PENGEMBANGAN SIMULATOR FETAL BERBASIS KONTROL SUARA UNTUK PENGUJIAN ALAT FETAL DOPPLER

by Teknologi Rekayasa Elektro-medis UMP

Submission date: 25-Dec-2025 04:10AM (UTC+0700)
Submission ID: 2848816929
File name: ASIS_ESP32_DAN_NRF24L01_UNTUK_TRANSMISI_AUDIO_DAN_NILAI_FHR.docx (4.61M)
Word count: 3044
Character count: 17689

RANCANG BANGUN FETAL DOPPLER NIRKABEL BERBASIS ESP32 DAN NRF24L01 UNTUK TRANSMISI AUDIO DAN NILAI FHR

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WIRELESS FETAL DOPPLER SYSTEM BASED ON ESP32 AND NRF24L01 FOR AUDIO AND FHR TRANSMISSION

Aditya Lutfi Nurfathoni[1*], Royan[1], Kusnanto Mukti Wibowo[1]

[1]Teknologi Rekayasa Elektromedis Universitas Muhammadiyah Purwokerto

e-mail: lutfiaditya400@gmail.com

ABSTRACT

Fetal doppler is an important device for monitoring fetal heart rate (FHR) as an early indicator of pregnancy condition. However, conventional fetal doppler devices still rely on cables between the probe and the main unit, thus limiting movement, reducing the comfort of pregnant women, and increasing the risk of cable damage. This study aims to design and build a wireless fetal doppler module based on ESP32 and nRF24L01 on the Taff Omicron JLS-T501 device for wireless transmission of doppler audio signals and FHR values. The developed system consists of a transmitter module on the probe side that performs acquisition, conditioning, and digitization of audio signals, then transmits data via nRF24L01, as well as an ESP32-based receiver module that reconstructs doppler audio and displays FHR values via an IoT interface. Testing was conducted using a fetal heart rate simulator at several BPM categories and distance variations (20–200 cm) to evaluate FHR accuracy, audio quality, and communication reliability. The results showed that the FHR reading error against the reference value was in the range of 1-2%, with audio quality remaining clearly audible up to a distance of 200 cm without interruption. This indicates that the integration of a wireless module on the JLS-T501 fetal doppler can improve flexibility and ergonomics of use without sacrificing measurement accuracy.

Keywords: ***Fetal doppler, Wireless system, Fetal heart rate, Medical device***

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang kesehatan, khusunya dibidang alat pemantauan janin berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu instrumen yang paling umum untuk memantau kondisi janin adalah Fetal doppler yaitu alat medis yang digunakan untuk mendeteksi dan memantau detak jantung janin ketika masih berada di dalam rahim. Melalui alat ini, tenaga kesehatan maupun ibu hamil dapat melihat dan mendengar frekuensi serta pola denyut jantung janin, sehingga kondisi dan keselamatan janin dapat dipantau secara lebih terukur [1], [2].

Cara kerja fetal doppler yang menagkap sinyal pantulan ultrasound dari pergerakan aliran darah dan jantung janin. Pada pernagkat doppler, sinyal mentah dari tansduser akan diproses hingga menjadi sinyal audio yang dapat di denggar, dan dari sinyal tersebut sistem dapt meghitung *Fetal hate rate* FHR [3]. Detak jantung janin (DJJ) atau FHR adalah jumlah denyut yang dihasilkan jantung janin dalam satu menit, merupakan salah satu parameter utama untuk menilai kesejahteraan janin. Perubahan frekuensi maupun pola DJJ umumnya mencerminkan status oksigenasi dan respons janin terhadap stres di dalam kandungan [4].

Apabila frekuensi DJJ berada di bawah 110 kali per menit, kondisi tersebut digolongkan sebagai bradikardia janin, sedangkan bila frekuensinya menetap di atas 160 kali per menit, hal itu dikategorikan sebagai takikardia janin. Kedua keadaan ini dapat menjadi tanda adanya masalah, seperti hipoksia janin, infeksi, efek penggunaan obat-obatan tertentu, atau gangguan lain yang berdampak pada kesehatan janin[4]. Berbagai penelitian kebidanan di Indonesia juga menunjukkan bahwa frekuensi DJJ dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain usia kehamilan, posisi tubuh ibu saat pemeriksaan, aktivitas kontraksi uterus, serta tingkat stres dan kecemasan yang dialami ibu hamil [5], [6].

Pada fetal doppler konvensional, proses pengukuran detak jantung janin masih menggunakan kabel sebagai penghubung antara *probe* (*transduser ultrasound*) dan unit utama perangkat [3]. Penggunaan kabel ini, seringkali

menimbulkan berbagai kendala, antara lain keterbatasan gerak, risiko kerusakan kabel dan kemungkinan gangguan kenyamanan ibu hamil selama proses pemeriksaan [7].

Seiring perkembangan teknologi komunikasi nirkabel, banyak peneliti mulai mengintegrasikan sistem nirkabel ke dalam perangkat medis untuk meningkatkan fleksibilitas, kenyamanan, dan efisiensi [8]. Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan wireless fetal doppler yang merupakan modifikasi dari fetal doppler konvensional dengan menambahkan modul komunikasi nirkabel ESP32 dan nRF24L01. Sehinga, sinyal dari *probe* tidak lagi ditransmisikan melalui kabel, tetapi diubah menjadi data digital melalui *Analog-to-Digital Converter* (ADC) dan kemudian ditransmisikan secara nirkabel ke unit penerima [9], [10].

Komunikasi nirkabel jarak dekat merupakan proses pertukaran data antara dua perangkat tanpa menggunakan media kabel, dengan memanfaatkan gelombang radio yang umumnya beroperasi pada frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) 2,4 GHz [11]. Pada sistem ini, data digital dari mikrokontroler diubah menjadi gelombang elektromagnetik, dipancarkan melalui udara, kemudian diterima kembali oleh modul penerima untuk dapat diolah lebih lanjut.

Pada aplikasi berdaya rendah, komunikasi jarak dekat dirancang agar hemat energi, memiliki latensi rendah, dan tetap mampu menyediakan laju data yang memadai. Modul *transceiver* seperti nRF24L01 adalah modul komunikasi serial nirkabel berdaya sangat rendah yang dirancang untuk aplikasi ultra *low power* pada frekuensi 2,4 GHz [12].

Sistem yang dikembangkan memerlukan mudul ESP32 yang berperan sebagi pengelola utama. Modul ini menerima sinyal analog audio Doppler dari *probe* fetal doppler melalui rangkaian analog, kemudian mengonversinya menjadi sinyal digital melalui ADC beresolusi tinggi, sebelum mengemasnya dalam bentuk paket data. Paket data inilah yang kemudian dikirimkan ke modul nRF24L01 untuk dipancarkan secara nirkabel. Keunggulan ESP32 adalah kapasitas prosesnya yang tinggi, kemampuan ADC yang stabil, serta dukungan komunikasi digital yang kompatibel dengan transceiver nirkabel, sehingga proses sampling, pengemasan, hingga pengiriman data dapat dilakukan dengan cepat dan efisien [13].

Selain itu, ESP32 juga memungkinkan pengolahan lanjutan seperti perhitungan FHR, filtering dasar, hingga pengiriman nilai *beats per minute* BPM [14]. Kombinasi ESP32 dan nRF24L01 memberikan solusi yang ringkas, hemat daya, dan cukup andal untuk sistem pemantauan medis portable yang menuntut kenyamanan pengguna dan fleksibilitas pergerakan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diperlukan untuk merancang dan mengimplementasikan fetal doppler nirkabel yang mampu mengirimkan sinyal ultrasound dari *probe* ke perangkat penerima secara akurat dan stabil. Sistem ini dirancang agar kualitas sinyal tetap terjaga sehingga hasil deteksi denyut jantung janin dapat ditampilkan tanpa gangguan atau keterlambatan. Dengan demikian, perangkat ini diharapkan menjadi alternatif pemantau janin yang lebih nyaman, modern, dan efisien dibandingkan alat konvensional berbasis kabel.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan eksperimen di lingkungan laboroturium. Data yang di peroleh berupa nilai BPM, tingkat kesalahan pembaca (*error*) dibanding alat referensi, jarak jangkau komunikasi nirkabel, serta keberhasilan pengiriman.

A. Perangkat Penelitian

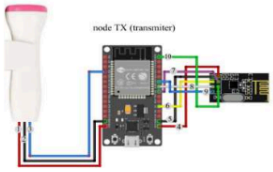


Gambar 1. Fetal doppler konvensional Taff Omicron JLS-T501

Pada probe fetal doppler Taff Omicron yang menggunakan tiga kabel, masing-masing kabel umumnya memiliki peran yang berbeda namun saling melengkapi agar proses pembacaan detak jantung janin dapat berjalan stabil. Kabel berwarna merah berfungsi sebagai jalur catu daya (VCC). Melalui kabel ini, unit utama mengirimkan tegangan DC untuk memberi suplai listrik ke rangkaian yang ada di dalam probe. Kabel biru adalah jalur sinyal (SIGNAL). Kabel ini membawa keluaran sinyal dari probe menuju unit utama untuk diproses menjadi informasi yang bisa didengar (audio Doppler) dan ditampilkan sebagai nilai FHR/BPM. Kabel hitam berperan sebagai ground (GND). Kabel ini menjadi titik referensi nol volt sekaligus jalur balik arus dari catu daya. Keberadaan ground sangat penting

karena menjaga kestabilan sistem, membantu mengurangi noise, dan memastikan sinyal yang dikirim tidak mengambang sehingga hasil pembacaan tetap konsisten.

Penelitain ini menggunakan fetal doppler Taff Omicron JLS-T501. Fetal doppler tersebut mampu mengirimkan data FHR (BPM) yang di tampilkan pada layar, dan meghasilkan suara dengan sistem *wireless*. Komponen yang digunakan meliputi modul ESP32 dan nRF24L01 untuk mengolah data dan mentransmisikan data secara nirkabel.



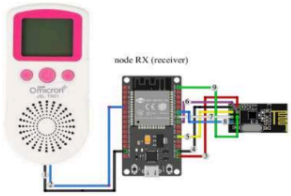
Gambar 2. Prototype fetal doppler wireless modul TX

Tabel 1. Pinout node TX

No	Dari (probe dan ESP32)	Ke (nRF24L01)	Fungsi
1	VCC (+)	VIN / 5V	Catu daya probe
2	GND (−)	GND	Ground probe
3	Sinyal / Audio Out	GPIO34 (ADC)	Input sinyal analog ke ADC
4	VIN / 5V	VCC	Catu daya nRF
5	GND	GND	Ground nRF
6	GPIO4	CE	Enable radio
7	GPIO5	CSN/CS	SPI Chip Select
8	GPIO18	SCK	SPI Clock
9	GPIO23	MOSI	SPI MOSI
10	GPIO19	MISO	SPI MISO

Rangkaian node TX (*transmitter*) ditujukan gambar 2, probe fetal doppler dihubungkan ke ESP32 melalui tiga jalur utama. Kabel nomor (1) berfungsi sebagai suplai tegangan (VCC) dari ESP32, sehingga jalurnya ditarik ke pin VIN/5V pada board ESP32. Kabel nomor (2) adalah ground (GND) sebagai referensi tegangan dan jalur balik arus, sehingga dihubungkan ke pin GND ESP32. Selanjutnya kabel nomor (3) merupakan keluaran sinyal (audio/analog) dari probe, yang masuk ke ESP32 melalui pin GPIO34 sebagai input ADC, sesuai konfigurasi program PIN_PROBE_ADC = 34 untuk membaca sinyal analog dari probe.

Setelah sinyal dibaca oleh ESP32, data sampel dikirim secara nirkabel menggunakan modul nRF24L01 melalui jalur SPI dan kontrol. Pada gambar, suplai daya untuk modul radio ditunjukkan dengan nomor (4) sebagai jalur VCC yang diambil dari VIN/5V ESP32 menuju pin VCC nRF24L01, sedangkan nomor (5) adalah GND yang menghubungkan ground ESP32 ke ground nRF24L01. Untuk kontrol modul radio, nomor (6) menghubungkan GPIO4 ESP32 ke pin CE nRF24L01 (sesuai PIN_CE = 4), dan nomor (7) menghubungkan GPIO5 ESP32 ke pin CSN nRF24L01 (sesuai PIN_CSN = 5). Komunikasi data SPI ditunjukkan oleh tiga jalur berikut: nomor (8) adalah jalur SCK dari GPIO18 ESP32 ke pin SCK nRF24L01, nomor (9) adalah jalur MOSI dari GPIO23 ESP32 ke pin MOSI nRF24L01, dan nomor (10) adalah jalur MISO dari GPIO19 ESP32 ke pin MISO nRF24L01. Dengan konfigurasi ini, ESP32 berperan sebagai pengambil sampel sinyal analog probe, mengubahnya menjadi data digital, lalu mengirimkan paket data tersebut ke penerima melalui nRF24L01.



Gambar 3. Prototype fetal doppler wireless modul RX

Tabel 2. Pin out node RX

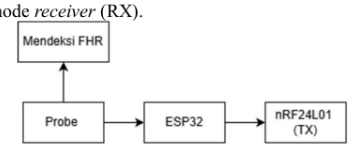
No	Dari (Probe dan ESP32)	Ke (nRF24L01)	Fungsi
1	GND	GND	Referensi ground bersama
2	Jalur input audio	GPIO25	Menerima sinyal audio analog dari DAC ESP32
3	VCC	3V3	Catu daya 3.3V untuk modul nRF24L01
4	GND	GND	Ground modul nRF24L01
5	CE	GPIO4	Enable/transmit–receive control (CE)
6	CSN (CS)	GPIO5	Seleksi chip SPI (CSN)
7	SCK	GPIO18	Clock SPI
8	MOSI	GPIO23	Data SPI dari ESP32 ke nRF24L01
9	MISO	GPIO19	Data SPI dari nRF24L01 ke ESP32

Rangkaian node RX (*receiver*) ditujuan pada gambar 2, rangkaian dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu jalur audio ke unit penerima (JSL-T501) dan jalur komunikasi nirkabel nRF24L01 ke ESP32. Terdapat dua kabel yang menghubungkan ESP32 dengan unit penerima. Kabel nomor (1) adalah ground (GND) yang disambungkan ke pin GND ESP32. Ground ini wajib disatukan agar referensi tegangan antara ESP32 dan unit penerima sama . Selanjutnya kabel nomor (2) adalah jalur sinyal audio yang berasal dari keluaran DAC ESP32, yaitu GPIO25 (DAC1). Pada kode, pin ini didefinisikan sebagai PIN_DAC_OUT = 25, sehingga ESP32 akan mengeluarkan sinyal analog (hasil rekonstruksi sampel audio) melalui GPIO25, lalu sinyal tersebut masuk ke jalur audio pada unit penerima sehingga dapat diproses dan terdengar melalui speaker perangkat.

Kedua, untuk jalur nirkabel, modul nRF24L01 dihubungkan ke ESP32 menggunakan suplai daya dan antarmuka SPI. Kabel nomor (3) menghubungkan VCC nRF24L01 ke pin 3V3 ESP32 sebagai sumber daya 3.3V. Kabel nomor (4) menghubungkan GND nRF24L01 ke GND ESP32. Kemudian jalur kontrol radio dihubungkan melalui dua pin: kabel nomor (5) menghubungkan pin CE nRF24L01 ke GPIO4 ESP32 (sesuai PIN_CE = 4), sedangkan kabel nomor (6) menghubungkan pin CSN nRF24L01 ke GPIO5 ESP32 (sesuai PIN_CSN = 5). Setelah itu, komunikasi data SPI dilakukan melalui tiga jalur utama: kabel nomor (7) sebagai SCK dari GPIO18 ESP32 ke pin SCK nRF24L01, kabel nomor (8) sebagai MOSI dari GPIO23 ESP32 ke pin MOSI nRF24L01, dan kabel nomor (9) sebagai MISO dari GPIO19 ESP32 ke pin MISO nRF24L01.

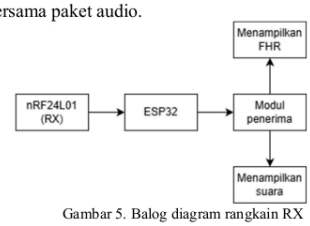
B. Setup Eksperimen

Implementasi sistem dibagi menjadi dua node, yaitu node *transmiter* (TX) pada sisi *probe* dan node *receiver* (RX).



Gambar 4. Blog diagram rangkain transmiter

Pada node TX ditunjukan pada gambar 4, sinyal audio doppler analog dari detak jantung janin yang sebelumnya diteruskan melalui kabel dari *probe*, kemudian dikondisikan agar sesuai dengan rentang masukan ADC ESP32. Sinyal digital dari sampling audio dikemas kedalam paket data untuk dikirim menggunakan nRF24L01. Selain audio, TX juga menghasilkan nilai FHR yang di turunkan dari karakteristik sinyal audio doppler, dan dikirim secara real time bersama paket audio.



Gambar 5. Balog diagram rangkain RX

Pada node RX ditunukan pada gambar 5. nRF24L01 menerima paket data dari TX, kemudian data audio direkontruksi menjadi sinyal analog melalui DAC ESP32. Sinyal ini akan dikeluarkan ke perangkat audio (*speaker*) berupa bunyi doppler. Nilai FHR yang diterima lalu ditampilkan pada display sebagai informasi BPM. Pengukuran dilakukan terhadap pembacaan besaran FHR dan keakutan data berdasarkan variasi jarak pengukuran terhadap nilai standar dari alat simulator.

III. HASI DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, sistem kabel konvensional pada fetal doppler Taff Omicron JLS-T501 digantikan dengan tarsmisi nirkabel menggunakan kombinasi mikrokontroler ESP32 dan modul komunikasi nRF24L01.

A. Uji simulator fetal doppler

Pengujian kinerja alat fetal doppler sistem wireless dapat ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Uji prototype dengan simulator fetal doppler

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil bahwa sistem wireless dapat bekerja dengan baik. Dimana sistem TX mampu mentransmisikan data dan dapat diterima sistem RX. Hasil pengamatan terhadap kinerja alat dalam berbagai variasi jarak dan nilai sta

Sndar BPM simulator fetal doppler yang sudah terkalibrasi di BPFK surakarta (No order: 25.128/UP.005) dapat ditunjukkan pada gambar 5.

Tabel 3. Hasil pengukuran Fetal Doppler terhadap perubahan jarak dan setpoint

Jarak TX ke RX (CM)	Shetpoint pada simulator (BPM)					
	60	90	120	150	180	240
20	59	89	119	148	179	238
40	59	89	119	148	179	238
60	59	89	119	148	179	238
80	59	89	119	148	179	238
100	59	89	119	148	179	238
120	59	89	119	148	179	238
140	59	89	119	148	179	238
160	59	89	119	148	179	238
180	59	89	119	148	179	238
200	59	89	119	148	179	238

Tabel 3. memperlihatkan hasil pembacaan BPM fetal doppler pada jarak pengukuran 20 – 200 cm untuk enam setpoint BPM Simulator (60, 90, 120, 150, 180, dan 240). Secara umum, nilai yang terbaca cukup stabil di seluruh jarak dan hanya berbeda sedikit dari setpoint. Pada setpoint rendah (60 BPM), pembacaan cenderung tetap di 59 BPM. Pada setpoint menengah (90–150 BPM), perubahan nilai relatif kecil, umumnya hanya selisih 1–2 BPM (misalnya 89–90; 118–119; 148–149). Pada setpoint tinggi (180 dan 240 BPM), terlihat kecenderungan nilai yang terbaca sedikit menurun ketika jarak makin jauh (misalnya 179 menjadi 177, dan 239 menjadi 237). Temuan ini menunjukkan bahwa pengaruh jarak terhadap akurasi mulai lebih terasa pada BPM yang lebih tinggi, meskipun deviasinya masih tergolong kecil.

Nilai keakuratan data antara pembacaan fetel doppler model wireless dengan alat uji simulator dapat ditunjukkan pada Tabel 4. Rata-rata error pengukuran terhadap simulator berada pada kisaran 1-2% untuk rentang jarak dari 20 – 200 cm.

Tabel 4. Hasil uji dengan simuator

Jarak Pemantauan (cm)	**Rata-rata error (%)**
20	0.95
40	1.03
60	1.09
80	1.26
100	1.33
120	1.33
140	1.47
160	1.47
180	1.47
200	1.66

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai BPM yang diseting pada simulator (nilai referensi) terhadap nilai BPM yang dibaca dan ditampilkan oleh perangkat fetal doppler wireless. Berdasarkan data pada tabel 4, diperoleh rata-rata error dengan nilai 1-2%, sehingga selisih pembacaan alat terhadap nilai referensi relatif kecil dan berada pada rentang kesalahan yang rendah. Dengan demikian fetal doppler wireless mampu meghasilkan pembacaan BPM yang stabil dan konsisten pada beberapa variasi nilai uji, sehingga performanya memadahi untuk menampilkan informasi FHR (BPM).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem transmisi data nirkabel pada fetal doppler Taff Omicron JLS-T501 menggunakan modul ESP32 dan nRF24L01 bekerja dengan baik dan menghasilkan tingkat kesalahan yang sangat kecil. Pengujian dilakukan menggunakan simulator fetal doppler, dengan pengukuran kinerja modul *transmiter* dan *receiver* pada variasi jarak 20 cm hingga 200 cm. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan kualitas sinyal secara bertahap seiring bertambahnya jarak, namun sinyal masih dapat diterima dengan baik dan informasi detak jantung janin tetap terbaca dengan akurat. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan konektivitas transmisi data nirkabel secara andal dalam rentang jarak yang diuji.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur yang mendalam kepada pembimbimbing, pengajar, serta semua pihak di program studi Teknologi Rekayasa Elektromedis D4 Univeritas Muhammadiyah Purwoketo yang telah memberikan bimbingan dan dukungannya. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua, kelurga, dan teman-teman atas doa-doa dan dorongan yang terus menerus.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] V. Nuryati, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Penghitung Detak Jantung dengan Asas Doppler," pp. 1–87, 2010.

[2] M. W. Siagian, P. Studi, T. Elektro, and U. Panca, "PERACANGAN SISTEM RANGKAIAN DETEKTOR MINI DOPPLER UNTUK CONTROL DETAK JANTUNG MANUSIA," vol. 1, no. 4, pp. 103–108, 2023.

[3] R. Mulyadi *et al.*, "Rancang Bangun Alat Fetal Doppler Berbasis IoT Institut Kesehatan Dan Teknologi Al Insyirah Pekanbaru , Indonesia didalam perutrnya selalu dalam keadaan 4 sehat dan normal . Dan tidak merasakan rasa cemas," vol. 4, 2025.

[4] S. Syarif, "Pemanfaatan Teknologi Tentang Menghitung Denyut Jantung Janin Di Desa Tanakaraeng Kabupaten Gowa," *J. Pelayanan dan Pengabdi. Masy. Indones.*, vol. 2, no. 3, pp. 186–194, 2022.

[5] K. et al 2023, "No Title 済無 No Title No Title No Title," vol. 32, no. 3, pp. 167–186, 2021.

[6] M. Minarti and R. Risnawati, "Posisi Ibu Hamil Memengaruhi Akurasi Pengukuran Kesejahteraan Janin," *J. Bidan Cerdas*, vol. 2, no. 3, pp. 170–176, 2020, doi: 10.33860/jbc.v2i3.93.

[7] H. S. Gisella, P. Cahya Nugraha, and M. Ridha Mak'ruf, "Pemantauan Tanda Vital Suhu dan BPM pada Bayi Secara Wireless," *J. Teknokes*, vol. 14, no. 1, pp. 14–19, 2021, doi: 10.35882/teknokes.v14i1.3.

[8] M. S. Corida, A. I. Pawelloi, and M. Zainal, "Perancangan Prototipe Sistem Pemanggil Perawat Nirkabel menggunakan Keypad dan Transceiver NRF24L01," *J. Mosfet*, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, 2024, doi: 10.31850/jmosfet.v4i1.3119.

[9] R. D. Muharram, M. Wildan, and Irvan, "Rancangan Aplikasi Komunikasi Ground to Ground Menggunakan Client Voice Over Internet Protocol (VOIP)," *J. Multidisiplin Saintek*, vol. 2, no. 7, pp. 56–67, 2024.

[10] T. D. Astuti, "1 , 1 , 1 1," *J. Ilmu Kesehat. Dharmas Indones.*, vol. 11, no. 4, pp. 275–285, 2025.

[11] A. Purwanto, R. Ratiandi Yacoub, and N. Tjahjamooniarsih, "Implementasi Node Bridge Untuk Meningkatkan Komunikasi Multi-Node Modul NRF24L01 Pada NLOS," *JiTEKH*, vol. 12, no. 1, pp. 8–15, 2024, doi: 10.35447/jitekh.v12i1.896.

[12] A. Septiano W and T. Ghozali, "Nrf 24L01 Sebagai Pemancar/Penerima Untuk Wireless Sensor Network," *J. TEKNO*, vol. 17, no. 1, pp. 26–34, 2022, [Online]. Available: https://journal.binadarma.ac.id/index.php/jurnalteknо/article/view/856/493

[13] K. N. Adi Wiranata, N. Indra ER, and G. Sukadarmika, "Rancang Bangun Purwarupa Sistem Komunikasi Antar Kendaraan Menggunakan Nrf24L01 Mode Simplex," *J. SPEKTRUM*, vol. 11, no. 1, p. 238, 2024, doi: 10.24843/spektrum.2024.v11.i01.p27.

[14] S. Ramadhan, F. Bina, and W. A. Prasetyanto, "Integrasi Perangkat Fetal Doppler Dan Aplikasi Berbasis Iot Untuk Pemantauan Kesehatan Janin: Studi Pengembangan Dan Uji Kinerja," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 606, 2025, doi: 10.26798/jiko.v9i3.2148.

PENGEMBANGAN SIMULATOR FETAL BERBASIS KONTROL SUARA UNTUK PENGUJIAN ALAT FETAL DOPPLER

ORIGINALITY REPORT

12%	12%	5%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hostjournals.com Internet Source	2%
2	ejournal.akakom.ac.id Internet Source	1%
3	teknokes.poltekkesdepkes-sby.ac.id Internet Source	1%
4	ojs.unud.ac.id Internet Source	1%
5	ee.untan.ac.id Internet Source	1%
6	e-journal.unipma.ac.id Internet Source	1%
7	core.ac.uk Internet Source	1%
8	jurnal-tmit.com Internet Source	1%
9	repository.upi.edu Internet Source	<1%
10	jurnal.umpar.ac.id Internet Source	<1%
11	media.neliti.com Internet Source	<1%
12	Setyawan Ajie Sukarno. "RANCANG BANGUN ALAT PENCEGAH PERPENCARAN	<1%

	ROMBONGAN WISATA BERBASIS MIKROKONTROLER", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024 Publication	
13	docplayer.info Internet Source	<1 %
14	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
15	journal.unimar-amni.ac.id Internet Source	<1 %
16	Hamidah Hamidah, Okkita rizan. "The Influence of Social Media on Student Learning Behavior and Its Effects on Academic Achievement", Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer), 2025 Publication	<1 %
17	ccsjzx.com Internet Source	<1 %
18	repo.akmet.ac.id Internet Source	<1 %
19	Syukur Safrudin, Ojak Abdul Rozak, Muhammad Zulfiqar Ramadhan Nurhadi. "PEMANFAATAN PANEL SURYA OFF-GRID 100 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI SISTEM PENDETEKSI DAN PENANGGULANGAN BANJIR", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Publication	<1 %
20	nanopdf.com Internet Source	<1 %
21	es.scribd.com Internet Source	<1 %
22	jurnal.ikta.ac.id Internet Source	

<1%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		