

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 43-53

**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**

Zulfi Chumaidi¹, Dwi Hastuti², Wildan Surya Wijaya^{3*}
Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal XII, Surabaya, Jawa Timur
email: zchumaidi@gmail.com , dwi.hastuti@unipasby.ac.id,
wildansurya@unipasby.ac.id^{3*}

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan stetoskop digital guna meningkatkan akurasi diagnostik pada auskultasi jantung. Stetoskop konvensional memiliki keterbatasan dalam sensitivitas suara, kemampuan reduksi noise, serta tidak mendukung perekaman dan analisis data secara digital, sehingga berpotensi menurunkan kualitas diagnosis. Oleh karena itu, pengembangan stetoskop digital berbasis sensor akustik, penguat sinyal, konversi analog-ke-digital (ADC), dan mikrokontroler menjadi solusi yang menjanjikan. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan pengujian kinerja alat dengan membandingkan hasil pengukuran denyut jantung terhadap standar pemeriksaan ECG 12 lead. Pengujian dilakukan pada lima responden laki-laki dengan rentang usia 26–46 tahun, serta melibatkan tiga tenaga medis sebagai penguji. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada responden pertama diperoleh nilai 85–90 bpm dibandingkan ECG 90–91 bpm, responden kedua 77–80 bpm dibandingkan 79–81 bpm, responden ketiga 80–85 bpm dibandingkan 81–85 bpm, responden keempat 90–94 bpm dibandingkan 90–92 bpm, dan responden kelima 101–112 bpm dibandingkan 100–105 bpm. Secara keseluruhan, selisih pengukuran berada pada rentang 1–7 bpm dengan rata-rata deviasi yang rendah, menunjukkan tingkat akurasi yang baik dan konsistensi antar penguji. Selain itu, stetoskop digital mampu meningkatkan kualitas sinyal melalui fitur penguatan dan penyaringan noise, sehingga memudahkan identifikasi suara jantung.

Kata kunci: Stetoskop digital, Pengolahan sinyal, Denyut jantung, ECG 12 lead

ABSTRACT

This study aims to design and implement a digital stethoscope to improve diagnostic accuracy in cardiac auscultation. Conventional stethoscopes have limitations in sound sensitivity, noise reduction capabilities, and do not support digital data recording and analysis, thus potentially lowering the quality of diagnosis. Therefore, the development of digital stethoscopes based on acoustic sensors, signal boosters, analog-to-digital (ADC) conversion, and microcontrollers is a promising solution. The research method included hardware design and device performance testing by comparing the results of heart rate measurements to the standard 12-lead ECG examination. The test was carried out on five male respondents with an age range of 26–46 years, and involved three medical personnel as examiners. The measurement results showed that the first respondent obtained a value of 85–90 bpm compared to ECG of 90–91 bpm, the second respondent 77–80 bpm compared to 79–81 bpm, the third respondent 80–85 bpm compared to 81–85 bpm, the fourth respondent 90–94 bpm compared to 90–92 bpm, and the fifth respondent 101–112 bpm compared to 100–105 bpm. Overall, the measurement difference was in the range of 1–7 bpm with a low average deviation, indicating a good level of accuracy and consistency between testers. In addition, digital stethoscopes are able to improve signal quality through noise amplification and filtering features, making it easier to identify heart sounds.

Keywords: Digital stethoscope, Signal processing, Heart rate, 12-lead ECG

PENDAHULUAN

Stetoskop merupakan salah satu instrumen diagnostik yang memiliki peranan sangat penting dan tidak tergantikan dalam dunia kedokteran modern. Alat ini digunakan secara luas untuk melakukan proses auskultasi, yaitu mendengarkan suara internal tubuh, khususnya pada organ vital seperti jantung, paru-paru, dan saluran gastrointestinal. Sejak pertama kali diperkenalkan oleh René Laennec pada tahun 1816, stetoskop telah mengalami berbagai perkembangan, baik dari segi desain maupun material [1]. Meskipun demikian, hingga saat

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

ini stetoskop tetap menjadi simbol profesionalisme tenaga medis sekaligus alat utama dalam pemeriksaan fisik klinis yang bersifat non-invasif, cepat, dan relatif mudah digunakan.

Namun demikian, sebagian besar stetoskop yang digunakan dalam praktik klinis saat ini masih berbasis akustik konvensional. Stetoskop jenis ini bekerja dengan prinsip transmisi suara secara mekanik dari bagian chestpiece menuju telinga pengguna melalui tabung udara. Meskipun sederhana dan tidak memerlukan sumber daya listrik, stetoskop konvensional memiliki sejumlah keterbatasan yang cukup signifikan. Beberapa di antaranya adalah rendahnya sensitivitas terhadap suara dengan intensitas kecil atau frekuensi tertentu, keterbatasan dalam meminimalkan gangguan suara dari lingkungan sekitar (noise), serta ketergantungan yang tinggi terhadap kemampuan pendengaran dan pengalaman subjektif tenaga medis dalam melakukan interpretasi suara. Dalam praktik klinis sehari-hari, keterbatasan tersebut dapat berdampak langsung terhadap kualitas dan akurasi diagnosis yang dihasilkan [2]. Sebagai contoh, suara murmur jantung dengan intensitas rendah atau karakteristik tertentu sering kali sulit terdeteksi, terutama dalam kondisi lingkungan yang tidak ideal, seperti ruang perawatan yang bising atau penuh aktivitas. Selain itu, variasi kemampuan pendengaran antar tenaga medis juga dapat menyebabkan perbedaan interpretasi terhadap suara auskultasi yang sama. Hal ini berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan dalam diagnosis serta meningkatkan risiko kesalahan klinis. Lebih lanjut, stetoskop konvensional tidak memiliki kemampuan untuk merekam suara secara real-time, sehingga tidak dapat digunakan untuk keperluan dokumentasi medis yang sistematis, pemantauan kondisi pasien secara longitudinal, maupun sebagai bahan pembelajaran dan evaluasi dalam pendidikan kedokteran [3].

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital dan sistem elektronika, muncul peluang besar untuk mengatasi berbagai keterbatasan tersebut melalui pengembangan stetoskop digital. Stetoskop digital merupakan inovasi yang mengintegrasikan teknologi sensor, pengolahan sinyal, dan sistem komputasi untuk meningkatkan kualitas hasil auskultasi. Perangkat ini umumnya memanfaatkan sensor piezoelektrik atau mikrofon elektromagnetik untuk menangkap getaran suara dari tubuh pasien, yang kemudian diperkuat menggunakan rangkaian penguat sinyal analog (analog amplifier) [4]. Selanjutnya, sinyal tersebut dikonversi dari bentuk analog ke digital menggunakan Analog-to-Digital Converter (ADC), sehingga dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler atau sistem komputasi lainnya. Dengan adanya proses digitalisasi, stetoskop digital memiliki kemampuan yang jauh lebih unggul dibandingkan stetoskop konvensional. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuan untuk merekam dan memvisualisasikan sinyal suara dalam bentuk gelombang, seperti phonocardiogram, yang memungkinkan analisis lebih objektif dan terukur. Selain itu, teknologi ini juga memungkinkan penerapan berbagai metode pemrosesan sinyal digital (Digital Signal Processing/DSP), seperti penggunaan bandpass filter untuk memisahkan rentang frekuensi tertentu, serta adaptive filtering untuk mengurangi noise lingkungan secara dinamis. Dengan demikian, kualitas sinyal yang dihasilkan menjadi lebih jernih dan informatif, sehingga memudahkan tenaga medis dalam melakukan interpretasi [5].

Tidak hanya itu, stetoskop digital juga membuka peluang integrasi dengan teknologi informasi dan komunikasi dalam bidang kesehatan, seperti konsep e-health dan telemedicine. Melalui konektivitas jaringan, data hasil auskultasi dapat dikirim secara real-time kepada tenaga medis lain yang berada di lokasi berbeda untuk keperluan konsultasi atau second opinion [6]. Hal ini menjadi sangat relevan dalam meningkatkan akses layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan tenaga medis spesialis. Selain itu, data yang terekam juga dapat disimpan dalam basis data untuk keperluan rekam medis elektronik (Electronic Health Record/EHR), sehingga memudahkan proses pemantauan kondisi pasien secara berkelanjutan. Lebih lanjut, data digital yang dihasilkan oleh stetoskop digital memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan, khususnya machine learning [7]. Dengan dataset yang cukup besar, sistem dapat dilatih untuk mengenali pola-pola tertentu pada suara jantung atau paru-paru, sehingga mampu membantu dalam deteksi dini berbagai gangguan kesehatan, seperti kelainan katup jantung, aritmia, maupun penyakit paru obstruktif. Hal ini menunjukkan bahwa stetoskop digital tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu diagnostik, tetapi juga sebagai bagian dari sistem cerdas dalam layanan kesehatan modern [8]. Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan stetoskop digital tidak hanya merupakan bentuk inovasi teknologi, tetapi juga menjadi suatu kebutuhan strategis dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Dengan kemampuan sensitivitas yang lebih

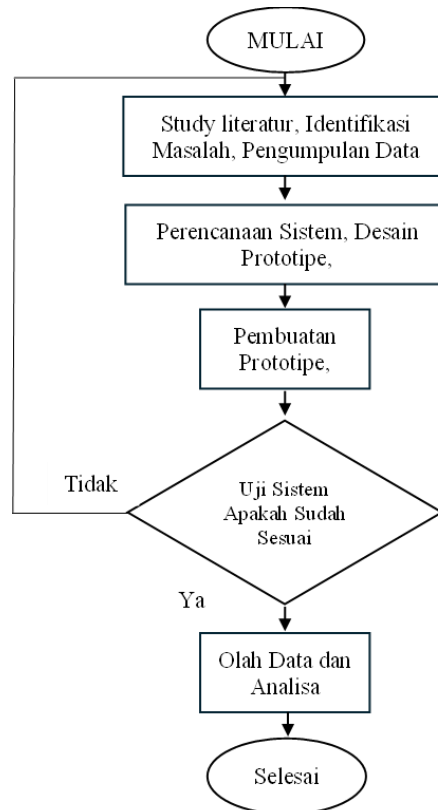
Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

tinggi, fitur filtrasi noise yang lebih efektif, serta dukungan integrasi data digital, perangkat ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi diagnosis, efisiensi kerja tenaga medis, serta kualitas pelayanan kepada pasien secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem stetoskop digital yang memiliki performa optimal, baik dari segi sensitivitas sensor, kualitas pemrosesan sinyal, maupun kemampuan integrasi data. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan suatu perangkat yang tidak hanya memenuhi kebutuhan klinis saat ini, tetapi juga mampu mendukung perkembangan teknologi kesehatan di masa depan [9].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai proses pengembangan alat stetoskop digital dalam meningkatkan akurasi diagnostik auskultasi jantung. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Premier Surabaya sebagai lokasi utama pengujian dan pengambilan data. Pendekatan yang digunakan adalah metode eksperimental dengan dukungan analisis deskriptif untuk mengevaluasi performa sistem yang dirancang [10]. Pada tahap awal, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem yang meliputi analisis permasalahan pada stetoskop konvensional, khususnya terkait keterbatasan dalam mendeteksi suara jantung secara akurat. Tahap ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi alat yang akan dikembangkan agar mampu memberikan peningkatan kualitas dalam proses auskultasi [11]. Selain itu, dilakukan juga pengumpulan informasi awal melalui observasi dan diskusi dengan tenaga medis. Selanjutnya, penelitian ini juga melibatkan kajian literatur yang mendalam untuk memperkuat dasar teori yang digunakan. Sumber yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, serta publikasi terkait teknologi pengolahan sinyal dan perangkat medis. Kajian ini penting untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang memiliki landasan ilmiah yang kuat dan sesuai dengan perkembangan teknologi terkini [12]. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan dilakukan secara terstruktur dengan mempertimbangkan integrasi antar komponen, seperti sensor suara, penguat sinyal, dan unit pemrosesan data. Selain itu, dirancang pula algoritma pengolahan sinyal untuk meningkatkan kualitas suara hasil auskultasi agar lebih jelas dan mudah dianalisis. Setelah proses perancangan selesai, dilakukan implementasi sistem dalam bentuk prototipe yang siap diuji.

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

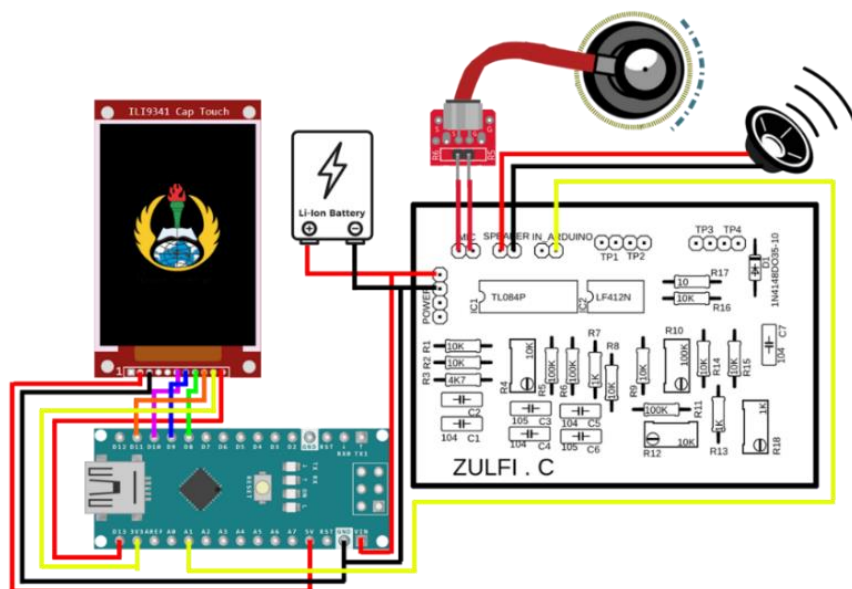


Gambar 1 Diagram Blok Perencanaan Sistem

Pada Gambar 1 ditunjukkan alur metodologi penelitian yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem stetoskop digital. Penelitian diawali dengan tahap studi literatur, yaitu kegiatan untuk mendalami teori dan konsep melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan referensi ilmiah yang relevan.

Hasil dari tahap ini kemudian digunakan pada proses perancangan sistem, yaitu mendesain alat berdasarkan data yang telah diperoleh, meliputi penentuan komponen, perancangan rangkaian, serta alur kerja sistem. Selanjutnya dilakukan tahap pembuatan alat dengan cara merakit dan mengintegrasikan seluruh komponen menjadi sebuah sistem stetoskop digital yang utuh. Setelah itu, alat yang telah dibuat akan melalui tahap pengujian untuk mengetahui kinerja sistem serta mendeteksi kemungkinan adanya kesalahan atau kekurangan. Tahap terakhir adalah pengambilan data, yaitu proses pengumpulan informasi dari hasil pengujian yang kemudian digunakan untuk analisis dalam mengevaluasi performa dan keberhasilan sistem yang telah dirancang.

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI JANTUNG
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53



Gambar 2 Rancangan Alat

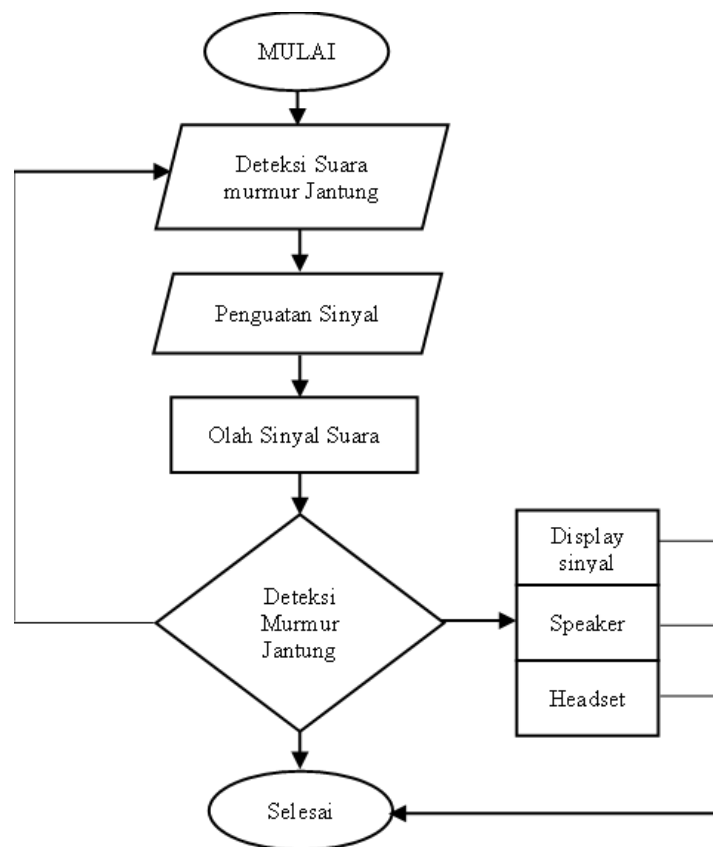
Pada Gambar 2 ditunjukkan diagram blok sistem alat yang akan dikembangkan dalam penelitian ini, yang menggambarkan alur kerja perangkat secara menyeluruh dari proses akuisisi sinyal hingga penyajian output. Sistem diawali dari membran stetoskop yang berfungsi sebagai komponen utama dalam menangkap gelombang suara yang berasal dari aktivitas organ tubuh, seperti denyut jantung atau suara pernapasan. Membran ini memiliki sensitivitas tinggi terhadap getaran mekanik, sehingga mampu merespons perubahan tekanan suara dengan baik. Gelombang suara yang telah ditangkap oleh membran kemudian diteruskan ke sensor microphone condenser. Sensor ini berperan penting dalam mengubah energi akustik (gelombang suara) menjadi sinyal listrik analog. Pemilihan microphone condenser didasarkan pada karakteristiknya yang memiliki sensitivitas tinggi serta kemampuan menangkap frekuensi suara yang lebih luas dibandingkan jenis mikrofon lainnya, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi medis seperti auskultasi.

Selanjutnya, sinyal listrik yang dihasilkan oleh sensor masih memiliki amplitudo yang relatif kecil dan rentan terhadap noise atau gangguan. Oleh karena itu, sinyal tersebut diperkuat menggunakan modul penguat sinyal (amplifier). Modul ini berfungsi untuk meningkatkan amplitudo sinyal tanpa mengubah karakteristik utama dari sinyal tersebut, sehingga informasi yang terkandung di dalamnya tetap terjaga. Proses penguatan ini juga membantu dalam meningkatkan rasio signal-to-noise (SNR), sehingga sinyal menjadi lebih jelas dan lebih mudah untuk diproses pada tahap berikutnya. Keluaran dari modul penguat sinyal kemudian dibagi menjadi dua jalur utama. Jalur pertama adalah jalur audio langsung yang diteruskan ke speaker. Pada jalur ini, sinyal yang telah diperkuat akan diubah kembali menjadi gelombang suara oleh speaker, sehingga pengguna dapat mendengarkan hasil auskultasi secara real-time. Fitur ini sangat penting untuk mempertahankan fungsi dasar stetoskop sebagai alat diagnostik yang memberikan umpan balik suara secara langsung kepada pengguna.

Sementara itu, jalur kedua adalah jalur pemrosesan data yang mengarah ke mikrokontroler Arduino Nano. Pada tahap ini, sinyal analog dari amplifier akan dibaca oleh analog-to-digital converter (ADC) yang terdapat pada Arduino Nano, sehingga dapat diubah menjadi data digital. Data digital tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma tertentu, seperti filtering untuk mengurangi noise, ekstraksi fitur sinyal, hingga analisis pola suara sesuai kebutuhan penelitian. Proses ini memungkinkan sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat dengar, tetapi juga sebagai alat bantu analisis diagnostik yang lebih canggih. Setelah proses pengolahan selesai, hasil data akan dikirimkan ke layar TFT sebagai media tampilan visual. Pada layar ini, informasi dapat disajikan dalam berbagai bentuk, seperti grafik gelombang sinyal (waveform), nilai frekuensi, maupun parameter lain yang relevan. Dengan adanya tampilan visual ini, pengguna dapat

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kondisi sinyal yang dihasilkan, sehingga mendukung proses interpretasi hasil auskultasi. Secara keseluruhan, sistem yang dirancang dalam penelitian ini mengintegrasikan fungsi akuisisi sinyal, penguatan, pemrosesan, hingga visualisasi dalam satu kesatuan perangkat stetoskop digital. Dengan demikian, alat ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas pemeriksaan medis, baik dari segi kejelasan suara maupun kemampuan analisis data, dibandingkan dengan stetoskop konvensional. Cara kerja alat secara lebih rinci dapat dilihat pada gambar 3 berikutnya yang menggambarkan alur proses sistem secara terstruktur.



Gambar 3 Flowchart cara kerja alat

merupakan *flow chart* atau diagram alir dari alat yang akan dibuat di penelitian ini, dimulai dari *Chestpiece Stethoscope* (Membran Stetoskop) mendeteksi atau menangkap suara dari murmur jantung yang ada di bagian dada, kemudian hasil sadapan suara pada membran stetoskop di tangkap oleh sensor mic condenser dan dikuatkan *Pre-amplifier* Penguat awal (*Pre-amplifier*) merupakan bagian rangkaian penting untuk proses analog.

Rangkaian ini menggunakan op-amp dan untuk tegangan input pada op-amp ini menggunakan +5 dan -5 VDC. Hasil dari penguatan sinyal suara akan diolah *Arduino nano* dan ditampilkan display sinyal suara pada layar TFT, dan output berupa suara yang akan di keluaran oleh speaker 8 ohm. Desain dapat dilihat pada gambar berikut

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53



Gambar 4 Desain purwarupa alat

Adapun desain produk stetoskop digital ini ditampilkan pada gambar 4 menggunakan *chestpiece* (membran stetoskop asli yang dimodifikasi pada bagian tube ke telinga, dan dirangkai menggunakan komponen elektronik berupa sensor mic dan diolah oleh Arduino nano sebagai tampilan gelombang sinyal. Berikut penjelasan dari bagian alat :

1. **Casing Alat :**
Bertujuan untuk melindungi alat dari debu, air, kotoran dan menjaga keselamatan pengguna, memudahkan penyimpanan dan desain estetika.
2. **Membran Stetoskop :**
Penggunaan membran Stetoskop analog bertujuan untuk menangkap suara organ dalam tubuh, mendengar bunyi jantung normal, bunyi paru-paru, dan bunyi organ lainnya, dari output suara analog ini kemudian akan di konversi menjadi digital.
3. **Sensor MIC :**
Sensor mic ini digunakan sebagai menangkap sinyal analog dari membran stetoskop dan akan di olah pada sistem elektronik sebagai komponen utama.
4. **Kabel Penghubung :**
Menghubungkan dari sensor dan rangkaian yang ada pada casing.
5. **Display TFT**

Pengujian ialah suatu proses di mana supaya alat yang akan kita buat mampu bekerja sesuai dengan yang kita inginkan dengan baik. Sesuai dengan teori yang ada pada pengujian akan dilakukan sesuai dengan kriteria pada tabel 1 berikut

Tabel 1 Pengujian Deteksi Suara

No	Pengujian	Dewasa	Anak-Anak	Bayi
1.	Jantung	Terdengar	Terdengar	Terdengar
2.	Paru-Paru	Terdengar	Terdengar	Terdengar

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

3.	Lambung/Perut	Terdengar	Terdengar	Terdengar
----	---------------	-----------	-----------	-----------

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran pada percobaan ini di aplikasikan pada pemeriksaan jantung dengan volunteer manusia (1 sumber) dan dibandingkan atau di komparasi dengan alat medis Mesin ECG dengan Merk GE Healthcare Type MAC2000, yang dilaksanakan di sebuah rumah sakit swasta di Surabaya.

Pada pengambilan data sample dilakukan dengan komparasi menggunakan peralatan medis Mesin ECG 12 Lead dengan Merk GE Healthcare dengan Type MAC2000 yang dimana alat ini sudah terkalibrasi “**Laik Pakai**” oleh Badan atau Institusi kalibrasi yang sudah terverifikasi. Sehingga dapat dijadikan referensi hasil yang sesuai dengan diagnosa pada pemeriksaan pasien.



Gambar 5 Uji Coba alat pada Pasien

Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan di beberapa ruangan perawatan dengan melibatkan volunteer serta tenaga medis (dokter) sesuai dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Proses pengambilan data dilakukan secara sistematis dan terencana guna memastikan keakuratan serta validitas hasil yang diperoleh. Selain itu, dokumentasi berupa pengambilan beberapa sampel foto juga dilakukan sebagai bagian dari pendukung data penelitian. Namun demikian, seluruh proses dokumentasi tersebut dilaksanakan dengan sangat memperhatikan aspek etika dan ketentuan hukum yang berlaku.

Dalam hal ini, peneliti berpedoman pada pasal-pasal dalam Undang-Undang yang mengatur bahwa setiap rumah sakit wajib menghormati, menjaga, dan melindungi hak-hak pasien. Hak tersebut mencakup perlindungan terhadap privasi, kerahasiaan kondisi kesehatan, serta data medis pasien yang bersifat sensitif. Oleh karena itu, setiap pengambilan gambar dilakukan dengan persetujuan pihak terkait dan tanpa menampilkan identitas pasien secara langsung. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan penelitian tidak melanggar norma hukum maupun etika, serta tetap menjunjung tinggi prinsip kerahasiaan dan kenyamanan pasien selama proses berlangsung.

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 43-53

Tabel 2 Pengukuran Pada Volunteer

No	Volunteer	Dokter	Test	ECG 12 Lead
1.	Laki-Laki Usia 35 Th, Tinggi 169cm, Berat 71 Kg	dr. M	89 Bpm	91 Bpm
		dr. R	85 Bpm	90 Bpm
		dr.A	90 Bpm	91 Bpm
2.	Laki-Laki Usia 26 Th, Tinggi 170cm, Berat 68 Kg	dr. M	77 Bpm	79 Bpm
		dr. R	80 Bpm	81 Bpm
		dr.A	79 Bpm	81 Bpm
3.	Laki-Laki Usia 30 Th, Tinggi 165cm, Berat 59 Kg	dr. M	82 Bpm	85 Bpm
		dr. R	80 Bpm	81 Bpm
		dr.A	85 Bpm	83 Bpm
4.	Laki-Laki Usia 29 Th, Tinggi 172cm, Berat 73 Kg	dr. M	92 Bpm	91 Bpm
		dr. R	94 Bpm	90 Bpm
		dr.A	90 Bpm	92 Bpm
5.	Laki-Laki Usia 46 Th, Tinggi 168cm, Berat 89 Kg	dr. M	101 Bpm	102 Bpm
		dr. R	105 Bpm	100 Bpm
		dr.A	112 Bpm	105 Bpm

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada lima subjek dengan karakteristik yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi tingkat akurasi antara metode auskultasi menggunakan stetoskop dibandingkan dengan pengukuran menggunakan ECG sebagai standar referensi. Pada Subjek 1 (laki-laki, 35 tahun, BMI normal), terlihat adanya kecenderungan undercounting, di mana hasil pengukuran denyut jantung menggunakan stetoskop cenderung lebih rendah dibandingkan ECG. Sebagai contoh, pada pengukuran oleh dr. R diperoleh nilai 85 BPM melalui stetoskop, sementara ECG menunjukkan 90 BPM. Selisih absolut rata-rata yang berada pada rentang 1–5 BPM mengindikasikan bahwa keterlambatan respon manusia (human latency) dalam menghitung detak secara manual melalui pendengaran menjadi salah satu faktor utama penyebab deviasi ini, terutama ketika ritme jantung relatif stabil namun membutuhkan ketelitian tinggi dalam penghitungan.

Pada Subjek 2 (laki-laki, 26 tahun), yang merepresentasikan kelompok usia muda dengan kondisi fisiologis optimal, diperoleh tingkat kesesuaian yang sangat tinggi antara hasil stetoskop dan ECG. Misalnya, hasil pengukuran oleh dr. R menunjukkan 80 BPM pada stetoskop dan 81 BPM pada ECG, dengan selisih hanya 1 BPM. Deviasi yang sangat kecil ini, bahkan di bawah 2%, menunjukkan bahwa pada kondisi jantung yang stabil dan ritme yang teratur, metode auskultasi masih memiliki presisi yang sangat baik dan dapat mendekati akurasi alat berbasis sinyal listrik seperti ECG. Hal ini memperkuat bahwa stetoskop tetap relevan sebagai alat diagnostik awal, terutama dalam kondisi klinis yang tidak kompleks.

Pada Subjek 3 (laki-laki, 30 tahun, berat badan ringan), ditemukan pola variasi pembacaan yang bersifat bidirectional, yaitu hasil stetoskop terkadang lebih rendah dan pada kesempatan lain lebih tinggi dibandingkan ECG. Sebagai contoh, pada pengukuran oleh dr. A, stetoskop mencatat 85 BPM sedangkan ECG menunjukkan 83 BPM. Meskipun terdapat fluktuasi, selisih yang terjadi masih berada dalam batas toleransi klinis yang wajar, yaitu sekitar ± 2 –3 BPM. Fenomena ini menunjukkan bahwa variabilitas pembacaan dapat dipengaruhi oleh faktor subjektivitas pemeriksa, kondisi lingkungan saat pengukuran, serta sensitivitas alat terhadap suara jantung yang mungkin memiliki intensitas berbeda pada tiap individu.

Pada Subjek 4 (laki-laki, 29 tahun), teridentifikasi adanya kecenderungan overcounting pada beberapa pemeriksa, khususnya dr. M dan dr. R. Sebagai ilustrasi, hasil pengukuran oleh dr. R menunjukkan nilai 94 BPM menggunakan stetoskop, sedangkan ECG mencatat 90 BPM. Deviasi ini kemungkinan disebabkan oleh adanya noise atau artefak suara selama proses auskultasi, yang dapat berasal dari pergerakan pasien, gesekan alat, maupun suara tambahan dari jantung seperti bunyi S3 atau S4 fisiologis. Bunyi tambahan tersebut berpotensi disalahartikan sebagai detak jantung utama, sehingga meningkatkan jumlah hitungan secara tidak akurat, sementara ECG hanya merekam aktivitas listrik yang direpresentasikan sebagai kompleks QRS.

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**

Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

Sementara itu, pada Subjek 5 (laki-laki, 46 tahun, berat badan 89 kg) yang memiliki nilai heart rate tertinggi (lebih dari 100 BPM), ditemukan deviasi terbesar di antara seluruh subjek. Contohnya, pada pengukuran oleh dr. A, stetoskop menunjukkan 112 BPM, sedangkan ECG mencatat 105 BPM, dengan selisih mencapai 7 BPM. Secara klinis, kondisi ini dapat dijelaskan oleh peningkatan frekuensi denyut jantung (takikardia) yang menyebabkan interval antar detak menjadi lebih pendek. Hal ini menyulitkan pemeriksa dalam melakukan perhitungan manual secara akurat karena keterbatasan kemampuan persepsi auditori manusia dalam membedakan detak yang sangat cepat. Akibatnya, risiko kesalahan hitung (human error) menjadi lebih tinggi, baik dalam bentuk overcounting maupun ketidakkonsistenan penghitungan.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa meskipun stetoskop masih memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam kondisi tertentu, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi deviasi hasil, seperti kondisi fisiologis subjek, kecepatan denyut jantung, serta faktor subjektivitas dan keterampilan pemeriksa. ECG tetap menjadi standar emas dalam pengukuran denyut jantung karena kemampuannya dalam merekam sinyal listrik secara objektif dan konsisten, sementara stetoskop lebih rentan terhadap variasi akibat faktor manusia dan lingkungan. Namun demikian, dalam rentang toleransi klinis yang wajar, stetoskop masih dapat digunakan sebagai alat diagnostik yang efektif, terutama dalam situasi pemeriksaan awal atau keterbatasan alat medis yang lebih canggih.

SIMPULAN

Berdasarkan seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan, mulai dari tahap perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa pengembangan stetoskop digital ini berhasil mencapai tujuan utama penelitian, yaitu meningkatkan akurasi diagnostik pada proses auskultasi jantung. Stetoskop digital yang dirancang mampu mengatasi berbagai keterbatasan yang dimiliki oleh stetoskop konvensional, khususnya dalam hal sensitivitas terhadap suara jantung, kemampuan mereduksi noise dari lingkungan sekitar, serta dukungan terhadap perekaman dan pengolahan data secara digital.

Dari sisi teknis, sistem yang dibangun dengan memanfaatkan sensor mikrofon kondensor sebagai penangkap sinyal akustik, dilanjutkan dengan modul penguat sinyal, proses konversi analog-ke-digital (ADC), serta pengolahan menggunakan mikrokontroler, terbukti mampu menghasilkan sinyal suara jantung yang lebih jelas, stabil, dan mudah dianalisis. Integrasi antar komponen tersebut juga menunjukkan kinerja yang baik, di mana setiap tahapan pemrosesan sinyal berjalan secara optimal tanpa kehilangan informasi penting dari suara jantung yang diukur.

Hasil pengujian terhadap lima responden menunjukkan bahwa nilai denyut jantung yang diperoleh dari stetoskop digital memiliki tingkat kedekatan yang tinggi dengan hasil pengukuran menggunakan ECG 12 lead sebagai standar acuan. Rentang selisih pengukuran yang berada pada kisaran 1 hingga 7 bpm dengan rata-rata deviasi yang rendah mengindikasikan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi yang baik dan dapat diandalkan dalam praktik klinis. Selain itu, konsistensi hasil pengukuran yang diperoleh dari tiga tenaga medis yang berbeda juga menunjukkan bahwa alat ini memiliki repeatability yang baik dan tidak terlalu bergantung pada subjektivitas pengguna.

Lebih lanjut, fitur penguatan sinyal dan penyaringan noise yang diterapkan dalam sistem memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas suara jantung yang dihasilkan. Hal ini sangat penting dalam proses auskultasi, karena kejernihan suara menjadi faktor utama dalam membantu tenaga medis mengidentifikasi pola bunyi jantung, seperti murmur atau kelainan lainnya. Dengan kualitas sinyal yang lebih baik, potensi kesalahan diagnosis akibat keterbatasan pendengaran atau gangguan lingkungan dapat diminimalkan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa stetoskop digital yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai alat bantu diagnostik yang lebih modern, akurat, dan efisien. Selain itu, kemampuan sistem dalam mendukung digitalisasi data juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi dengan sistem penyimpanan data pasien, analisis berbasis kecerdasan buatan, maupun telemedicine. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya meningkatkan kualitas pemeriksaan klinis secara langsung, tetapi juga berkontribusi terhadap perkembangan teknologi di bidang kesehatan yang lebih maju dan terintegrasi.

REFERENSI

Zhulfi Chumaidi¹⁾, Dwi Hastuti²⁾, Wildan Surya Wijaya³⁾
**STETOSKOP DIGITAL DALAM MENINGKATKAN AKURASI DIAGNOSTIK AUSKULTASI
JANTUNG**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 43-53

- [1] K. Boonprasert *et al.*, “Survival analysis of confirmed elephant endotheliotropic herpes virus cases in Thailand from 2006 – 2018,” *PLoS One*, vol. 14, no. 7, p. e0219288, Jul. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0219288.
- [2] K. Fuady, N. Nanda, and E. Zulisa, “The Digital Stethoscope with the Heart Rate Display: A Review and Its Implications for Learning,” *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 138, May 2024, doi: 10.22373/crc.v8i2.22096.
- [3] A. A. Garanin, O. Y. Aydumova, A. O. Rubanenko, and E. G. Bibikova, “Digital stethoscope: a new era of auscultation,” *Digital Diagnostics*, vol. 5, no. 4, pp. 808–818, Nov. 2024, doi: 10.17816/DD632499.
- [4] Y. Y. Ang, L. R. Aw, V. Koh, and R. X. Tan, “Characterization and cross-comparison of digital stethoscopes for telehealth remote patient auscultation,” *Med. Nov. Technol. Devices*, vol. 19, p. 100256, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.medntd.2023.100256.
- [5] F.-C. Goethe Doualla, G. Bediang, and C. Nganou-Gnindjio, “Evaluation of a digitally enhanced cardiac auscultation learning method: a controlled study,” *BMC Med. Educ.*, vol. 21, no. 1, p. 380, Dec. 2021, doi: 10.1186/s12909-021-02807-4.
- [6] M. E. Legget, M. Toh, A. Meintjes, S. Fitzsimons, G. Gamble, and R. N. Doughty, “Digital devices for teaching cardiac auscultation - a randomized pilot study,” *Med. Educ. Online*, vol. 23, no. 1, p. 1524688, Jan. 2018, doi: 10.1080/10872981.2018.1524688.
- [7] C. T. Mesquita *et al.*, “Digital Stethoscope as an Innovative Tool on the Teaching of Auscultatory Skills,” *Arq. Bras. Cardiol.*, vol. 100, no. 2, pp. 187–189, 2013, doi: 10.5935/abc.20130033.
- [8] N. Turner and S. Barton, “Cardiac Auscultation Using Artificial Intelligence on Different Devices,” *Journal of Student Research*, vol. 12, no. 4, Nov. 2023, doi: 10.47611/jsrhs.v12i4.5322.
- [9] R. Prawira, S. Ismail, A. Johan, and R. Ismail, “Diagnostic Accuracy of a Wireless Stethoscope for Cardiac and Pulmonary Auscultation in Critically Ill Patients,” *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, vol. 26, no. 1, pp. 46–55, Jan. 2026, doi: 10.18196/mmjkk.v26i1.29519.
- [10] B. Silverman and M. Balk, “Digital Stethoscope—Improved Auscultation at the Bedside,” *Am. J. Cardiol.*, vol. 123, no. 6, pp. 984–985, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.amjcard.2018.12.022.
- [11] N. Saraya, J. McBride, K. Singh, O. Sohail, and P. J. Das, “Comparison of Auscultation Quality Using Contemporary Digital Stethoscopes,” *JMIR Cardio*, vol. 8, p. e54746, Nov. 2024, doi: 10.2196/54746.
- [12] J. E. Mangole, E. Nurachmah, A. Waluyo, and M. Adam, “Penggunaan Stetoskop Elektronik pada Kelainan Katup Jantung,” *Journal of Telenursing (JOTING)*, vol. 5, no. 2, pp. 3453–3460, Dec. 2023, doi: 10.31539/joting.v5i2.7756.