sensor level, namun dapat mengetahui kecepatan respon melalui serial monitor. Berikut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan informasi sensor level dan serial monitor

Selanjutnya hasil penelitian ini diperoleh dari pengujian tanpa dan dengan antenna yang dapat disajikan pada Tabel 3. dan Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian tanpa antenna

Jarak modul dengan jaringan (m)	Clock frequency (Mhz)	Testin g	Kecepatan respon (s)	Rata-rata (s)
10	80 MHz	1	0,45	0,5

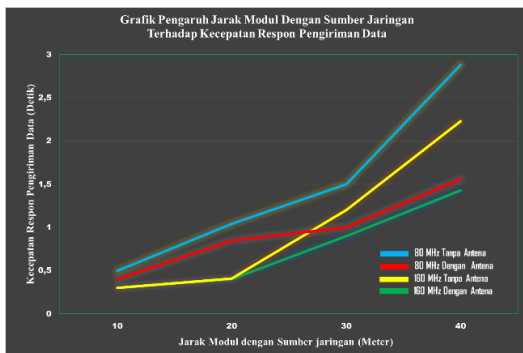
20	160 MHz	2	0,55	0,3
		3	0,5	
		1	0,3	
	80 MHz	2	0,26	1,04
		3	0,34	
		1	0,9	
30	160 MHz	2	1,19	0,41
		3	1,05	
		1	0,4	
	80 MHz	2	0,3	1,5
		3	0,55	
		1	1,54	
40	160 MHz	2	1,44	1,2
		3	1,18	
		1	1,32	
	80 MHz	2	1,1	2,88
		3	1,18	
		1	2,7	
50	160 MHz	2	2,85	2,23
		3	3,1	
		1	2,25	
	80 MHz	2	2,3	0,4
		3	2,15	
		1	0,8	

Tabel 4. Hasil pengujian dengan antenna

Jarak modul dengan jaringan (m)	Clock frequency (Mhz)	Test Kecepatan respon (s)	Rata-rata (s)
10	80 MHz	1	0,34
		2	0,48
		3	0,38
	160 MHz	1	0,35
		2	0,25
		3	0,3
20	80 MHz	1	0,8
		2	0,85
		3	0,9
	160 MHz	1	0,35
		2	0,3
		3	0,4

30	80 MHz	2	0,45	1
		3	0,4	
		1	0,9	
	160 MHz	2	1,15	0,9
		3	0,95	
		1	0,85	
40	80 MHz	2	1,5	1,56
		3	1,7	
		1	1,5	
	160 MHz	2	1,5	1,43
		3	1,4	
		1	1,4	

Pada Tabel 3. dan Tabel 4. menunjukkan bahwa kecepatan respon tanpa dan dengan antenna terdapat pengaruh yang cukup signifikan. Pada Tabel 3. kecepatan respon dengan tiga kali pengulangan dengan jarak modul 10 m, 20 m, 30 m, dan 40 m dan clock frequency 80 Mhz dan 160 Mhz didapatkan perubahan kestabilan pada setiap perubahan jarak modul dan waktu respon lebih lama dibandingkan dengan Tabel 4. yang memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik dan waktu respon lebih cepat.



Gambar 9. Grafik pengaruh jarak modul dengan sumber jaringan terhadap kecepatan respon pengiriman data

Berdasarkan grafik pada Gambar 9. diketahui bahwa semakin jauh jarak modul IoT dengan sumber jaringan, maka semakin lama kecepatan respon pengiriman data pada platform Blynk. Hal ini dapat dilihat pada penggunaan ESP 8266 (80 Mhz) tanpa antenna dan dengan antenna menunjukkan perbedaan kecepatan respon pada tiap jarak modul mengalami peningkatan yang cukup signifikan dengan selisih mencapai < 1 s, yang menandakan *delay* pada

pengiriman data semakin lama. Faktor *delay* dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama [10].

Karakteristik jaringan Wi-Fi berbeda dengan jaringan kabel. Artinya, ada banyak faktor yang mempengaruhi keandalan jaringan Wi-Fi/nirkabel, seperti panjang gelombang/*wavelength*, frekuensi yang dipakai, amplitudo, dan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) [11-12]. Peristiwa pada faktor-faktor diatas umumnya berkaitan dengan gelombang radio, yang mana jaringan nirkabel menggunakan radio dalam proses transmisinya. Parameter frekuensi radio/RF juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, antara lain [13-15]:

1. *Free Path Loss*

Peristiwa dimana sinyal RF yang dipancarkan melalui antenna, semakin jauh jarak tempuhnya maka semakin berkurang kekuatan sinyalnya. Hal ini dikarenakan terjadi peredaman, meskipun tidak ada penghalang. Semakin besar peredaman maka semakin besar pula frekuensi yang dihasilkan. Untuk mengatasi peristiwa tersebut, maka yang harus dilakukan adalah memperbesar *gain* pada *transmitter*, sehingga *power* sinyal RF semakin besar.

2. *Multipath*

Multipath merupakan peristiwa tabrakan sinyal yang berasal dari arah/sumber yang berbeda. Ini terjadinya apabila penerima/*receiver* beberapa kali menerima sinyal yang sama dari arah yang berbeda. Namun juga bergantung pada panjang gelombang dan letak penerima. Selain itu *multipath* juga dapat menyebabkan sinyal menjadi nol, yang berarti saling membatalkan/*out of the phase signal*.

3. *Refraction*

Refraction adalah fenomena perubahan/pembelokan gelombang sinyal yang disebabkan adanya media/sesuatu yang beda massanya. Sebagai contoh sinyal yang melewati segelas air, maka sinyal tersebut akan dipantulkan atau dibelokkan.

4. *LOS/Line of Sight*

Kondisi dimana *transmitter* dapat melihat secara jelas tanpa adanya halangan untuk *receiver*. Meskipun mengalami LOS, belum bisa dipastikan tidak ada gangguan pada jalur tersebut. Hal-hal yang harus diperhitungkan dan diketahui, seperti *adsorption*, *refraction*, dan *scattering*. Selain itu, dalam jarak terjauh bumi juga bisa menjadi halangan, seperti kontur tanah, gunung, pepohonan, dan juga halangan-halangan lainnya.

5. *SNR/Signal to Noise Ratio*

SNR merupakan peristiwa yang menjelaskan kekuatan sinyal dengan gangguan-gangguan yang berada disekelilingnya. Apabila sinyal lebih kuat daripada *noises* maka sinyal dapat di tangkap oleh *receiver* lebih baik, dan sebaliknya.

Selain itu, pada mikrokontroler yang digunakan, yaitu ESP 8266 dengan *frequency* 80 Mhz dan ESP 32 dengan *frequency* 160 Mhz yang dibandingkan untuk membuktikan apakah kecepatan *frequency* sesuai dengan spesifikasinya. Pada hasil penelitian tersebut diperoleh perbedaan yang bervariasi, dimana kecepatan respon terbaik diperoleh dengan menggunakan ESP 32 dengan antena, disusul dengan ESP 8266 dengan antena. Meskipun perbedaannya pada jarak 30 m dan 40 m memiliki selisih yang tidak jauh beda, namun dengan kecepatan respon tersebut mampu mendapatkan nilai yang hampir sama. Menurut [16] melakukan percobaan untuk mengetahui kecepatan respon dari kedua mikrokontroler, yaitu ESP 8266 dan ESP 32 dengan komunikasi data nirkabel/Wi-Fi dan didapatkan hasil kecepatan respon antara ESP 32 dengan ESP 8266 dengan rata-rata bekisar 0.

Selain itu terdapat faktor lain yang menyebabkan kecepatan respon bekerja dengan cepat. Menurut [17] *clock frequency* menunjukkan seberapa cepat CPU dapat menjalankan instruksi-instruksi dari program yang dijalankan. Dari pernyataan ini, *clock frequency* pada mikrokontroler berfungsi untuk menentukan kecepatan pemrosesan instruksi yang dijalankan oleh perangkat tersebut.

Penambahan komponen yang dapat membantu memperkuat sinyal pada mikrokontroler juga dapat mempengaruhi keandalan sinyal pada Wi-Fi. Pada penelitian ini ditambahkan fitur antena eksternal sebagai pembanding, yang mana dapat mempengaruhi kecepatan respon pengiriman data dari modul IoT ke *platform* Blynk. Setelah dilakukan penambahan antena eksternal, terdapat perubahan pada kecepatan respon pengiriman data dari modul IoT ke *platform* Blynk menjadi cepat. Hal ini disebabkan karena antena eksternal dapat meningkatkan jangkauan, mengurangi interferensi, meningkatkan kualitas sinyal, dan dapat mengatasi *partloss* (penurunan kekuatan sinyal saat sinyal melewati medium transmisi/udara). Ini juga didukung oleh [18] antena menjadi hal yang penting dalam mengurangi *delay* pengiriman data. *Delay* yang dimaksud adalah waktu yang dibutuhkan paket untuk mencapai tujuan, karena adanya antrian, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kemacetan saat data di kirimkan. Disini peran antena eksternal menjadi hal penting dalam mengurangi *delay* pengiriman data, hal ini sesuai dengan hasil analisis yang telah dilakukan. Menurut [19] penggunaan antena eksternal sangat mempengaruhi kualitas sinyal, dan *delay* kecepatan pengiriman data. Ini sesuai dengan Gambar 9. dimana setelah dilakukan penambahan antena eksternal, *delay* pengiriman data dari modul IoT ke *platform* Blynk berkurang.

4. Kesimpulan

Hasil alat monitoring dengan pengguna mikrokontroler ESP 8266 dan ESP 32 dapat bekerja

dengan semestinya. Alat monitoring ini mampu mengirimkan informasi data sensor level oli hidrolik *excavator* melalui LED dan *platform* Blynk. Hasil penelitian didapatkan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan respon pengiriman data yang diterima dengan jarak modul dari sumber jaringan dan *clock frequency* mikrokontroler ESP 8266 dan ESP 32. Pada penggunaan antena didapatkan kestabilan yang lebih baik dan waktu respon lebih cepat dibandingkan tanpa antena dengan selisih mencapai hampir < 1 s. Ini dipengaruhi oleh kinerja dari antena yang menghambat *delay* dan meningkatkan konsistensi frekuensi. Selain itu, terdapat hasil kecepatan respon dari ESP 8266 dan ESP 32 menunjukkan perbedaannya pada jarak 30 m dan 40 m yang memiliki selisih yang tidak berbeda, namun dengan kecepatan respon tersebut mampu mendapatkan nilai yang hampir sama.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT. Kalimantan Prima Persada yang telah mendanai dan memberikan waktu dan tempat untuk melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] S. Sarmidi, Y. Mases, A.P. Kesuma. 2023. "Analisis Efisiensi Jam Kerja Excavator CAT 345 GC di Area Penambangan Pit E Banko Barat PT. Rifansi Dwi Putra." Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains, 1(1), 11-8.
- [2] I.M. Besri, M. Gusman. 2020. "Hilirisasi Kegiatan Penggalian dan Pengangkutan pada Penambangan Batu Kapur di PT. Semen Padang." Jurnal Bina Tambang, 5(4), 92-104.
- [3] A. Surbakti. 2019. "Pengaruh Jenis Oli Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor 125 CC." PISTON: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(1), 1-6.
- [4] A. Hendrawan, A.S. Dwiono, S. Pramono. 2022. "Perilaku Temperatur Minyak Lumas Pada Kapal." Dinamika Bahari, 3(1), 52-9.
- [5] J. Aprianda. "Analisa kebocoran Dan Pemeliharaan Pendingin Oli Bantalan Dorong Unit 2 PT PLN (Persero) UI PLTA Musi Sektor Bengkulu (Sbkl)." Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 51-62.
- [6] T. Prasetya, B.J. Raharjo. "Keausan Crank Pin Journal Crankshaft Pada Diesel Engine Generator Di. Mv. Kartini Baruna." Dinamika Bahari, 9(1), 2126-36.
- [7] M. A. Shodiqin, W. D. Kurniawan. 2020. "Analisa sistem pengendalian dan pengawasan level tangki air berbasis arduino uno dan internet of things." Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 9(2), 51-52.
- [8] R. Anjasmoro, M. H. H. Ichsan, D. Syauqy. 2024. "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kotak Benih terhadap Ruangannya menggunakan Protokol ESP-NOW." Jurnal

- Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 8(1), 63-74.
- [9] S. O. Y. Hakki. 2021. ESP8266 and ESP32 series of SoC microcontrollers. Programmable Smart Microcontroller Cards, 110.
- [10] S. Dhar, S. Chatterjee. 2017. "A study of VOIP codecs performance over IEEE 802.11 n." Devices for Integrated Circuit (DevIC), 121-124.
- [11] A. Peyman, M. Khalid, C. Calderon, D. Addison, T. Mee, M. Maslanyj, S. Mann. "Assessment of exposure to electromagnetic fields from wireless computer networks (wi-fi) in schools; results of laboratory measurements." Health physics, 100(6), 594-612.
- [12] A. Alejandro, Zavala. 2017. Indoor wireless communications: From theory to implementation. John Wiley & Sons, 5.
- [13] A. Insani, A. Harimawan. 2012. "Studi Awal Teknologi WIFI Untuk Diimplementasikan Pada Pembuatan Prototipe Sistem Remote Terminal Unit Multi Sensor Dengan Energi Mandiri." Buletin Pos dan Telekomunikasi, 10(3), 225240.
- [14] D. Arius. 2020. Komunikasi data. Penerbit Andi.
- [15] B. Hardjono, A.E. Widjaja, S. Kom, M Gracio AR MT, H. Tjahyadi, C.A. Haryani, S SE, W. Renatan. 2020. Komunikasi Nirkabel: dengan Aplikasinya di Bidang Telekomunikasi dan Informatika. Penerbit Andi.
- [16] D. Wahyudi, A.K. Nalendra, P.B. Utomo PB. 2023. "Deteksi lokasi kendaraan menggunakan GPS dan GSM berbasis mikrokontroler." JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia." 4(1), 1-2.
- [17] N.Z. Maharani, R.Z. Luthfi, R. Amri, R.E. Ginting. 2023 "Analisis Strategi Peningkatan Daya Kerja Central Processing Unit (CPU) Dalam Proses Pengolahan Data." Journal Of Informatics And Busisnes, 1(3), 194-200.
- [18] S. Syahrial, R. Munadi, A.M. Nasution. 2015. "Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan Wireless LAN (WLAN) dengan Menggunakan Antena Eksternal Yagi 2, 4 GHz dan Grid 2, 4 GHz." Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro, 1, 1-6.
- [19] A. Bariqi. Prihanto. 2022. "Pengaruh Penggunaan Antena Grid Terhadap Kekuatan Sinyal dan Throughput Serta Jangkauan Pada RT/RW Net di Ponpes Kanzul Ulum." Journal of Informatics and Computer Science (JINACS), 3(3), 343-50.