

Pemantauan Kondisi Jantung Berasaskan Internet Pelbagai Benda (IoT)

Norain Shahirah Seman¹, Noor Hazwani Abdul Aziz¹, Mohd Nurul Al Hafiz Sha'abani^{1,2}, Norezmi Jamal^{3,4}

¹ Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

² Microcontroller Technology for IoT (MTIT), Centre for Diploma Studies,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

³ Department of Technology of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Technology

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

⁴ Cybernetics and Power Technology Focus Group, Faculty of Engineering Technology

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: nhafiz@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.01.041>

Info Artikel

Serahan: Hari Bulan Tahun
Diterima: Hari Bulan Tahun
Dalam Talian: Hari Bulan Tahun

Keywords

Heart sound, IoT, electronic stethoscope, Blynk, ESP8266

Kata Kunci

Suara Jantung, IOT, Stetoskop Elektronik, Blynk, ESP8266

Abstract

Heart sound signal is one of bio-signals that is used to diagnose the human's health conditions, specifically, heart diseases. Initially, most doctors used their stethoscope to listen to the heart sounds or heartbeat. Unfortunately, this diagnostic procedure produces subjective decisions. Then, an electronic stethoscope has been invented recently. It is a non-invasive technology to replace the conventional technique, which monitor heart sounds over the chest walls via electronic stethoscope with the audio amplification, graphic information and analysis software. Due to this, it motivated us to develop an Internet of Things (IoT)-based electronic stethoscope for heart monitoring using nodemcu ESP8266 controller with Blynk software. Thus, this prototype has ability to acquire heart sound and transfer the heart sound remotely via internet. Then, doctors could visualize and monitor the heart sound on a visualise dashboard.

Abstrak

Isyarat bunyi jantung adalah salah satu isyarat bio yang digunakan untuk mendiagnosis keadaan kesihatan manusia, khususnya, penyakit jantung. Pada mulanya, kebanyakan doktor menggunakan stetoskop mereka untuk mendengar bunyi jantung atau degupan jantung. Walaubagaimanapun, prosedur diagnostik ini menghasilkan keputusan yang subjektif. Kemudian, stetoskop elektronik telah dicipta baru-baru ini. Ia adalah teknologi bukan invasif untuk menggantikan teknik konvensional, yang memantau bunyi jantung di atas dada melalui stetoskop elektronik dengan penguatan audio, maklumat grafik dan perisian analisis. Disebabkan ini, ia mendorong untuk pembangunan stetoskop elektronik berasaskan aplikasi internet pelbagai benda untuk pemantauan jantung menggunakan pengawal nodemcu ESP8266 dengan keupayaan capaian internet dan perisian Blynk. Oleh itu,

prototaip ini mempunyai keupayaan untuk memperoleh bunyi jantung dan memindahkan data bunyi jantung dari jauh melalui internet. Kemudian, doktor boleh memvisualisasikan dan memantau bunyi jantung menggunakan papan pemuka.

1. Pengenalan

Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia, penyakit jantung iskemik terus menjadi punca utama kematian, menyumbang 17.0% daripada 109,155 kematian yang disahkan secara perubatan pada 2020 [1]. Secara konvensional, kebanyakan doktor atau pihak kesihatan menggunakan stetoskop akustik untuk mendengar bunyi jantung pada peringkat awal diagnosis. Kelemahan pendekatan ini ialah tafsirannya adalah subjektif iaitu hanya bergantung kepada maklumat audio dan memerlukan pengamalan berkemahiran tinggi terhadap pendengaran kondisi jantung seseorang. Ke arah teknologi moden, sistem Computer Aided Auscultation (CAA) atau dikenali sebagai phonocardiogram (PCG) telah dicipta baru-baru ini, yang menawarkan maklumat penuh kondisi jantung.

Walaupun bagaimanapun, teknologi ini terhad kepada penggunaan di bilik doktor atau pihak kesihatan sahaja dan ia tidak dapat dipantau dalam jarak yang jauh, terutamanya di rumah. Di samping itu, stetoskop konvensional mempunyai data analog suara jantung yang tidak dapat direkodkan kerana tiada alat untuk merekod secara digital [2]. Berbeza pula dengan stetoskop elektronik, ia boleh merekodkan data suara jantung dalam bentuk data digital secara terus dan dapat disimpan untuk prosedur diagnosis seterusnya yang akan dilakukan oleh pihak kesihatan atau doktor. Hal ini kerana stetoskop elektronik mempunyai platform penukaran data analog kepada digital supaya dapat dibaca oleh komputer dan suara jantung dapat diproses [3, 4]. Oleh itu, pemantauan kondisi jantung secara sendiri dapat dilaksanakan.

Beberapa kajian telah dilaksanakan sebelum ini. Sebagai contoh, Win, et al. [5] telah membangunkan sistem pemantauan jantung berasaskan Internet of Thing (IoT) menggunakan Arduino dan ThingSpeak. Berdasarkan artikel tersebut, pemantauan pesakit berdasarkan projek IOT, yang mana kadar nadi kesihatan pesakit dihantar ke platform simpanan awan dengan menggunakan sambungan internet. Data nadi jantung ini dihantar ke lokasi jauh melalui komunikasi internet supaya pengguna dapat melihat butiran ini dari mana sahaja di dunia. Oleh itu, sambungan Wi-Fi diperlukan untuk mereka bentuk sistem pemantauan kadar denyutan jantung berasaskan IoT.

Selain itu, pemantauan jantung juga telah dikaji oleh artikel [6]. Dalam projek ini, Khamitkar dan Rafi [2] telah mencadangkan prototaip peranti pemantauan kadar jantung berkos rendah dengan meletakkan peranti tersebut di hujung jari berdasarkan teknologi Bluetooth. Prototaip tersebut telah mengambil isyarat kadar denyutan jantung dengan teknik tidak invasive yang dinamakan Photoplethysmography dari subjek melalui penerima isyarat inframerah. Kemudian, data tersebut telah dihantar ke komputer atau aplikasi android menggunakan rangkaian Bluetooth. Isyarat Bluetooth ini boleh dihantar sejauh 15 meter hingga 20 meter.

Pelbagai idea yang lain juga telah dicadangkan bagi memantau kondisi jantung dengan menggunakan berbeza-beza teknik untuk ambilan data isyarat dan juga penyimpanan data isyarat jantung, sepertimana yang telah diringkaskan dalam Jadual 1. Oleh itu, artikel ini ditulis untuk membincangkan prototaip pemantauan jantung dengan menggunakan ESP8266 dan perisian Blynk. Artikel ini disusun seperti berikut: Dalam Bahagian 2, bahan dan metodologi yang digunakan telah dibincangkan. Manakala Bahagian 3, keputusan yang diperolehi selepas prototaip disiapkan telah diterangkan. Akhir sekali, artikel ini ditamatkan dengan ringkasan penutup projek yang telah dibangunkan.

Jadual 1 Ringkasan kerja-kerja yang terdahulu bagi pemantauan kondisi jantung




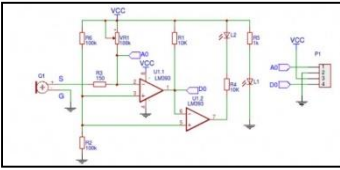

Artikel	Teknik
[7]	Menggunakan isyarat pemancar infra-merah sebagai kemasukan untuk dikawal dan dipantau.
[8]	Reka bentuk dan pembangunan prototaip komunikasi tanpa wayar berdasarkan Wifi ESP8266 bersepadu.
[9]	Analisis suara jantung dengan menggunakan Matlab.
[10]	Menggunakan Arduino dan komunikasi mudah alih (GSM) untuk pantauan jantung.

2. Bahan dan Metodologi

2.1 Jadual

Terdapat beberapa bahan dan peralatan yang digunakan di dalam projek ini bagi merekabentuk dan membangunkan Stetoskop Digital. Bahan dan peralatan ini adalah seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2 Bahan dan peralatan pembangunan prototaip

Komponen	Gambar
NodeMCU ESP8266	
Mikrofon	
IOT platform	
Litar penaik isyarat	
Stetoskop	

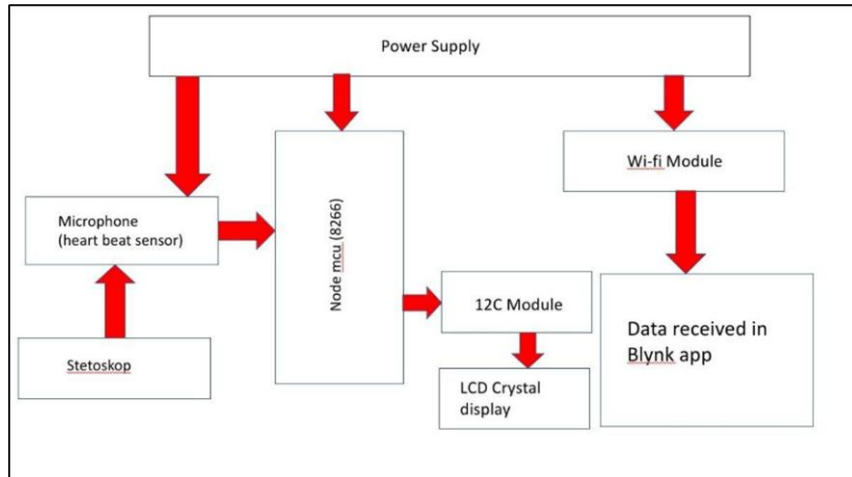
NodeMCU ESP 8266 adalah salah satu papan mikropengawal yang mempunyai kemampuan penyambungan internet. Papan ini adalah perkakasan sumber terbuka yang boleh bersambung dengan pelbagai komponen-komponen lain, serta boleh diprogramkan dengan perisian Arduino IDE [1]. Manakala mikrofon pula digunakan untuk merakam suara jantung untuk dimasukkan ke dalam ESP8266. Mikrofon mempunyai pin positif dan pin negatif kerana ia terpolarisasi. Pin negatif disambungkan ke bekas logam, manakala pin positif disambungkan ke pin lain. Disebabkan rakaman suara jantung terhalang dengan lapisan dinding dada, maka, amplitud suara jantung adalah rendah. Bunyi bernada rendah dihasilkan oleh isyarat audio dengan frekuensi yang lebih rendah. Justeru, litar penaik untuk menaikkan isyarat suarat jantung diperlukan.

2.2 Metodologi

Bahagian ini membincangkan metodologi yang digunakan dalam merancang dan membangunkan prototaip pemantauan kondisi jantung. Ia bertujuan untuk memberi penjelasan yang lebih teliti tentang bagaimana projek akan dibangunkan, kaedah yang digunakan, data-data yang diperolehi dan dianalisis bagi mendapatkan maklumat yang tepat berdasarkan projek yang dibuat. Gambarajah blok, carta alir dan paparan antara muka aplikasi dibincangkan juga dalam bahagian ini.

2.2.1 Gambarajah Blok Pembangunan Prototaip

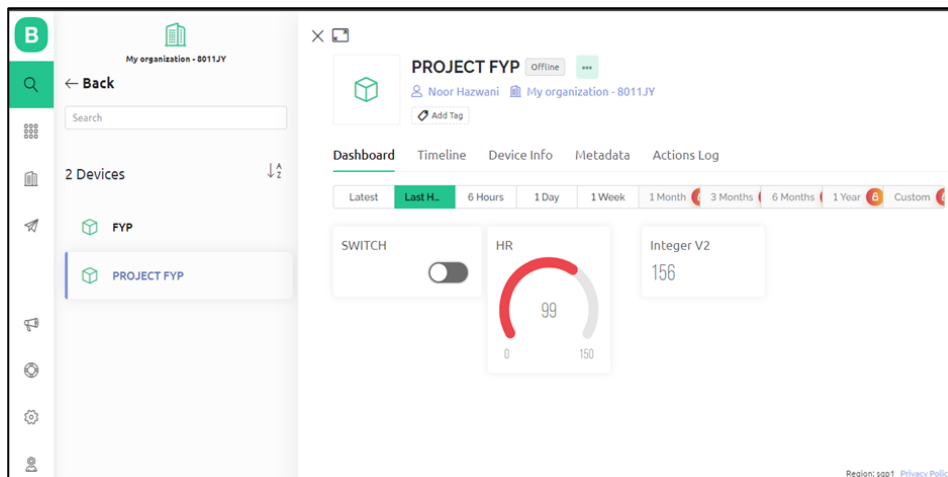
Rajah 2 menunjukkan komponen terlibat dalam projek sistem pemantauan kesihatan ini, termasuk bekalan kuasa, mikrofon, stetoskop, NodeMCU ESP8266, paparan kristal LCD modul I2C dan modul WiFi nodemcu ESP8266. ESP8266 berfungsi sebagai unit pemprosesan pusat untuk sistem ini yang berfungsi untuk menjejaki kadar jantung dan nadi pesakit. Aliran gambarajah blok ini bermula dengan stetoskop mencerpap denyutan jantung. Kemudian, apabila NodeMCU ESP8266 menerima maklumat tersebut, ia akan diproses untuk mendapatkan kadar denyutan nadi. Hasil kadar denyutan nadi ini akan dipaparkan pada LCD. Pada masa sama, ia juga akan dihantar ke aplikasi Blynk melalui jaringan Wi-Fi untuk paparan di komputer atau telefon pintar.



Rajah 2 Gambarajah blok sistem

2.2.2 Paparan Antara Muka

Paparan antara muka projek ini dibina dengan menggunakan aplikasi Blynk. Dengan ini, data suara jantung dan kadar denyutan jantung dapat dipaparkan pada komputer dan telefon pintar dengan mudah. Rajah 3 menunjukkan paparan antara muka yang dibina dengan menggunakan aplikasi Blynk.



Rajah 3 Paparan antara muka di aplikasi Blynk

2.3 Pengiraan Kadar Degupan Jantung

Isyarat bunyi jantung dihantar ke komputer melalui komunikasi secara bersiri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Dengan menggunakan kaedah penetapan nilai ambang, puncak isyarat yang melebihi nilai ambang akan dianggap sebagai satu degupan. Penentuan nilai ambang ini dibuat apabila isyarat bunyi jantung melebihi 80% daripada nilai maksimum cerapan bunyi jantung. Oleh itu, pengiraan kadar denyutan jantung diambil kira dengan pengiraan purata denyutan jantung dalam masa satu minit. Untuk mempercepatkan pengiraan, bilangan degupan jantung dikira dalam masa 15 saat dan di darab dengan 4 untuk mendapatkan nilai purata degupan jantung dalam satu minit. Pengiraan ini menggunakan rumus di bawah:

$$\text{Kiraan Pulse per Minit} = \frac{60 \text{ saat}}{15 \text{ saat}} \times \sum \text{puncak} \quad (1)$$

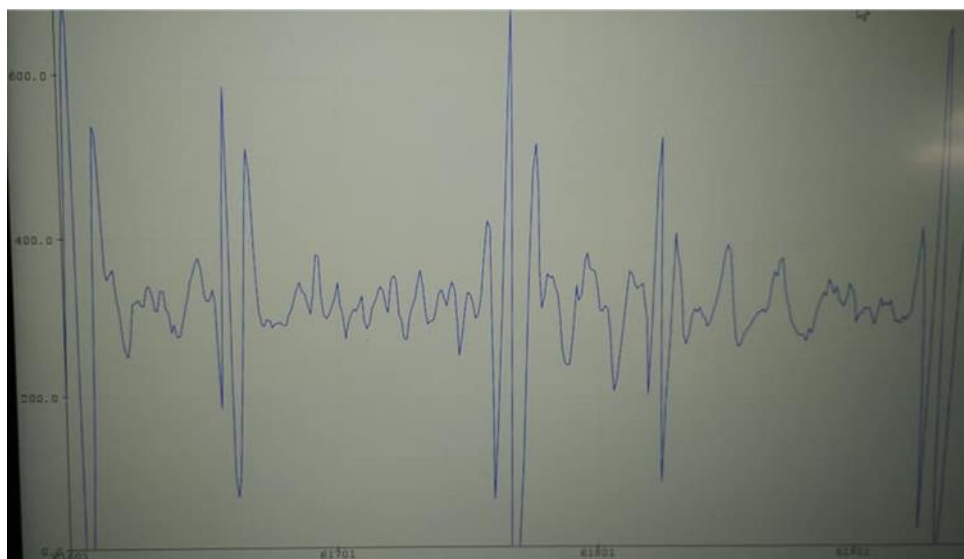
3. Keputusan dan Perbincangan

Keputusan dan perbincangan ini telah dibuat dengan berdasarkan objektif utama projek ini. Pertama keberhasilan membuat simulasi litar elektrik untuk meningkatkan bunyi detakan jantung, penghantaran data untuk aplikasi Internet Pelbagai Benda (IoT) dan pembinaan paparan antara muka di aplikasi blynk. Seperti yang dapat dilihat dalam Jadual 3, bacaan yang diambil daripada 4 orang pelajar ternyata berbeza walaupun umur mereka sebaya.

Keempat-empat pelajar ini dalam berkeadaan duduk yang bermaksud mereka berempat membuat aktiviti yang sama sahaja. Keputusan bacaan denyutan jantung diambil kira sebanyak 3 kali untuk mendapatkan bacaan purata. Secara ringkasnya, setiap orang mempunyai degupan jantung yang berbeza. Rajah 4 merupakan imej suara jantung yang telah dirakam menggunakan alat yang dibina. Manakala, hasil paparan antara muka di aplikasi Blynk telah ditunjukkan dalam Rajah 3 di atas, di mana ia menunjukkan bacaan kadar denyutan jantung dalam masa 15 saat yang ditunjuk pada meter gauge dan kadar denyutan jantung dalam masa seminit yang ditunjuk terus dalam bentuk nilai.

Jadual 3 Hasil Denyutan jantung dan kiraan hasil puratanya

Sampel	Kiraan Denyutan dalam 1 minit (bpm)			Purata Denyutan Jantung dalam satu minit (bpm)
	Kiraan Pertama	Kiraan Kedua	Kiraan Ketiga	
Pelajar A	80	95	88	87.67
Pelajar B	100	120	115	111.67
Pelajar C	150	125	140	138.37
Pelajar D	90	120	85	93.33



Rajah 4 Imej suara jantung yang dirakam menggunakan prototaip elektronik stetoskop

4. Kesimpulan

Kesimpulan projek ini adalah bahawa auskultasi jantung adalah komponen penting dalam perubatan klinikal. Alat yang memantau tanda-tanda vital hidup mungkin merupakan alat perubatan elektronik. Dengan menyiasat tekanan bunyi segera darah, nadi jantung dan paru-paru, sistem pencernaan perut, dan penjagaan pranatal (kehamilan). Tujuan projek ini adalah untuk membina stetoskop elektronik yang boleh menghantar data melalui komunikasi WIFI. Litar dicipta untuk memenuhi tujuan yang sama seperti stetoskop tradisional. Baru-baru ini, kaedah untuk mendiagnosis prosedur telah dicipta yang berkaitan dengan penambahbaikan dalam instrumen perubatan elektronik. Untuk membuat diagnosis berdasarkan penilaian perubatan berkuantiti, isyarat suara jantung dinilai dan ditinggikan suaranya. Dalam konteks pengukuran diagnostik kardiovaskular, ketersediaan tafsiran suara jantung automatik memberikan prospek yang menarik. Setiap doktor menggunakan stetoskop, dan setiap doktor dan jururawat menggunakan stetoskop. Oleh itu, ia akan menjadi lebih berfaedah jika kita menggabungkan teknologi pengesanan masalah viskus kawalan mesin ke dalam peranti perubatan elektronik. Doktor akan dapat mengenal pasti penyakit sebaik sahaja ia digunakan menggunakan stetoskop.

Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia di atas sokongan dan sumber kewangan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian**: Mohd Nurul Al Hafiz Sha'abani, Norezmi Jamal; **pengumpulan data**: Norain Shahirah Seman; **analisis dan interpretasi hasil**: Noor Hazwani Abdul Aziz, Mohd Nurul Al Hafiz Sha'abani; **penyediaan draf manuskrip**: Norain Shahirah Seman, Noor Hazwani Abdul Aziz, Mohd Nurul Al Hafiz Sha'abani, Norezmi Jamal. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] Cardiac Vaskular Sentral (2022, July 27). *Heart Disease in Malaysia*. Retrieve November 26, 2023, from <https://www.cvskl.com/heart-disease-in-malaysia/>
- [2] Z. Jiang and S. Choi (2006). A Cardiac Sound Characteristic Waveform Method for In-Home Heart Disorder Monitoring with Electric Stethoscope, *Expert Systems with Applications*, 31(2), 286-298, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.09.025>
- [3] J.-Y. Shin, Y. C. Kim, S. W. Lim, E. J. Cha, and T. S. Lee (2011, September 26-28). *Design Technology in Portable Digital Esophageal Stethoscope*. IEEE 7th International Conference on Networked Computing. Gyeongsangbuk-do, Korea. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6058952>
- [4] S. I. Khan, N. P. Jawarkar, and V. Ahmed (2012, May 11-13). *Cell Phone Based Remote Early Detection of Respiratory Disorders for Rural Children using Modified Stethoscope*. International Conference on Communication Systems and Network Technologies. Gujarat, India. <https://doi.org/10.1109/CSNT.2012.199>
- [5] K. K. Win, K. S. Wai, and N. M. Say (2019). IoT based Heart Rate Monitoring System using Arduino and Thingspeak, *The Annual University Journal on Research and Applications*, 1(1), 121-125.
- [6] S. S. Khamitkar and M. Rafi (2020). IoT based System for Heart Rate Monitoring. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(7), 2278-0181.
- [7] W. M. Shah, M. H. Yaakob, N. Harum, A. Hassan, M. F. I. Othman, and I. R. A. Hamid (2020). "Internet of Things based Heart Rate Monitoring and Alert System, *Journal of Advanced Computing Technology and Applications*, 2(1), 15-20.
- [8] M. Ramesha, V. Dankan Gowda, K. Jeevan, and B. Sathisha (2020, Dec 11-12). *Implementation of IoT Based Wireless Electronic Stethoscope*, in 2020 Third International Conference on Multimedia Processing, Communication & Information Technology (MPCIT), Shivamogga, India. <https://doi.org/10.1109/MPCIT51588.2020.9350476>
- [9] Chowdhury, M.E.H., Khandakar, A., Alzoubi, K.; Mansoor, S., M. Tahir, A., Reaz, M.B.I., Al-Emadi, N, (2019). Real-Time Smart-Digital Stethoscope System for Heart Diseases Monitoring, *Sensors*, 19(12), 2781.
- [10] N. G. B. Pulgarín, L. D. C. Aljure, and O. J. S. Parra (2019, Sept. 25-27). *eHeart-BP, Prototype of the Internet of Things to Monitor Blood Pressure* in 2019 IEEE/ACM International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE), Arlington, VA, USA. <https://doi.org/10.1109/CHASE48038.2019.00025>