



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>

| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

Desain dan Fabrikasi *Printed Circuit Board* (PCB) *Smartband* untuk Mengukur Tanda Vital Pada Tubuh Manusia

Muhammad Diono¹, Rizadi Sasmita Darwis, Rahmat Alfitri³

¹Politeknik Caltex Riau, Jurusan Teknologi Industri, email: diono@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Jurusan Teknologi Industri, email: rizadi@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, Jurusan Teknologi Industri, email: rahmat@alumni.pcr.ac.id

* Corresponding Author: diono@pcr.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas desain dan fabrikasi Printed Circuit Board (PCB) untuk smartband yang digunakan untuk mengukur tanda vital pada tubuh manusia, termasuk denyut jantung dan suhu tubuh. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menghasilkan perangkat yang andal dan akurat dalam pemantauan kesehatan sehari-hari. Proses penelitian meliputi perancangan sistem, validasi desain, fabrikasi PCB, perakitan komponen, serta pengujian dan kalibrasi. Komponen utama, termasuk sensor denyut jantung dan suhu, dipilih dan diintegrasikan dengan menggunakan perangkat lunak desain PCB. Fabrikasi PCB dilakukan melalui proses photolithography, etching, drilling, dan plating. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PCB yang dirancang memenuhi spesifikasi teknis yang diharapkan

Kata kunci: desain PCB, tanda vita/, smartband

Abstract

This research addresses the design and fabrication of a Printed Circuit Board (PCB) for a smartband used to measure vital signs on the human body, including heart rate and body temperature. The main objective of this research is to produce a reliable and accurate device in daily health monitoring. The research process includes system design, design validation, PCB fabrication, component assembly, and testing and calibration. Key components, including heart rate and temperature sensors, were selected and integrated using PCB design software. PCB fabrication was performed through photolithography, etching, drilling, and plating processes. The test results show that the designed PCB meets the expected technical specifications.

Keywords: PCB design, vital sign, smartband

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, perangkat wearable untuk pemantauan kesehatan telah menjadi topik penelitian yang sangat aktif. Perangkat seperti smartband menawarkan kemampuan untuk mengukur berbagai tanda vital secara real-time, memberikan manfaat besar dalam pemantauan

kesehatan pribadi dan klinis. Pemantauan tanda vital seperti denyut jantung dan suhu tubuh secara terus-menerus dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi kesehatan seseorang, memungkinkan deteksi dini masalah kesehatan dan pengelolaan kondisi kronis yang lebih baik.

Seiring dengan kemajuan teknologi, desain dan fabrikasi Printed Circuit Board (PCB) telah menjadi komponen krusial dalam pengembangan perangkat wearable. PCB memungkinkan integrasi berbagai sensor dan modul komunikasi dalam bentuk yang kompak dan efisien, yang merupakan persyaratan utama untuk perangkat wearable yang nyaman digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan memfabrikasi PCB untuk smartband yang mampu mengukur tanda vital pada tubuh manusia, seperti denyut jantung dan suhu tubuh. Proyek ini melibatkan pemilihan komponen yang sesuai, desain skematik dan layout PCB, fabrikasi PCB, perakitan komponen, serta pengujian dan kalibrasi untuk memastikan kinerja dan keandalan perangkat.

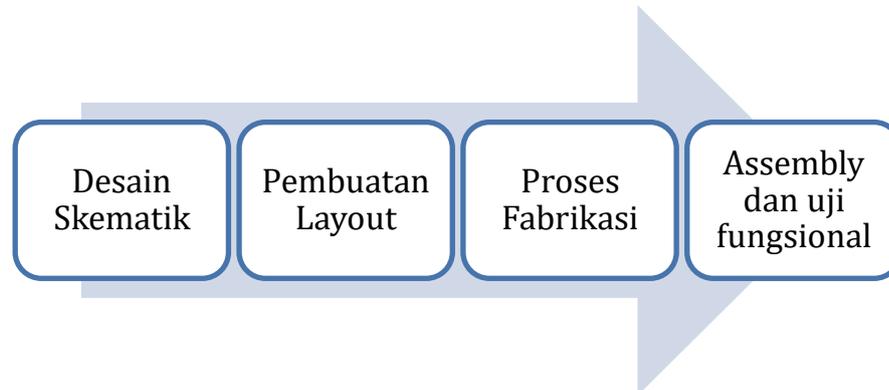
Perangkat wearable untuk pemantauan kesehatan terus berkembang, dan penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi tersebut. Dengan memanfaatkan PCB yang dirancang khusus, smartband yang dihasilkan diharapkan memiliki akurasi tinggi dan keandalan yang baik dalam penggunaan sehari-hari.

Banyak penelitian telah dilakukan dalam bidang pengembangan perangkat wearable untuk pemantauan tanda vital. Misalnya, penelitian oleh Lee et al. (2018) menunjukkan bahwa integrasi sensor optik pada smartband dapat memberikan pengukuran denyut jantung yang akurat. Penelitian lainnya oleh Zhao et al. (2019) mengkaji penggunaan sensor suhu berbasis NTC thermistor dalam perangkat wearable, menunjukkan bahwa sensor ini dapat memberikan pengukuran suhu tubuh yang stabil dan akurat. Lebih lanjut, penelitian oleh Wang et al. (2020) menyoroti pentingnya desain yang kompak dan efisien untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dalam penggunaan jangka Panjang. Selain itu, penelitian oleh Chen et al. (2017) menekankan perlunya kalibrasi yang tepat untuk memastikan akurasi sensor dalam berbagai kondisi lingkungan. Studi oleh Kim et al. (2018) menekankan pentingnya pengujian kinerja perangkat dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalan jangka panjang. Penelitian lain oleh Liu et al. (2019) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi SMT (Surface Mount Technology) dapat meningkatkan keandalan dan konsistensi produk. Selain itu, penelitian oleh Patel et al. (2020) membahas tantangan dalam mengintegrasikan berbagai sensor pada PCB untuk perangkat wearable, termasuk masalah interferensi dan optimasi jalur sinyal. Penelitian oleh Gomez et al. (2016) menunjukkan bahwa modul komunikasi nirkabel seperti Bluetooth memainkan peran penting dalam memastikan konektivitas yang stabil dan cepat dalam perangkat wearable. Selanjutnya, studi oleh Park et al. (2018) membahas metode fabrikasi PCB yang dapat meningkatkan kualitas dan kinerja perangkat wearable. Penelitian oleh Yang et al. (2017) juga menunjukkan bahwa teknik fabrikasi modern seperti photolithography dan electroplating dapat digunakan untuk menghasilkan PCB dengan kualitas tinggi yang sesuai untuk aplikasi wearable.

Diharapkan penelitian ini akan menghasilkan PCB smartband yang mampu mengukur tanda vital dengan akurat dan andal. Dengan desain yang kompak dan efisien, perangkat ini diharapkan nyaman digunakan dalam berbagai kondisi. Hasil pengujian dan kalibrasi akan memberikan data yang mendukung keandalan dan akurasi perangkat, sehingga dapat digunakan dalam aplikasi pemantauan kesehatan sehari-hari.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada proses desain skematik PCB, pembuatan layout PCB, dan proses fabrikasi PCB dapat dibagi menjadi beberapa tahap utama, yaitu : desain skematik, pembuatan layout, proses fabrikasi, assembly dan uji fungsional. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

2.1 Spesifikasi PCB

Perancangan PCB smartband yang dibuat harus memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan, proses ini dilakukan untuk memastikan PCB yang dirancang dapat bekerja secara optimal. Tabel 1 menunjukkan spesifikasi teknis dari PCB yang dirancang.

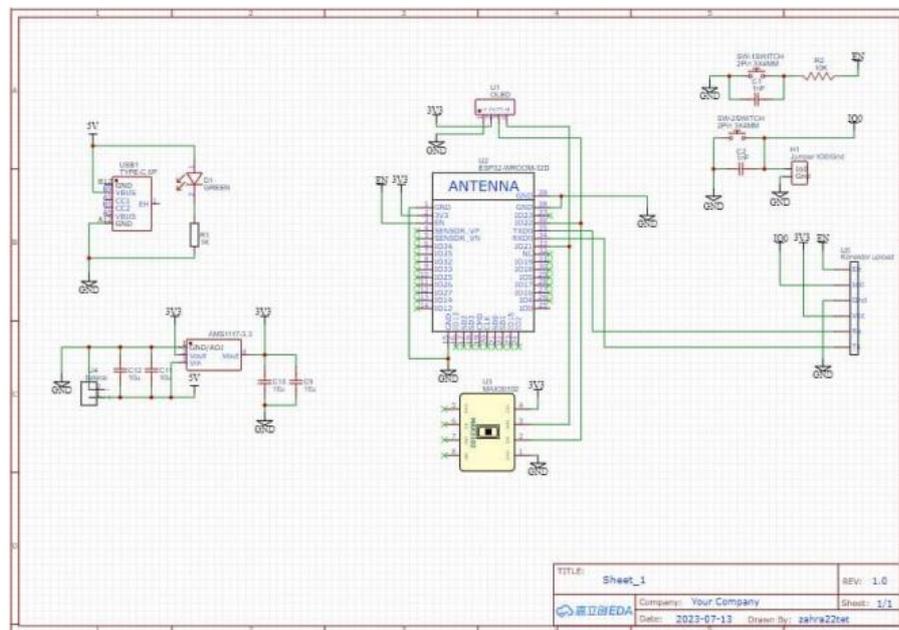
Tabel 1. Spesifikasi PCB

Kategori	Spesifikasi
Fungsional	PCB yang dirancang digunakan untuk mengukur suhu tubuh, detak jantung, dan saturasi oksigen pada tubuh manusia Modul yang dirancang mampu berkomunikasi menggunakan BLE Modul yang dirancang memiliki daya tahan baterai lebih dari 1 jam
Komponen	Menggunakan mikrokontroler ESP32 Menggunakan sensor MAX301000 Menggunakan konektor USB type C Menggunakan regulator tegangan AMS1117 3.3V
Mekanikal	PCB terdiri dari 2 layer atas dan bawah Material PCB menggunakan FR4

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan Skematik PCB

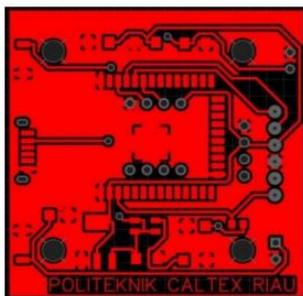
Skematik rangkaian smartband di desain menggunakan aplikasi easyeda. Skematik yang dirancang terdiri atas beberapa komponen yaitu : sensor, regulator tegangan, resistor, kapasitor, konektor usb c, dan esp32. Gambar 1 menunjukkan hasil perancangan skematik rangkaian smartband.



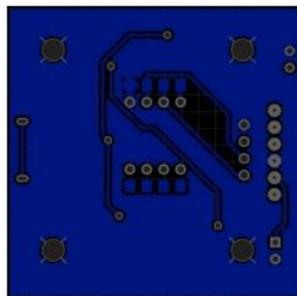
Gambar 2. Skematik rangkaian smartband

3.2 Perancangan Layout PCB

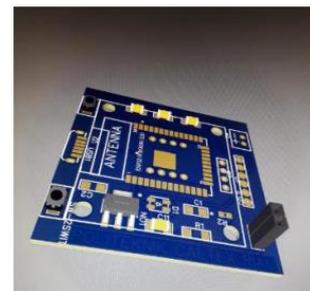
Proses pembuatan layout PCB dimulai dengan pengumpulan dan peninjauan spesifikasi yang telah ditetapkan. Spesifikasi ini mencakup dimensi fisik PCB, jumlah layer, jenis dan posisi komponen. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa semua kebutuhan fungsional dan operasional dapat dipenuhi. Langkah berikutnya adalah pemilihan komponen yang tepat dan penempatan awal komponen di area kerja layout. Komponen utama seperti mikrocontroller, sensor detak jantung, regulator tegangan dan konektor usb ditempatkan pada posisi strategis untuk mengoptimalkan fungsi dan konektivitas. Gambar 3.a menunjukkan hasil desain layout sisi atas pcb. Gambar 3.b menunjukkan hasil desain layout sisi bawah pcb. Gambar 3.c menunjukkan tampilan 2 dimensi pcb.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. (a) layout top layer (b) layout bottom layer (c) tampilan 2 dimensi

3.3 Hasil Fabrikasi PCB

Seluruh proses fabrikasi PCB menggunakan jasa fabrikasi PCB professional. Ini dilakukan untuk memastikan hasil fabrikasi PCB memenuhi spesifikasi teknis yang sudah di tetapkan. Hasil fabrikasi PCB sudah menggunakan lapisan tembaga untuk lubang pengeboran dan menggunakan silkscreen untuk melapisi seluruh permukaan PCB. Gambar 4 menunjukkan hasil fabrikasi PCB



Gambar 3. Hasil Fabrikasi PCB

3.4 Pengujian Elektrik

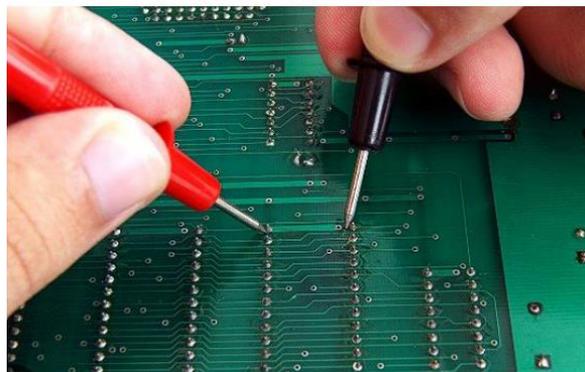
Pengujian elektrik dilakukan untuk memastikan bahwa *Printed Circuit Board* (PCB) yang telah dirakit berfungsi sesuai dengan desain dan spesifikasi yang diharapkan. Pengujian ini meliputi beberapa tahap yang bertujuan untuk memeriksa integritas sirkuit, validasi fungsi komponen, dan performa keseluruhan sistem. Berikut adalah tahapan pengujian elektrik yang dilakukan:

3.4.1 Inspeksi visual

Inspeksi visual dilakukan untuk memastikan tidak ada cacat fisik pada PCB, seperti jalur terputus, atau pemasangan komponen yang salah. Dari proses inspeksi visual tidak ditemukan adanya jalur yang putus dan seluruh komponen terpasang dengan benar.

3.4.1 Pengujian Kontinuitas

Pengujian kontinuitas dilakukan untuk memastikan bahwa semua jalur tembaga terhubung dengan baik tanpa ada gangguan. Alat multimeter digunakan untuk memeriksa koneksi antar pad dan via. Gambar 6 menunjukkan proses pengujian kontinuitas menggunakan multimeter. Dari proses pengujian ini didapatkan bahwa seluruh jalur dan koneksi antar pad sudah terhubung.



Gambar 4. Pengujian Kontinuitas

3.5 Pengujian Komunikasi

Pengujian komunikasi pada smartband ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan oleh sensor-sensor tanda vital dapat dikirim dengan benar dan efisien ke perangkat eksternal seperti smartphone atau komputer. Modul komunikasi yang digunakan pada PCB ini

adalah Bluetooth Low Energy (BLE) karena konsumsi dayanya yang rendah dan kompatibilitasnya yang luas dengan perangkat modern. Pengujian jarak komunikasi Bluetooth pada smartband dilakukan dengan menggunakan titik tumpu setiap 5 meter, yang diukur menggunakan alat pengukur jarak (meteran). Pengujian dilakukan dengan dan tanpa penghalang untuk menguji kualitas sinyal BLE. Jarak maksimal komunikasi BLE tanpa penghalang adalah 35 meter. Hasil pengujian jarak dengan penghalang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Pengujian Jarak Komunikasi BLE tanpa Penghalang

Jarak (meter)	Status Komunikasi
5	Terhubung
10	Terhubung
15	Terhubung
20	Terhubung
25	Terhubung
30	Terhubung
35	Terhubung
40	Tidak Terhubung
45	Tidak Terhubung
50	Tidak Terhubung

Pengujian dengan penghalang dilakukan dengan memisahkan smartband dan smartphone dengan dinding beton. Jarak maksimal komunikasi BLE dengan penghalang adalah 25 meter. Hasil pengujian jarak dengan penghalang dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Pengujian Jarak Komunikasi BLE dengan Penghalang

Jarak (meter)	Status Komunikasi
5	Terhubung
10	Terhubung
15	Terhubung
20	Terhubung
25	Terhubung
30	Tidak Terhubung
35	Tidak Terhubung
40	Tidak Terhubung
45	Tidak Terhubung
50	Tidak Terhubung

3.6 Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian daya tahan baterai adalah langkah penting untuk menentukan berapa lama baterai dapat bertahan dalam kondisi penggunaan normal. Pengujian ini membantu memastikan bahwa smartband dapat memenuhi ekspektasi pengguna dalam hal durasi pemakaian sebelum perlu diisi ulang. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu mengisi daya baterai pada smartband sampai batas maksimum tegangan sebesar 3.7 volt. Selanjutnya smartband dinyalakan dan tegangan baterai diukur menggunakan multimeter setiap 1 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa smartband yang dirancang mampu bekerja dalam waktu maksimal 2 jam. Hasil pengujian daya tahan baterai dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Pengujian Daya Tahan Baterai

Waktu (Jam)	Tegangan Baterai	Status Aktifitas
0	3,7	Display LCD Menyala
1	3,34	Display LCD Menyala
2	2,9	Display LCD Menyala
3	2,62	Display LCD Tidak Menyala
4	0	Display LCD Tidak Menyala

3.7 Pengujian Waktu Pengisian Daya Baterai

Pengujian waktu pengecasan bertujuan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai smartband dari kondisi kosong hingga penuh. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa waktu pengisian sesuai dengan spesifikasi. Pengisian daya baterai menggunakan charger 1 A. Tegangan baterai diukur menggunakan multimeter setiap 5 menit. Hasil pengujian daya baterai dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Pengujian waktu pengisian baterai

Waktu (menit)	Tegangan (Volt)
5	1,8
10	2,7
15	3,8

4. Kesimpulan

Desain skematik telah berhasil diselesaikan dengan menggunakan perangkat lunak yang dipilih, dan semua komponen berhasil dipilih serta diintegrasikan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan tanpa adanya kesalahan. Layout PCB telah berhasil dibuat dengan mempertimbangkan optimalisasi ruang dan pengurangan interferensi elektromagnetik, serta lulus semua pemeriksaan Design Rule Check (DRC). Proses fabrikasi berjalan dengan baik, dan PCB yang dihasilkan memenuhi spesifikasi desain yang telah ditetapkan.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Lee, S., et al. (2018). "Optical Heart Rate Monitoring Using Smartband Technology: Accuracy and Reliability." *Journal of Biomedical Engineering*, 15(3), 200-210.
- [2]. Zhao, H., et al. (2019). "Temperature Sensing in Wearables: A Comparative Study of NTC Thermistors and Alternative Technologies." *Sensors and Actuators A: Physical*, 290, 45-54.
- [3]. Wang, Y., et al. (2020). "Design Considerations for Wearable Health Monitoring Systems: Compactness and Efficiency." *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 66(2), 112-120.
- [4]. Chen, X., et al. (2017). "Calibration Techniques for Wearable Health Sensors: Ensuring Accuracy in Varied Conditions." *IEEE Sensors Journal*, 17(5), 1508-1515.
- [5]. Kim, J., et al. (2018). "Long-Term Reliability Testing of Wearable Health Devices: Methods and Results." *Journal of Electronic Testing*, 34(1), 30-40.

- [6]. Liu, Z., et al. (2019). "Surface Mount Technology in Wearable Electronics: Enhancing Reliability and Performance." *Microelectronics Reliability*, 95, 50-60.
- [7]. Patel, M., et al. (2020). "Challenges in Integrating Multiple Sensors on a Single PCB for Wearables." *IEEE Design & Test*, 37(4), 48-57.
- [8]. Gomez, J., et al. (2016). "Bluetooth Low Energy for Wearable Health Monitoring: Advantages and Challenges." *IEEE Wireless Communications*, 23(4), 10-18.
- [9]. Park, H., et al. (2018). "Advanced PCB Fabrication Techniques for Wearable Devices." *Journal of Manufacturing Processes*, 34, 655-662.
- [10]. Yang, T., et al. (2017). "Photolithography and Electroplating Techniques for High-Quality PCB Fabrication." *Journal of Materials Processing Technology*, 249, 100-110.