

Rancang Bangun Colony Counter Portable Dengan Fitur Thermal Printer Berbasis Mikrokontroler

Muhammad Akbar Hariyono*, Ahmad Faqih Habibi, Hafiz Al Farizi, Aldinor Setiawan, Gina Ariyani

Politeknik Unggulan Kalimantan

Abstrak: Proses perhitungan koloni bakteri masih sering dilakukan secara manual, proses ini rentan terhadap kesalahan apalagi jika jumlah koloni bakteri sangat banyak, maka disarankan untuk menggunakan alat Colony Counter. Alat Colony Counter membutuhkan Listrik sebagai sumber energinya, sehingga tidak cocok untuk kondisi tertentu seperti daerah yang mengalami keterbatasan listrik. Alat tersebut juga memiliki harga yang relatif mahal. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti membuat inovasi alat Colony Counter Portable dengan Fitur Thermal Printer berbasis mikrokontroler Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Penelitian kuantitatif, yaitu metode yang digunakan untuk mempelajari populasi atau sampel tertentu. Jenis metode kuantitatif yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis kuantitatif komparatif. Jenis kuantitatif komparatif adalah membandingkan dua perlakuan atau lebih dari suatu variable. Hasil pengukuran tegangan baterai adalah 12,622 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,022 Vdc dengan akurasi Error 0,17 %. Hasil pengukuran tegangan output Arduino uno adalah 5,010 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,01 Vdc dengan akurasi Error 0,20 %. Hasil pengukuran tegangan modul charger adalah 12,723 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,28 Vdc dengan akurasi Error 0,18 %. Pembuatan alat menggunakan bahan dasar acrylic untuk body alat ini dan untuk daya listrik menggunakan tegangan dari baterai, sehingga membuat alat ini bisa digunakan pada keadaan listrik padam serta penggunaan thermal printer untuk mencetak hasil perhitungan.

Kata Kunci: Colony Counter, Thermal Printer, Arduino Uno, Koloni Bakteri.

DOI: <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>

*Correspondence: Muhammad Akbar Hariyanto
Email: akbar.hariyono@gmail.com

Received: 09 April 2024

Accepted: 16 Mei 2024

Published: 20 Juli 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The bacterial colony apartment process is still often done manually, this process is prone to errors, especially if the number of bacterial colonies is very large, so it is recommended to use a Colony Counter tool. The Colony Counter tool requires electricity as its energy source, so it is not suitable for certain conditions such as areas that experience limited electricity. This tool also has a relatively expensive price. Based on these problems, the researcher created an innovative Colony Counter Portable tool with a microcontroller-based Thermal Printer Feature. The method used in this research is a quantitative research method, namely a method used to study a particular population or sample. The type of quantitative method used in this research is comparative quantitative. The comparative quantitative type is comparing two or more treatments of a variable. The battery voltage measurement result is 12.622 Vdc. The measurement error value is 0.022 Vdc with an error accuracy of 0.17%. The Arduino Uno output voltage measurement result is 5,010 Vdc. The measurement error value is 0.01 Vdc with an error accuracy of 0.20%. The results of measuring the voltage of the charger module are 12.723 Vdc. The measurement error value is 0.28 Vdc with an error accuracy of 0.18%. The tool is made using acrylic as the base material for the body of this tool and for electrical power it uses voltage from a battery, so that this tool can be used in case of power outages as well as using a thermal printer to print calculation results.

Keywords: Colony Counter, Thermal Printer, Arduino Uno, Bacterial Colony.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam era globalisasi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan manusia. Teknologi juga berdampak pada kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan kesehatan, contohnya seperti laboratorium mikrobiologi yang melakukan proses menghitung koloni bakteri (Vargas dkk., 2021). Untuk Menghitung jumlah koloni bakteri pada sebuah media, maka perlu dilakukan perhitungan (Kurniawan dkk., 2023). Penghitungan ini dapat membantu dalam menentukan tingkat infeksi bakteri pada manusia. Jumlah bakteri yang tumbuh pada media kultur dapat menunjukkan adanya infeksi saluran kemih. Jika jumlahnya kurang dari 10^{-6} CFU/ml, menunjukkan bahwa tidak ada infeksi, sedangkan jika lebih dari 10^{-5} CFU/ml, menunjukkan adanya bakteriuria. Jumlah koloni bakteri dapat mencapai ratusan, maka perhitungan koloni bakteri akan lebih mudah apabila menggunakan alat *Colony Counter* (Wicaksono & Muliawan, 2019).

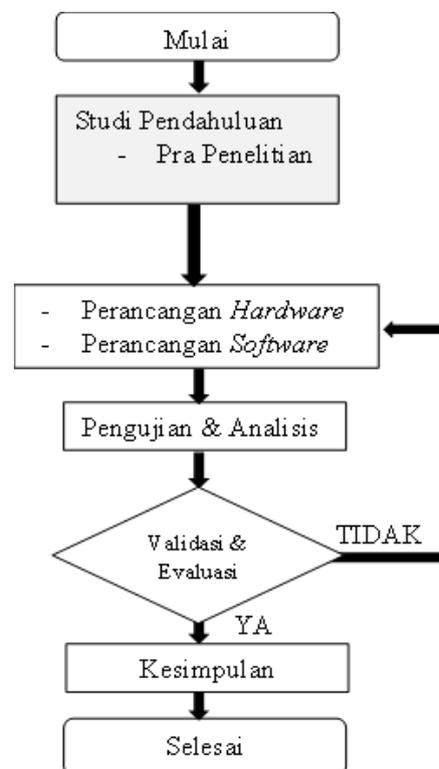
Colony Counter menggunakan lup untuk mengamati koloni bakteri pada cawan Petri (Wicaksono & Muliawan, 2019). Tanpa menggunakan bantuan alat hitung dan lup, teknisi laboratorium menghitung koloni bakteri secara manual hanya dengan mengandalkan ingatannya. Proses ini rentan terhadap kesalahan, terutama jika jumlah koloni bakteri sangat banyak. Hal ini akan mengurangi akurasi hasilnya, sehingga diperlukan peningkatan dalam proses penghitungan koloni bakteri secara manual. Alat *Colony Counter* membutuhkan Listrik sebagai sumber energinya, sehingga tidak cocok untuk kondisi tertentu seperti daerah yang mengalami keterbatasan listrik. Alat tersebut juga memiliki harga yang relatif mahal, sehingga laboratorium sederhana sulit membelinya dan akibatnya masih melakukan perhitungan koloni secara manual (Kurniawan dkk., 2023).

Pada tahun 2019 Wicaksono, Hardianto & Muliawan membuat Rancang Bangun Penghitung Jumlah Koloni Bakteri Berbasis Arduino Uno. Alat tersebut digunakan dengan cara menyentuh probe pada cawan petri yang berisi koloni bakteri, kemudian hasil perhitungan akan muncul pada LCD. Alat ini masih memerlukan listrik untuk beroperasi. Selain itu, pada tahun 2023 Kurniawan, Ariami & Rohmi, berinovasi membuat si PINTER. PINTER Sebagai Alat Penghitung Koloni Bakteri Penunjang Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pen dan dapat digunakan secara portable tanpa sambungan arus listrik tetapi hasil perhitungan koloni bakteri masih dicatat secara manual oleh user, belum bisa dicetak menggunakan printer thermal.(Tetik, 2021)

Berdasarkan permasalahan dan penelitian yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini mengembangkan suatu inovasi alat *Colony Counter Portable* dengan Fitur *Thermal Printer*. Alat tersebut didesain menggunakan perancangan berbasis mikrokontroler dengan menggunakan pen untuk menandai koloni yang dilengkapi *micro switch* berfungsi untuk menghitung koloni bakteri, dan hasil perhitungannya akan ditampilkan pada layar LCD dan dicetak menggunakan printer thermal. (Delahaye, 2019). Diharapkan dengan adanya penambahan printer thermal dapat meminimalisir terjadinya *human error* karena hasil perhitungan koloni bakteri tidak perlu dicatat secara manual lagi, alat ini juga dapat bekerja secara *portable* tanpa ketergantungan pada sumber listrik, sehingga dapat digunakan di berbagai situasi.(Elkholy, 2022)

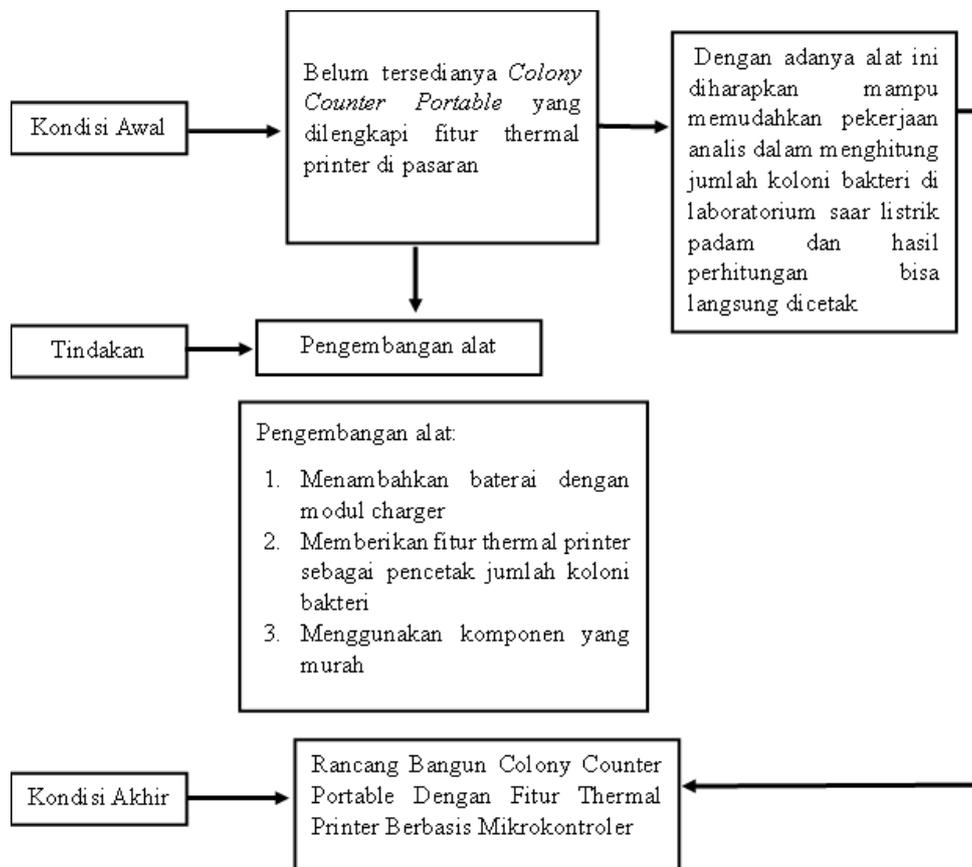
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang bertujuan untuk mempelajari populasi atau sampel tertentu dengan mengumpulkan data melalui instrumen penelitian dan menganalisisnya secara statistik, dengan tujuan menguji hipotesis yang telah dirumuskan. Jenis metode kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif komparatif. (Ho, 2019). Metode ini melibatkan perbandingan antara dua atau lebih perlakuan dari satu variabel atau beberapa variabel sekaligus, dengan tujuan untuk mengamati perbedaan dalam pendekatan, situasi, atau peristiwa yang diteliti. Peneliti melakukan pengumpulan data yang diperlukan melalui penelitian awal, kemudian mengembangkan sistem dan melakukan uji coba serta evaluasi terhadap sistem yang telah dikembangkan (Afif dkk., 2023) . Berdasarkan metode penelitian yang digunakan, maka tahapan penelitian pembuatan alat ini dapat dilihat pada Gambar 1.

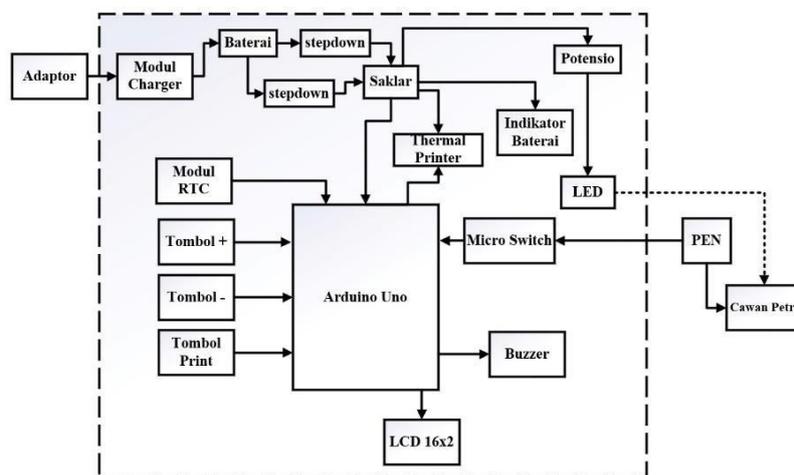


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Dapat diketahui dari penelitian relevan, pengembangan yang akan dilakukan terletak pada penambahan baterai dengan *module charger* dan printer thermal yang bertujuan untuk memudahkan petugas laboratorium untuk melakukan perhitungan jumlah koloni bakteri pada saat tidak ada sambungan arus listrik atau listrik padam, dan saat menuliskan hasil sudah tidak perlu penulisan manual. Adapun pada Gambar 2 terdapat kerangka konsep penelitian pada Rancang Bangun *Colony Counter* dengan Fitur Thermal Printer.(Chen, 2021)



Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3. Blok Diagram

A. Blok Diagram

Secara umum blok diagram dapat dilihat pada Gambar 3, penjelasan dari tiap blok gambar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Adaptor : mengubah tegangan dan arus listrik dari sumber daya listrik utama menjadi bentuk yang sesuai dengan kebutuhan
2. Stepdown : untuk menurunkan tegangan sesuai yang dibutuhkan
3. Baterai : sumber tegangan baterai akan memberikan suplai tegangan ke seluruh rangkaian alat.

4. Saklar atau swicth : pada saat switch on/off ditekan, maka tegangan dari baterai akan didistribusikan ke seluruh rangkaian dan akan mengaktifkan blok rangkaian yang lain.
5. Arduino Uno : berfungsi sebagai otak yang mengatur control jalan seluruh komponen dan menampilkan pada LCD.
6. Tombol + : berfungsi sebagai tombol yang menambahkan koreksi nilai koloni bakteri yang terhitung sekaligus untuk memilih nama user.
7. Tombol - : berfungsi sebagai tombol yang mengurangi koreksi nilai koloni bakteri yang terhitung sekaligus untuk memilih nama user.
8. Tombol Print : berfungsi untuk memerintahkan printer thermal mencetak hasil perhitungan sekaligus mengkonfirmasi pemilihan nama user
9. Pen : Pen digunakan untuk menandai koloni bakteri.
10. Micro Switch : micro switch pada pen sebagai tombol perhitungan koloni bakteri dan tombol reset.
11. LED : untuk menerangi sampel koloni bakteri pada cawan petri.
12. Cawan Petri : Sebagai tempat peletakkan sampel koloni bakteri.
13. Buzzer : berfungsi sebagai indikator saat pen menandai dan menekan cawan petri.
14. LCD 16x2 : berfungsi sebagai penampil hasil koloni bakteri yang terhitung.
15. Thermal Printer : untuk mencetak hasil perhitungan koloni bakteri.
16. Potensio : untuk mengatur intensitas cahaya LED.
17. Indikator Baterai : untuk mengetahui kapasitas baterai.
18. Module RTC : Sebagai penampil waktu perhitungan.

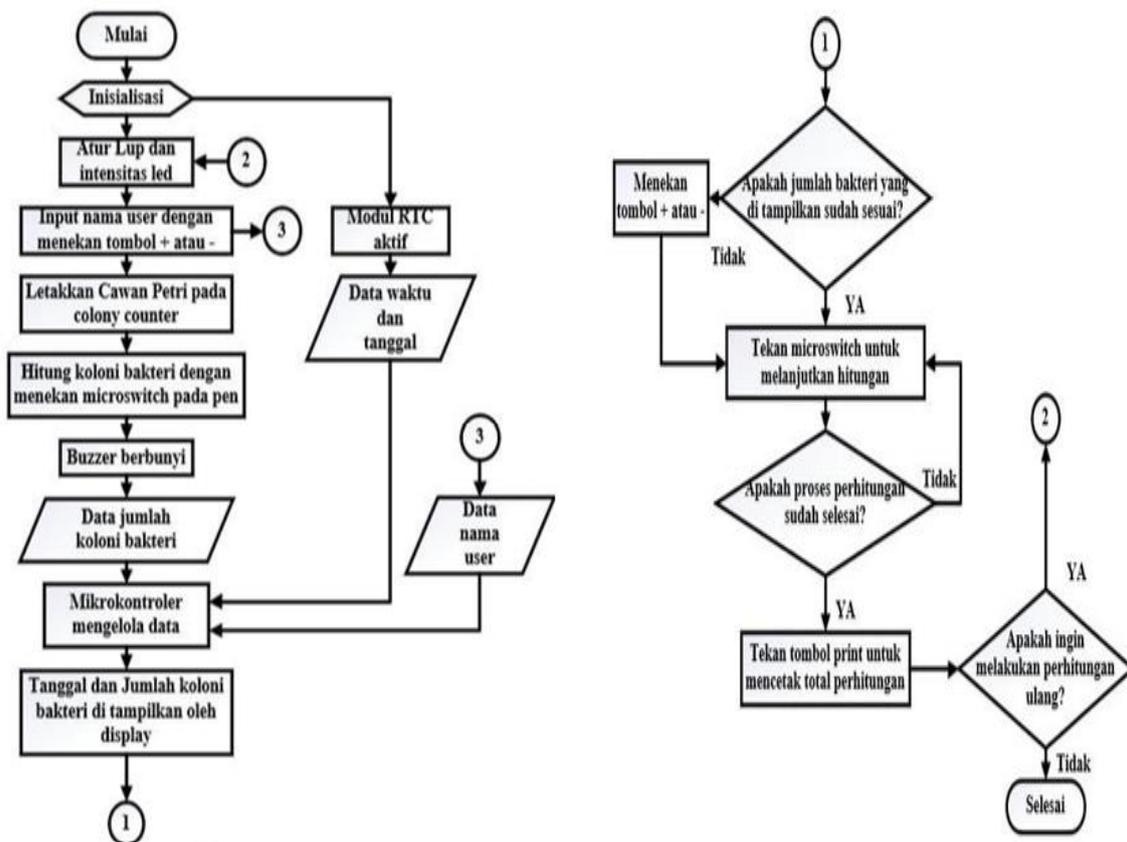
B. Flowchart

Flowchart atau sering disebut dengan diagram alir merupakan jenis representasi visual yang menggambarkan algoritma atau instruksi langkah demi langkah dalam suatu sistem. Flowchart umumnya menggunakan simbol-simbol untuk merepresentasikan setiap langkah atau proses dan menggunakan garis untuk menghubungkan antar proses (Erlita dkk., 2023). Flowchart “Rancang Bangun Colony Counter Portable Dengan Fitur Thermal Printer Berbasis Mikrokontroler” ditampilkan pada Gambar 4. Berdasarkan flowchart, proses akan dimulai ketika alat dinyalakan dengan cara menekan tombol *switch* untuk menghubungkan alat dengan sumber tegangan baterai dan akan menginisialisasi, setelah itu module RTC akan aktif dan memberikan input data berupa waktu dan tanggal pada mikrokontroler, kemudian user akan mengatur posisi lup dan intensitas cahaya LED pada alat. (Aota, 2021)

Setelah lup intensitas cahaya LED diatur maka user akan menginput nama user pengguna alat dengan cara menekan tombol + atau – untuk memilih, kemudian dikonfirmasi menggunakan tombol print atau ok, lalu user meletakkan cawan petri berisi sampel yang ingin dihitung pada alat *colony counter*. Jika terdapat koloni bakteri pada cawan petri, hitung koloni bakteri dengan cara menekan *micro switch* pada pen, sebagai indikator koloni bakteri terhitung *buzzer* akan berbunyi lalu *micro switch* akan

memberikan sinyal data kepada mikrokontroler. (Shi, 2019). Inputan nama user pengguna alat, data koloni bakteri yang terhitung dan waktu serta tanggal perhitungan akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses, setelah mikrokontroler memproses inputan nama user pengguna alat, data koloni bakteri dan data waktu serta tanggal perhitungan akan ditampilkan pada *display* alat, jika jumlah koloni bakteri yang ditampilkan pada *display* salah atau keliru, user bisa menekan tombol + dan tombol - untuk mengoreksi.(Laleh, 2021)

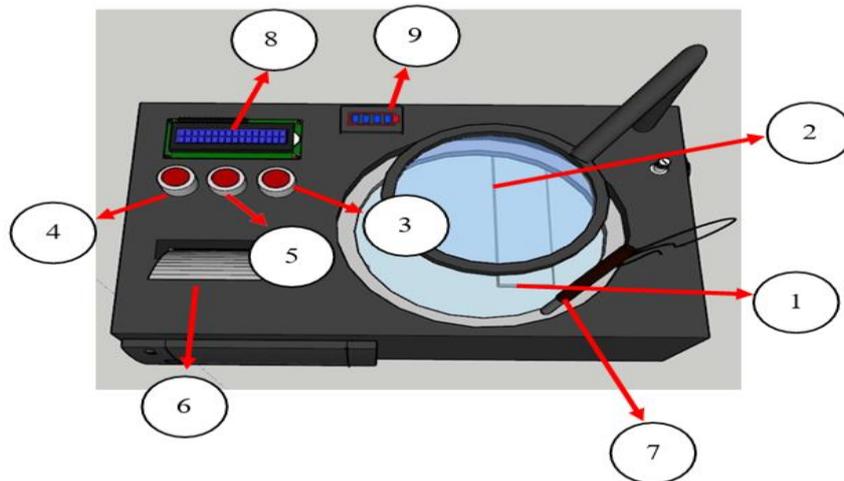
Jika perhitungan sudah sesuai, user bisa melanjutkan perhitungan dengan menandai koloni bakteri, lalu jika perhitungan sudah selesai user bisa menekan tombol print pada alat untuk mencetak hasil perhitungan tersebut. (Kotikian, 2021)Apabila user masih ingin melakukan perhitungan sampel lain, user bisa mengulangi proses kedua dan melakukan proses perhitungan. Jika tidak maka proses perhitungan koloni bakteri sudah selesai.(Zhang, 2019)



Gambar 4. Flowchart Colony Counter Portable Dengan Fitur Thermal Printer Berbasis Mikrokontroler"

C. Desain Alat

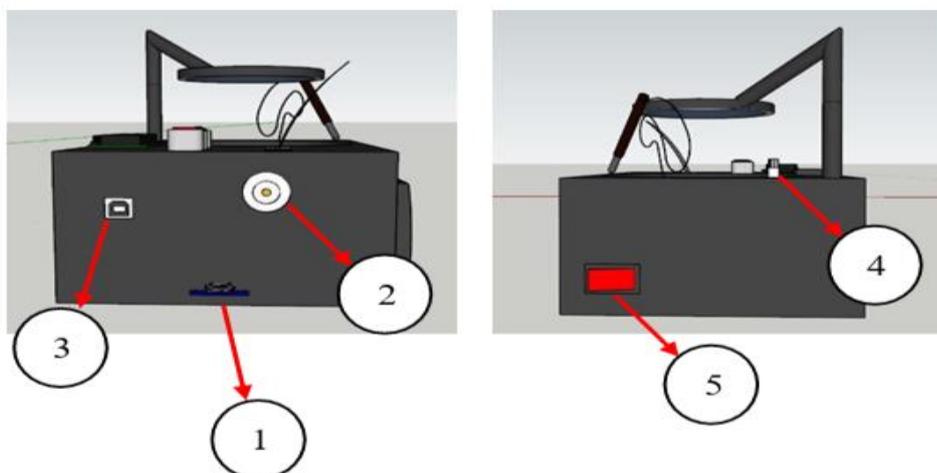
Berikut merupakan desain dari alat “Rancang Bangun Colony Counter Portable dengan Fitur Thermal Printer Berbasis Mikrokontroler”.



Gambar 5. Desain Alat Tampak Depan

Penjelasan bagian alat pada Gambar 5 sebagai berikut:

1. LED, untuk menerangi saat perhitungan sampel koloni bakteri
2. Lup, sebagai kaca pembesar yang membantu user melihat koloni bakteri yang tampak kecil
3. Tombol Print/Ok, untuk mencetak hasil jumlah koloni bakteri yang terhitung dan untuk melanjutkan proses
4. Tombol +, untuk menambahkan jumlah koloni bakteri jika terjadi kesalahan
5. Tombol -, untuk mengurangi jumlah koloni bakteri jika terjadi kesalahan
6. Thermal Printer, berfungsi sebagai pencetak hasil perhitungan koloni bakteri
7. Pen, untuk menandai koloni bakteri
8. LCD, berfungsi sebagai display pada alat
9. Indikator baterai, untuk mengetahui kapasitas baterai



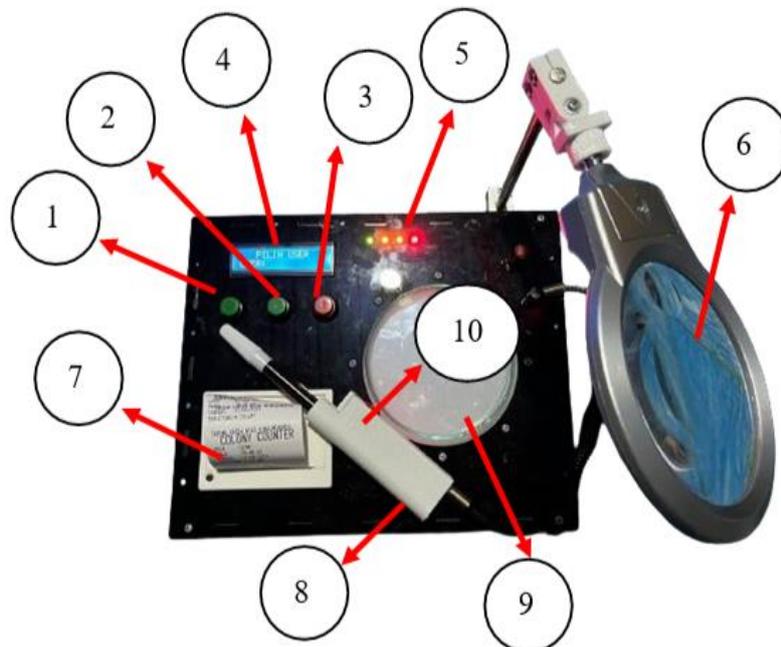
Gambar 6. Desain Alat Tampak Belakang

Penjelasan bagian alat pada Gambar 6 sebagai berikut:

1. Port *charger*, untuk mengisi daya pada baterai
2. *Buzzer*, sebagai indikator bakteri koloni terhitung
3. Port Arduino, untuk mengupload program
4. Potensiometer, untuk mengatur intensitas cahaya HPL pada alat
5. *Switch* atau saklar, untuk menyalakan dan mematikan alat

Hasil dan Pembahasan

Gambar produk yaitu gambar yang membuktikan bahwa alat telah selesai dikembangkan dan gambar fisik produk yang diimplementasikan dari sisi depan, samping, dalam dan belakang dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Alat Tampak Depan

Keterangan:

- 1) Tombol Up
- 2) Tombol Down
- 3) Tombol Next/OK
- 4) LCD 16x2
- 5) Indikator Baterai
- 6) Lup
- 7) Printer Thermal
- 8) Pen
- 9) Tempat peletakan cawan petri
- 10) Micro Switch

Untuk menilai keakuratan dari alat Colony Counter yang dibuat maka dilakukan pengujian hardware dan software alat dengan tujuan memastikan bahwa alat tersebut berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. (Xie, 2021)

A. Pengujian Baterai

Pengujian dari baterai bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran dari baterai. Jika pada pengujian baterai tersebut didapatkan hasil 12,6 VDC, maka pengujian dinyatakan berhasil, karena apabila saat pengujian hasilnya melebihi batas toleransi spesifikasi tegangan tentunya ini akan membahayakan bagi komponen yang mendapatkan inputan dari baterai.(Lei, 2021) Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter, probe positif multimeter diletakan pada keluaran positif baterai dan probe negatif multimeter diletakan pada keluaran negatif baterai. Hasil pengujian baterai dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Output Tegangan Baterai

Pengukuran Ke-	Output Tegangan (Vdc)	Tegangan Terukur (Vdc)	Error	Error (%)
1.	12,60	12,61	0,01	0,1
2.	12,60	12,63	0,03	0,2
3.	12,60	12,62	0,02	0,2
4.	12,60	12,61	0,01	0,1
5.	12,60	12,64	0,04	0,3
6.	12,60	12,63	0,03	0,2
7.	12,60	12,61	0,01	0,1
8.	12,60	12,64	0,04	0,3
9.	12,60	12,61	0,01	0,1
10.	12,60	12,62	0,02	0,2

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan baterai seperti pada Tabel 1 maka didapatkan rata-rata pengukuran tegangan yang keluar adalah 12,622 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,022 Vdc dengan Error (%) 0,17 % dan Akurasi (%) 99,83 %, maka pengujian dinyatakan berhasil.(Karayagiz, 2020)

B. Pengujian Arduino Uno

Pengujian Arduino uno dilakukan untuk mengukur tegangan output pada pin 5V. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter, probe positif multimeter diletakan pada pin 5V dan probe negatif multimeter diletakan pada pin Gnd. Hasil pengujian Arduino uno dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Output Tegangan Arduino Uno

Pengukuran Ke-	Output Tegangan (Vdc)	Tegangan Terukur (Vdc)	Error	Error (%)
1.	5	5,01	0,01	0,2
2.	5	5,01	0,01	0,2
3.	5	5,01	0,01	0,2
4.	5	5,01	0,01	0,2
5.	5	5,01	0,01	0,2
6.	5	5,01	0,01	0,2
7.	5	5,01	0,01	0,2
8.	5	5,01	0,01	0,2
9.	5	5,01	0,01	0,2
10.	5	5,01	0,01	0,2
Rata-rata tegangan terukur			5,010 Vdc	
Error			0,01 Vdc	
Error %			0,20 %	
Akurasi %			99,80 %	

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan output arduino uno seperti pada tabel 4.7 maka didapatkan rata-rata pengukuran tegangan yang keluar adalah 5,010 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,01 Vdc dengan Error (%) 0,20 % dan akurasi (%) 99,80 %, maka pengujian dinyatakan berhasil.(McCarthy, 2019)

C. Uji Banding

Tujuan pengujian alat rancang bangun colony counter adalah untuk mengukur kinerja secara komprehensif, termasuk ketepatan, kehandalan, dan efisiensi dalam menghitung koloni bakteri. Pengujian akan membandingkan kemampuan alat ini dengan colony counter yang telah terbukti di pasaran, dengan fokus pada akurasi hasil penghitungan dan kemudahan penggunaan serta perawatan alat.(Gribbin, 2019)

Tabel 4. Uji Banding Alat

Alat Yang Digunakan	Hasil Perhitungan		Perbedaan
	Colony Counter		
Colony Counter Portable	60		Sudah portable dan hasil perhitungan bisa langsung dicetak menggunakan printer thermal
Colony Counter J2	60		Belum portable dan pencatatan hasil perhitungan masih dilakukan secara manual oleh user

Berdasarkan Tabel 4 diatas hasil perhitungan koloni bakterimenggunakan alat *Colony Counter Portable* dan menggunakan alat *Colony Counter J2* sama, tetapi fitur yang dimiliki berbeda, *Colony Counter Portable* sudah dilengkapi dengan thermal printer sehingga hasil langsung bisa dicetak, *Colony Counter Portable* juga sudah menggunakan baterai sehingga penggunaannya tidak bergantung pada sumber listrik PLN.(Rodrigues, 2021)

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan dengan judul “Rancang Bangun *Colony Counter Portable* Dengan Fitur Thermal Printer Berbasis Mikrokontroler” maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan alat menggunakan bahan dasar *acrylic* untuk *body* alat ini dan untuk daya listrik menggunakan tegangan DC dari baterai untuk memberikan suplai tegangan kepada seluruh komponen seperti: *Arduino Uno*, *LED HPL*, *Buzzer*, *Module RTC*, *printer thermal*, dan *LCD 16X2*. Pengembangan yang dilakukan pada alat ini terletak pada sumber tegangan pada alat menggunakan baterai sehingga membuat alat ini bisa digunakan pada keadaan listrik padam, alat ini juga didesain dengan bentuk yang *portable* dengan tujuan memudahkan *user* dalam melakukan proses dalam menghitung jumlah koloni bakteri didalam laboratorium sehingga pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga analis kesehatan lebih cepat dan efisien. Prinsip kerja pada *colony counter* dengan menggunakan Pen yang ada pada alat *colony counter* untuk menyentuh setiap koloni, dan setiap sentuhan dihitung secara elektronik. Data yang diperoleh dari penghitungan koloni kemudian diproses dan ditampilkan pada layar atau bisa dicetak pada kertas hasil perhitungan yang tersedia pada alat ini.
2. Hasil pengujian produk dari data di lapangan dapat disimpulkan sebagai berikut. Tegangan yang dihasilkan baterai sebesar 12,622 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,023 Vdc dengan akurasi Error 0,17 %. Pada pengujian *Arduino uno* rata-rata pengukuran tegangan yang keluar adalah 5,010 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,01 Vdc dengan akurasi Error 0,20 %. Pada pengujian pengukuran tegangan module charger didapatkan tegangan yang terukur adalah 12,723 Vdc. Nilai Error pengukuran adalah 0,023 Vdc dengan akurasi Error 0,18 %.

Daftar Pustaka

- Conyers, D. (1994). *Perencanaan Sosial di Dunia Ketiga: Suatu Pengantar*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Subroto, E., Tensiska, dan Indiarto. R. (2014). Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan dalam upaya Mendukung Ketahanan Pangan di Desa Girijaya dan Mekarjaya, Kecamatan Cikajang, Kabupaten Garut. *Dharmakarya*. 13 (1) 1-4.
- Alam, A. (2010). *Perpustakaan Tempat Belajar Sepanjang Hayat*. Media Indonesia, Jakarta: Kamis, 7 Oktober: hlm.1, kolom 2.
- Suwahyono, N. (2004). *Pedoman Penampilan Majalah Ilmiah Indonesia*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI.
- Aota, L. S. (2021). Recrystallization kinetics, mechanisms, and topology in alloys processed by laser powder-bed fusion: AISI 316L stainless steel as example. *Materialia*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101236>

- Chen, L. (2021). A multiscale investigation of deformation heterogeneity in additively manufactured 316L stainless steel. *Materials Science and Engineering: A*, 820. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141493>
- Delahaye, J. (2019). Influence of Si precipitates on fracture mechanisms of AlSi10Mg parts processed by Selective Laser Melting. *Acta Materialia*, 175, 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.06.013>
- Elkholy, A. (2022). An accurate steady-state approach for characterizing the thermal conductivity of Additively manufactured polymer composites. *Case Studies in Thermal Engineering*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.101829>
- Gribbin, S. (2019). Role of grain structure, grain boundaries, crystallographic texture, precipitates, and porosity on fatigue behavior of Inconel 718 at room and elevated temperatures. *Materials Characterization*, 149, 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2019.01.028>
- Ho, A. (2019). On the origin of microstructural banding in Ti-6Al4V wire-arc based high deposition rate additive manufacturing. *Acta Materialia*, 166, 306–323. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.12.038>
- Karayagiz, K. (2020). Finite interface dissipation phase field modeling of Ni–Nb under additive manufacturing conditions. *Acta Materialia*, 185, 320–339. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.11.057>
- Kotikian, A. (2021). Innervated, Self-Sensing Liquid Crystal Elastomer Actuators with Closed Loop Control. *Advanced Materials*, 33(27). <https://doi.org/10.1002/adma.202101814>
- Laleh, M. (2021). A critical review of corrosion characteristics of additively manufactured stainless steels. *International Materials Reviews*, 66(8), 563–599. <https://doi.org/10.1080/09506608.2020.1855381>
- Lei, C. (2021). Controlled Vertically Aligned Structures in Polymer Composites: Natural Inspiration, Structural Processing, and Functional Application. *Advanced Materials*, 33(49). <https://doi.org/10.1002/adma.202103495>
- McCarthy, R. R. (2019). The use of bacterial polysaccharides in bioprinting. *Biotechnology Advances*, 37(8). <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107448>
- Rodrigues, T. A. (2021). Effect of heat treatments on 316 stainless steel parts fabricated by wire and arc additive manufacturing: Microstructure and synchrotron X-ray diffraction analysis. *Additive Manufacturing*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102428>
- Shi, G. (2019). A versatile PDMS submicrobead/graphene oxide nanocomposite ink for the direct ink writing of wearable micron-scale tactile sensors. *Applied Materials Today*, 16, 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2019.06.016>
- Tetik, H. (2021). Bioinspired Manufacturing of Aerogels with Precisely Manipulated Surface Microstructure through Controlled Local Temperature Gradients. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 13(1), 924–931. <https://doi.org/10.1021/acsami.0c19087>
- Xie, X. (2021). Mechanistic data-driven prediction of as-built mechanical properties in metal additive manufacturing. *Npj Computational Materials*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41524-021-00555-z>

Zhang, D. (2019). Controllable Ceramic Green-Body Configuration for Complex Ceramic Architectures with Fine Features. *Advanced Functional Materials*, 29(12). <https://doi.org/10.1002/adfm.201807082>