

## Rancang Bangun *Compact Automatic Tissue Processor* Dengan Arduino & Kontrol Suhu *Realtime*

Tegar Pandu Atmojo<sup>1\*</sup>, Eko Nugroho<sup>2</sup>, Setyo Adi Nugroho<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis/Fakultas Sains Teknologi, ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

\*Email : 2202305014@students.itspku.ac.id

### **Kata kunci:**

*Tissue processor, Arduino, kontrol suhu real time*

### **Abstrak**

*Automatic tissue processor merupakan alat yang digunakan dalam pemeriksaan patologi, Pengolahan jaringan yang rumit cukup merepotkan operator jika dilakukan secara manual, mengingat pada tahap pengolahan jaringan membutuhkan ketelitian dan monitoring waktu yang tepat. Dalam mengurangi ketidaktepatan waktu yang dapat menyebabkan hasil sample jaringan kurang maksimal dibuatlah alat Automatic Tissue Processor. Namun alat Automatic Tissue Processor yang ada biasanya didesain dengan bentuk yang besar sehingga konsumsi reagen pada saat pemrosesan jaringan juga besar, hal tersebut menjadi kendala pada beberapa lab patologi anatomi kecil atau rumah sakit kecil dengan pasien yang sedikit, selain itu pemantauan suhu realtime pun jarang ada pada alat sehingga seringkali user tidak mengetahui berapa suhu realtime yang tertera menyebabkan kontrol terhadap kualitas reagen parafin jadi sulit, berangkat dari hal tersebut dengan menggunakan metode riset and development (RND) penelitian ini merancang automatic tissue processor dengan 4 chamber, pada 1 chamber terakhir adalah Chamber parafin dilengkapi dengan Heater dan pengatur suhu, menggunakan sensor suhu DHT-22. dimana chamber dibuat dengan ukuran yang compact sehingga dapat menghemat penggunaan reagen, suhu pada chamber tersebut di set cutoff di suhu 60° C. Hasil penelitian alat dapat bekerja dengan baik untuk akurasi sensor suhu didapat di nilai 100% dengan tingkat kesalahan 0%, lalu untuk tingkat akurasi Timer didapat di nilai 99,57% dengan tingkat kesalahan 0,43%.*

## ***Design and Development of a Compact Automatic Tissue Processor With Arduino & Realtime Temperature Control***

### **Keyword :**

*Tissue processor, Arduino, real time temperature control*

### **Abstract**

*Automatic tissue processor is a tool used in pathological examinations. Processing complex tissue can be quite troublesome for operators if done manually, considering that the tissue processing stage requires precision and precise timing. To reduce time inaccuracies which can cause tissue sample results to be less than optimal, an Automatic Tissue Processor tool was created. However, the existing Automatic Tissue Processor tools are usually designed with a large shape so that reagent consumption during tissue processing is also large, this is an obstacle in some small anatomical pathology labs or small hospitals with few patients, besides that real-time temperature monitoring is rare. is in the tool so that the user often does not know what the real-time temperature is, causing control of the quality of the paraffin reagent to be difficult. Starting from this, using the research and development (RND) method, this research designed an automatic tissue processor with 4 Chambers, the last 1 Chamber being The paraffin Chamber is equipped with a Heater and temperature controller, using a DHT-22 temperature sensor. where the Chamber is made with a compact size so as to*

*save on the use of reagents, the temperature in the Chamber is set at a cutoff temperature of 60o C. The research results show that the tool can work well for temperature sensor accuracy which is obtained at a value of 100% with an error rate of 0%, then for The Timer accuracy level was obtained at 99.57% with an error rate of 0.43%.*

## PENDAHULUAN

Patologi merupakan cabang bidang kedokteran yang berkaitan dengan ciri-ciri dan perkembangan penyakit melalui analisis perubahan fungsi atau keadaan bagian tubuh. Bidang patologi terdiri atas patologi anatomi dan patologi klinik. Ahli patologi anatomi membuat kajian dengan mengkaji organ sedangkan ahli patologi klinik mengkaji perubahan pada fungsi yang nyata pada fisiologi tubuh. Dari berbagai sumber patologi anatomi juga diartikan sebagai cabang ilmu kedokteran yang melakukan pemeriksaan sampel jaringan dari organ yang diduga mengalami kerusakan untuk menemukan penyakit yang menjadi penyebabnya (Muslim, 2022).

*Automatic Tissue Processor* adalah alat yang berguna untuk proses pengolahan jaringan pada kegiatan histoteknik (proses untuk membuat sajian histologi) yang telah dipotong dan telah melalui tahap proses kimiawi yaitu Fiksasi (*Fixation*), Pemeriksaan Kotor (*Gross Examination*), dan kemudian dilakukan Pengolahan Jaringan (*Tissue Processing*). *Tissue Processor* atau Pengolahan jaringan bertujuan untuk mengolah jaringan agar proses mikrotom bisa dilakukan secara sempurna. *Tissue Processor* Terdiri dari beberapa tahap yaitu Dehidrasi, *Clearing*, Infiltrasi parafin. Pada saat proses infiltrasi yaitu dengan menggunakan parafin cair yang dipanaskan berfungsi untuk mengisi rongga-rongga atau pori-pori yang ada pada jaringan setelah ditinggalkan oleh cairan sebelumnya (xylol) (Sunardi dan Irawadi, 2024).

Pengolahan jaringan yang rumit cukup merepotkan operator jika dilakukan secara manual, mengingat pada tahap pengolahan jaringan membutuhkan ketelitian dan monitoring waktu yang tepat. Dalam mengurangi ketidaktepatan waktu yang dapat menyebabkan hasil sampel jaringan kurang maksimal dibuatlah alat *Automatic Tissue Processor*. *Automatic Tissue Processor* adalah alat untuk memproses 4 tahapan (*Fixation*, Dehidrasi, *Clearing*, *Infiltration Paraffin*) yang dimana membutuhkan waktu  $\pm 18,5$  jam dalam sekali proses. *Automatic Tissue Processor* sanggup memproses ratusan sampel jaringan dalam sekali running. *Automatic Tissue Processor* bekerja dengan setting tertentu sesuai dengan kebutuhan patologis. Alat *Automatic Tissue Processor* ini sangat membantu kecepatan kerja untuk membuat preparat histologi (Ramdhani dan Esanov, 2019).

*Tissue Processing* merupakan tahapan pertama dalam pemrosesan jaringan pada pemeriksaan patologi anatomi. Dalam pemeriksaan laboratorium patologi anatomi tempo dulu proses tissue prosesing dilakukan secara manual oleh analis laboratorium, namun seiring perkembangan teknologi belakangan ini proses tissue prosesing manual sudah mulai digantikan oleh alat “*Automatic Tissue Processor*”.

Alat *Automatic Tissue Processor* yang ada di pasaran saat ini mayoritas di desain dengan body yang besar dan lot pemeriksaan yang banyak, dimana hal tersebut sering kali menjadi kendala pada lab klinik kecil atau rumah sakit kecil karena akan menjadikan cost pemeriksaan menjadi lebih tinggi karena konsumsi Reagen yang banyak tidak sebanding dengan jumlah pasien yang tersedia.

Alat *Automatic Tissue Processor* yang ada di pasaran saat ini pun banyak yang tidak dilengkapi dengan indikator suhu dimana suhu sangat berpengaruh pada chamber parafin proses infiltrasi parafin.

Mengingat ada beberapa kekurangan alat yang ada di pasaran saat ini penulis berkeinginan untuk membuat alat *Automatic Tissue Processor* yang lebih *compact* dan dilengkapi dengan indikator suhu yang lebih baik sehingga dapat digunakan dengan lebih baik pada klinik atau laboratorium PA di rumah sakit kecil.

Penelitian Sunardi dan Irawadi (2024) yang membuat *Automatic Tissue Processor* dengan pengatur suhu LM-35 dimana masih terdapat kekurangan dalam pengaturan suhu dengan sensor LM-35, yang berpengaruh pada proses infiltrasi parafin. Penelitian (Ramdhani, Esanov Gurindra, 2019) yang juga membuat *Automatic Tissue Processor* namun hanya pada bagian proses dehidrasi, sehingga tidak dapat dikatakan sebagai proses *Tissue Processing*, dimana pada penelitian ini juga dijelaskan tentang kesulitan melakukan *Tissue Processing* secara manual tanpa alat.

Penelitian Dermawan (2022) yang juga membuat *Automatic Tissue Processor* dengan Mikrokontroler atmega dan lcd standar, dimana pada penelitian ini penulis memberi kesimpulan bahwa alatnya dapat di kembangkan dengan menambahkan fitur pengukuran suhu *real time*.

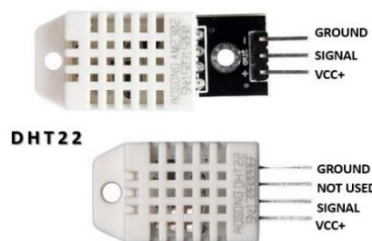
Dari beberapa jurnal yang menjadi referensi peneliti, memiliki persamaan penggunaan komponen dalam pengembangan alat tissue processor dengan menambah menu pengatur suhu dan penampil suhu *real time*, serta dengan mengganti display dari LCD standard ke display OLED dengan pertimbangan kelebihan display OLED dibanding dengan LCD standar. Peneliti juga akan membuat alat yang lebih *compact* dibanding alat di pasaran sehingga dapat digunakan di klinik atau RS yang lebih kecil , karena dapat menghemat / efisiensi reagen.

## 1. IC DHT-22 Sebagai Sensor Suhu

DHT22 adalah sensor digital kelembaban dan suhu relatif. Sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan *thermistor* untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. DHT22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga relatif murah (Satya, Oktiawati dan Fahrurrozi, 2020).

Tissue Processor adalah perangkat medis yang berfungsi untuk memproses jaringan kedalam beberapa langkah. Salah satu prosesnya disebut *embedding*, pada proses ini jaringan dimasukkan ke dalam bejana berisi parafin cair yang dipanaskan dengan suhu stabil 60 hingga 80 °C (Naufal dan Jans, 2023).

Sensor yang digunakan untuk mengindera suhu dan sekaligus kelembaban adalah DHT22. Sensor ini mempunyai kemampuan yang cukup cepat dan akurat serta jarak pembacaan yang luas. Sensor ini bekerja pada jangkauan kelembaban 0-100% dan suhu pada jangkauan 40-800C. Akurasi dari sensor DHT22 adalah 0,50C untuk pembacaan suhu dan  $\pm 2\%$  untuk pembacaan kelembaban (Wajiran dan Riskiono, 2020).



Gambar 1. IC DHT22

## 2. Mikrokontroler Arduino Uno :

Arduino Uno merupakan salah satu jenis papan Mikrokontroler yang dikembangkan oleh Arduino.cc. Arduino dapat dikoneksikan ke komputer dengan kabel USB dan deprogram dengan menggunakan *Software* Arduino (IDE) yang mendukung bahasa pemrograman C dan C++ ataupun dengan *software* lain (Elisabeth Pratidhina dan Heru Kuswanto 2021).

Arduino Uno merupakan papan Mikrokontroler yang berbasis ATmega 328P. Mempunyai 14 digital input/output, yang 6 pin bisa digunakan sebagai keluaran PWM, 6 analog input, 16 MHz oscillator Kristal, penghubung USB, Power jack, ICSP header, dan tombol reset. Bagian ini sangat dibutuhkan untuk mendukung Mikrokontroler. Contoh, menghubungkan Arduino ke komputer dengan kabel USB atau memberikan tegangan AC ke DC adaptor atau baterai untuk memulainya. Perbedaan mendasar dari sebelumnya adalah tidak menggunakan chip FTDI dan sebagai gantinya menggunakan Atmega8U2 yang diprogram sebagai converter USB-to-serial. Perubahan ini cukup membantu dalam instalasi *software* Arduino dalam pembuatan alat sistem prosesingnya menggunakan arduino uno. Spesifikasi arduino uno ini mempunyai I/O sebanyak 14 pin Digital yang dapat difungsikan sebagai masukan atau keluaran (terdapat 6 pin yang bisa digunakan untuk PWM). Arduino uno juga memiliki 6 input analog. Arduino secara umum bekerja pada tegangan 5 volt. Arus untuk semua pin adalah 50 mA. Memiliki kristal 16 Mhz, koneksi usb, jack adapter, dan tombol reset. Berikut adalah bentuk arduino uno bias dilihat pada gambar berikut (Muttaqin dan Santoso, 2021).

Arduino adalah platform pembuat prototipe elektronik yang bersifat open-source yang berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling ketergantungan, fleksibel dan mudah digunakan. Arduino sangat populer digunakan sebagai salah satu alat yang banyak digunakan untuk media pembelajaran. Ratusan ribu desainer, insinyur, pelajar, pengembang dan pembuat di seluruh dunia menggunakan Arduino untuk berinovasi dalam musik, permainan, smart home, pertanian, kendaraan otonom, kecerdasan buatan dan masih banyak lagi. Arduino didirikan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles yang berasal dari hasil penelitiannya. Kemudian Arduino diperkenalkan kepada siswa untuk media pembelajaran perancangan prototipe pada tahun 2005. Hingga saat ini Arduino terus berkembang dan semakin populer bahkan digunakan di perusahaan-perusahaan besar. Arduino board adalah perangkat keras yang memiliki chip dasar Mikrokontroler ATmega8 atau turunannya. Sedangkan papan yang memperkuat kemampuan dari Arduino board disebut shield (Martin dan Susandi, 2022).

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik board. Baterai dapat dimasukkan pada pin header Gnd dan Vin dari konektor daya (Fatimang, 2022).



Gambar 2. Arduino Uno

### 3. Organic Light Emitting Diode (OLED)

Modul OLED I2C 0.96 adalah suatu display grafik berukuran 0.96 inci dan mempunyai resolusi 128 x 64 pixel menggunakan teknologi OLED. Modul OLED biasanya terbuat dari karbon dan hidrogen. Pemrograman modul OLED menggunakan Mikrokontroler arduino yang berkomunikasi I2C,

menggunakan 2 pin yaitu pin SDA dan Pin SCK sehingga dapat menghemat pin (Nugroho dan Effendi 2022).

*Organic Light-Emitting Diode* (OLED) adalah merupakan sebuah semikonduktor sebagai pemancar cahaya yang terbuat dari lapisan organik. OLED digunakan dalam teknologi elektroluminensi, seperti pada tampilan layar atau display. Teknologi ini terkenal fleksibel dengan ketipisannya yang mencapai kurang dari 1 mm.

Teknologi OLED ditemukan oleh ilmuwan Perusahaan Eastman Kodak, Dr. Ching W. Tang pada tahun 1979. Riset di Indonesia mengenai teknologi ini dimulai pada tahun 2005. OLED diciptakan sebagai teknologi alternatif yang mampu mengungguli generasi tampilan layar sebelumnya seperti tampilan kristal cair (Liquid Crystal Display atau LCD). OLED terus dikembangkan dan diaplikasikan ke dalam peranti teknologi tampilan atau display.

OLED merupakan peranti penting dalam teknologi elektroluminensi. Teknologi tersebut memiliki dasar konsep pancaran cahaya yang dihasilkan oleh piranti akibat adanya medan listrik yang diberikan. Teknologi OLED dikembangkan untuk memperoleh tampilan yang luas, fleksibel, murah dan dapat digunakan sebagai layar yang efisien untuk berbagai keperluan layar tampilan atau display.

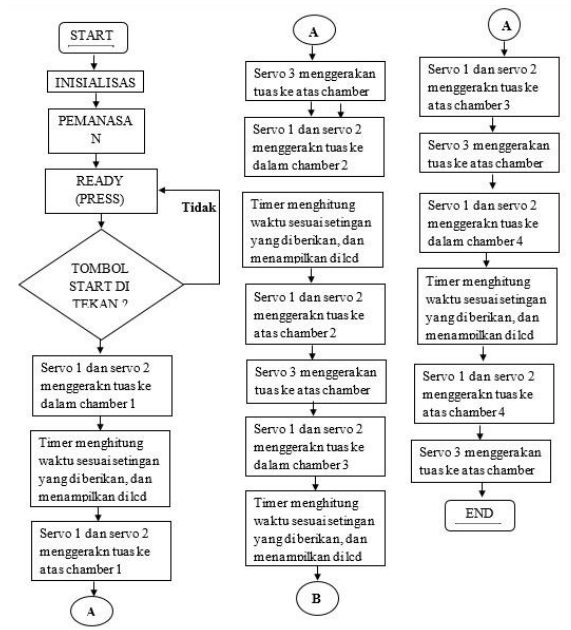
Jumlah warna dari cahaya yang dipancarkan oleh peranti OLED berkembang dari satu warna menjadi multi-warna. Fenomena ini diperoleh dengan membuat variasi tegangan listrik yang diberikan kepada peranti OLED sehingga peranti tersebut memiliki prospek untuk menjadi peranti alternatif seperti teknologi tampilan layar datar berdasarkan kristal cair.



Gambar 3. *OLED*

## METODE

Pada Penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian berupa *research and development* (RnD). *research and development* (RnD) merupakan proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada (Okpatrioka, 2023)

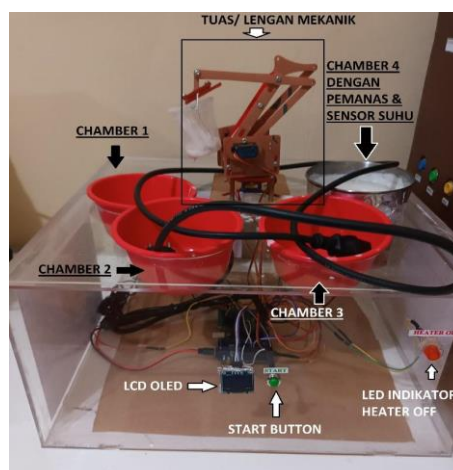


Gambar 4. Flow Chart Alat

Teknik pengumpulan data merupakan suatu metode yang digunakan dengan tujuan mengumpulkan data-data penelitian. Metode yang dilakukan dengan membandingkan suhu setingan pada alat peneliti dengan termometer digital, dan juga membandingkan *Timer* setingan pada alat dengan *Timer* yang sesuai

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang sudah dilakukan peneliti ini merupakan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak secara keseluruhan yang sudah dibuat untuk memastikan sistem kerja alat ini sudah berjalan. Hasil dari perancangan Rancang Bangun *Compact Automatic Tissue Processor* Dengan Arduino & Kontrol Suhu *Realtime* dapat dilihat dari gambar yang ada di bawah ini .



Gambar 5. Proyek alat

Dari gambar 5 Hasil dari perancangan fisik automatic Rancang Bangun *Compact Automatic Tissue Processor* Dengan Arduino & Kontrol Suhu *Realtime* memiliki keterangan sebagai berikut :

1. Tombol *start* digunakan untuk memulai pemeriksaan.

- LCD OLED Gambar IV. 3 Uji coba perancangan alat digunakan untuk menampilkan seting suhu dan waktu proses
- Lengan mekanik/ tuas digunakan untuk menggerakkan *sample* ke setiap *Chamber*
- LED Indikator heater *off* digunakan sebagai indikator jika *Heater* dalam posisi *off*.
- Chamber* 1,2,3,4 digunakan untuk meletakkan reagen, pada *Chamber* 4 terdapat heater dan sensor suhu.

### Analisis rangkaian pengatur suhu

Dari hasil pengumpulan data dan berdasarkan perhitungan tingkat keakuratan dan kesalahan maka di dapat table berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Data Sensor Suhu

Titik	Rata-rata	Teori	Selisih	Kesalahan	Keakuratan
Pengukuran	Hasil			(%)	(%)
(TP)	Pengukuran				
TP 1	60°C	60°C	0	0%	100%

### Analisis rangkaian timer

Dari hasil pengumpulan data dan berdasarkan perhitungan tingkat keakuratan dan kesalahan maka di dapat table berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Data Timer

Titik	Rata-rata	Teori	Selisih	Kesalahan	Keakuratan
Pengukuran	Hasil			(%)	(%)
(TP)	Pengukuran				
TP 1	29,87 detik	30 detik	0,13 detik	0,43 %	99,57 %

## SIMPULAN

- Pada penelitian ini telah dibuat sebuah pengembangan alat *automatic tissue processor* dengan 4 chamber dimana chamber dibuat dengan ukuran yang *compact* sehingga dapat menghemat penggunaan reagen, alat tersebut juga dilengkapi dengan sensor suhu *real time* dan *Timer* yang akurat. Untuk akurasi sensor suhu didapat di nilai 100% dengan tingkat kesalahan 0%, lalu untuk tingkat akurasi *Timer* didapat di nilai 99,57% dengan tingkat kesalahan 0,43%,
- Proses validasi alat menggunakan pengukuran dengan *stopwatch* dan termometer industri, lalu data dikumpulkan dan dihitung tingkat akurasi dan kesalahannya.

## REFERENSI

- Anggi Hermawan, Aris Sunawar, and Nur Hanifah Y. (2020). Rancang Bangun Pembuat Layout PCB Otomatis Berbasis Android. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*. 5(2): 7–12.
- Aulia Alfiana Yufriada, Lucky Putri Rahayu, Dwiky Fajri Syahbana. (2021). Implementasi Kontrol Torsi Motor Servo Menggunakan Metode Pi Pada Sistem Automatic Pallet Dispenser.
- Balqis Mezzaluna D'azzuri, Susianti, Nisa Karima. (2023). Vegetable Oils as A Substitute of Toxic Chemicals in The Histopathological Clearing Process
- Bayu Wibowo1, Sigit Doni Ramdan. (2022). Rangkaian Sensor Suhu LM35

- Dermawan, Dwi Sadhu. (2022). Simulasi *Automatic Tissue Processor*.
- Erliza Yubarda, Mira Ros Yanti. (2019). Sistem Informasi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Patologi Anatomi Pada RS. Permata Hati
- Fatimang, Sitti. (2022). Rancang Bangun Alat Terapi Inhalasi Uap Untuk Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Berbasis Arduino Uno. *JITEL: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*.1(1): 66–86.
- Junfithrana, AP., Kusumah, IH. (2019). Identifikasi Gas terlarut Minyak Transformator dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode TDCG untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 KV.
- Hadi, Muhammad Abdul, Pratolo Rahardjo, and I Putu Elba Duta Nugraha. (2021). Sistem Embedded Berbasis Raspberry Pi ( Pengontrolan Dasar Led , Led Dot-Matrix, dan Seven Segment. *Jurnal SPEKTRUM*. 8(2): 289.
- Hariyandi, A. (2020). Analisis Perancangan Sistem Informasi Medical Record Pada Poli Klinik Patologi Anatomi.
- Indahyanti, U., Rahmawati, Y. (2020). Buku Ajar Algoritma Dan Pemrograman Dalam Bahasa C++. Umsida Press.
- Mardianto, Eko. 2022. “Panduan Belajar Mikrokontroller Arduino.” : 120.
- Martin, K., Susandi D. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Irigasi Kabut Otomatis Tanaman Edelweis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno.
- Muhammad Akmal Mulyono. (2019). Simulasi Alat Penjaring Ikan Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Continuous, Sensor Jarak Hc- Sr04 Dan Tombol, Menggunakan Arduino Mega.
- Muslim, R. (2022). Implementasi Model Spiral untuk Rancang Bangun Sistem Informasi Pengelolaan Pasien Laboratorium Patologi Anatomi Universitas Sumatera Utara.
- Mutmainnah, Imam Rofii, Misto, Dewi Ulul Azmi. (2020). Karakteristik Listrik Dan Optik Pada LED Dan Laser. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 8(2): 203–8.
- Naufal, R A dan Jans, H. (2023). Reverse Engineering Alat Pemanas Pada Mesin Tissue Processor PT. Miconos.
- Noor Azlina Mohd Nayan. (2023). Histologi: kaedah melihat sel secara mikroskopik
- Nugroho, Gayuh Wahyu, and Rusdhianto Effendi. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Luas Permukaan Kulit Menggunakan Konveyor Dan Sensor Optik Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik ITS*. 11(1).
- Nurul Adhim, and Ratna Mustika Yasi. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengaman Sepeda Motor Berbasis Relay. *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*. 1(1).
- Raita Rahmatina, Muhammad Nor Aripin, Muhammad Iqbal, Agatha Deolika. (2023). Implementasi Transistor BD139 Dan Rangkaian Relay Pada Mesin Air. *Journal of Information Technology*. 3(1): 11–18.
- Ramdhani dan Esanov Gurindra. (2019). Simulasi *Automatic Tissue Processor* Tahap Dehidrasi Menggunakan Mikrokontroler.
- Resmiati, Meiki Eru Putra. (2021). Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Tinggi Badan Digital Untuk Penilaian Status Gizi.
- Rosaly, Rizqi. (2019). Pengertian *Flowchart* Beserta Fungsi Dan Simbol-Simbol *Flowchart* Yang Paling Umum Digunakan.
- Ryian Fatahillah Murad, Ghufon Almasir, Charles Ronald Harahap. (2022). Pendeteksi Gas Amonia Untuk Pembesaran Anak Ayam Pada Box Kandang Menggunakan Mq-135.
- Satya, TP., Oktawati, UY., Fahrurrozi I. 2020. Analisis akurasi sistem sensor DHT22 berbasis arduino terhadap thermohygrometer standar.

- Slamet Purwo Santosa, R. Mas Wahyu Nugroho. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V. 9(1): 6.
- Suci Antarini, Anto Awaludin, D. Fadly Pratama. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dengan Metode Saintifik Pada Pembelajaran Praktikum.
- Sunardi, Irawadi B. (2024). Perancangan *Automatic Tissue Processor* Pada Tahap Infiltrasi Paraffin Jaringan Untuk Pembuatan Sediaan Preparat Histologi
- Wajiran, W dan Riskiono, SD. (2020). Desain Iot Untuk Smart Kumbung dengan Thinkspeak dan Nodemcu.