



JURNAL ILMU KEDOKTERAN DAN KESEHATAN INDONESIA

Volume.4 No.2 Juli 2024

Faktor Risiko Kematian Pada Pasien Diabetes Melitus dan Penyakit Jantung: Systematic Review

Cindy Muazizah¹, Hermina Novida²

¹⁻² Universitas Airlangga, Indonesia

Alamat: PQJM+528, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60115

Korespondensi Penulis : Cmuazizah6@gmail.com*

Abstract. *World Health Organization defines a cause of death as an illness, disease or injury that causes or contributes to death. Diabetes mellitus is a major comorbidity and cardiac arrest is the highest cause of death. Cardiovascular disease is more common in men with an average age of 57 years. There are many types of cardiovascular disease, but the most common and well-known are coronary heart disease and stroke. Basic Health (Riskesdas) in 2018 reported that the incidence of heart and blood vessel disease is increasing from year to year. The main factor in heart disease is uncontrolled blood sugar, while the most common macrovascular complication of diabetes mellitus is coronary heart disease. Causative factors The prevalence of type 2 diabetes mellitus is caused by the interaction between gene susceptibility factors and environmental exposure as follows Genetics and Environment The occurrence of coronary heart disease is closely related to the presence of disorders affecting the blood vessels called atherosclerosis. This research uses a systematic review based on Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). with inclusion and exclusion criteria, the risk of cardiovascular death and myocardial infarction was higher with increasing values of lysis time and maximum turbidity.*

Keywords: *Diabetes Mellitus, Heart Disease, Mortality, Risk Factors*

Abstrak. Organisasi Kesehatan Dunia mendefinisikan penyebab kematian sebagai penyakit, penyakit atau cedera menyebabkan terjadinya kematian. Diabetes melitus merupakan penyakit penyerta utama dan henti jantung merupakan penyebab kematian tertinggi. Penyakit kardiovaskular sering terjadi pada pria usia rata-rata 57 tahun Terdapat banyak jenis penyakit kardiovaskular, tetapi yang paling umum dan terkenal adalah penyakit jantung koroner serta stroke. Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 melaporkan bahwa kejadian penyakit jantung serta pembuluh darah meningkat dari tahun ke tahun. Faktor utama penyakit jantung adalah gula dalam darah yang tidak terkontrol sedangkan komplikasi makrovaskuler diabetes melitus terbanyak adalah penyakit jantung koroner. Faktor penyebabnya Prevalensi diabetes mellitus tipe 2 disebabkan oleh interaksi antara faktor kerentanan gen dan paparan lingkungan sebagai berikut Genetik dan Lingkungan Terjadinya penyakit jantung koroner berkaitan erat dengan adanya gangguan yang mengenai pembuluh darah yang disebut aterosklerosis. Penelitian ini menggunakan *systematic review* yang berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). dengan kriteria inklusi dan eksklusi, risiko kematian kardiovaskular dan infark miokard lebih tinggi dengan nilai waktu lisis dan kekeruhan maksimum yang meningkat.

Kata kunci: Diabetes Mellitus, Heart Disease, Mortality, Risk Factors

1. LATAR BELAKANG

Organisasi Kesehatan Dunia mendefinisikan penyebab kematian sebagai penyakit, penyakit atau cedera yang dapat menyebabkan terjadinya kematian. Penyebab kematian adalah keluhan atau peristiwa atau kondisi, peristiwa eksternal yang menyebabkan pasien meninggal termasuk di dalam rumah sakit. Rumah Sakit yaitu fasilitas pelayanan dalam kesehatan. Salah satu dari pengolahan data di rumah sakit yaitu pengolahan data kematian yang diolah oleh bagian pelaporan di Unit Rekam Medis. Di dalam pelaporan kematian menjelaskan informasi mengenai jumlah kematian yang terjadi pada suatu populasi serta jumlah kematian pasien,

indeks kematian dan penyebab kematian. Penyebab kematian pasien disebabkan beberapa faktor salah satunya yaitu riwayat penyakit (Nurhayati *et al.*, 2018).

Penderita diabetes di dunia tahun 2013 ada 382 juta serta 2035 diperkirakan meningkat menjadi 592 juta menurut perkiraan IDF terbaru, dari 382 juta diperkirakan 175 di antaranya belum terdiagnosis, dapat diperkirakan bahwa diabetes mellitus meningkat secara progresif yang menyebabkan komplikasi. Jumlah kematian penderita diabetes melitus lebih dari 80% di negara miskin serta berkembang. Proporsi kematian diperkirakan akan berlipat ganda pada tahun 2030 (Aquarista, 2016). bahwa 22% pasien Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) meninggal saat menjalani pengobatan di Rumah Sakit H. Adam Malik Medan. Sebesar 7,1% pasien DMT2 yang dirawat inap di RS Klungkung meninggal dunia di Rumah Sakit dan sebesar 90,5% dapat melakukan berobat jalan. Banyaknya pasien DMT2 dengan komplikasi yang pulang untuk berobat dikarenakan beberapa faktor, yaitu pelayanan kesehatan yang baik dalam merawat pasien DMT2 komplikasi, dan kondisi klinis membaik sesudah mendapat terapi selama rawat inap (Sugiarta *et al.*, 2020).

Diabetes melitus merupakan penyakit penyerta utama dan henti jantung merupakan penyebab kematian tertinggi. Penyakit kardiovaskular sering terjadi pada pria dengan rata-rata usia 57 tahun. Penyakit kardiovaskular yaitu penyakit tidak menular paling umum serta penyebab utama kematian secara global. Risiko penyakit kardiovaskular ada yang dapat menentukan faktor-faktor yang tidak bisa dikendalikan. Faktor risiko yang dapat dikendalikan antara lain kadar lipid di dalam darah, faktor perilaku serta gaya hidup seperti merokok, diet, alkohol, serta aktivitas fisik sedangkan yang tidak dapat dikendalikan antara lain usia, jenis kelamin, serta kondisi *menopause*. Faktor risiko tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, diabetes, obesitas, pilihan risiko utama penyakit kardiovaskular di Indonesia. Tren peningkatan faktor risiko setiap waktu yang menunjukkan adanya beban penyakit kardiovaskular yang meningkat (Opitasari *et al.*, 2021).

Terdapat banyak jenis penyakit kardiovaskular, tetapi paling umum serta terkenal yaitu penyakit jantung koroner serta stroke. Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 melaporkan bahwa terjadinya penyakit jantung serta pembuluh darah meningkat dari setiap tahun. Setidaknya, 15 dari 1000 orang, sekitar 2.784.064 orang Indonesia mengalami kelainan jantung (Widiastuti *et al.*, 2021).

Penyakit jantung yaitu penyakit yang disebabkan arteri koroner diakibatkan proses aterosklerosis serta spasme atau kombinasi antar keduanya (Aquarista, 2016). Penyakit jantung koroner dikenal dengan penyakit arteri koroner (*Coronary Artery Disease*) Proses aterosklerosis menyebabkan timbunan lemak pada dinding arteri koroner yang terjadi saat usia

muda hingga usia tua. Beberapa faktor risiko dapat menyebabkan infark bergantung pada kondisi pasien yang dapat meningkatkan risiko kematian pasien (Marleni *et al.*, 2017).

Faktor utama penyakit jantung adalah gula dalam darah yang tidak terkontrol sedangkan komplikasi makrovaskuler diabetes melitus terbanyak adalah penyakit jantung koroner. Angka kasus penyakit jantung koroner pada diabetes melitus sekitar 45-70%. Hingga Mei tahun 2012 kasus penyakit jantung koroner penderita diabetes mellitus tipe 2 masih tinggi. *American Heart Association* melaporkan bahwa sekitar 65% penderita diabetes mellitus meninggal karena penyakit jantung serta stroke.

Kebiasaan merokok serta hipertensi menyebabkan komplikasi pada penyakit jantung koroner pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji Surabaya tahun 2016. (Aquarista, 2016). Hubungan bermakna diantara diabetes melitus dengan PJK Pasien yang memiliki diabetes mellitus memiliki risiko 16.996 kali mengalami PJK, dibandingkan dengan pasien yang tidak memiliki diabetes mellitus. Maka dari itu berdasarkan informasi tersebut, peneliti ingin mengetahui faktor risiko kematian pasien diabetes dan penyakit jantung koroner di rumah Sakit (Rahmawati *et al.*, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yaitu kualitatif *systematic review* berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Populasi penelitian ini yaitu seluruh studi sudah terbit dan membahas mengenai faktor risiko kematian pasien diabetes melitus dengan penyakit jantung. Besar sampel yaitu seluruh studi telah terbit serta sesuai dengan kriteria inklusi dan juga eksklusi. Sampel diambil dengan total sampling, yakni teknik pengambilan semua sampel yang memenuhi kriteria inklusi serta eksklusi.

Teknik sampling penelitian ini yaitu dengan penyaringan hasil pencarian literatur didapatkan dari database (Pubmed, Sciencedirect, dan Google Scholar) berdasar alur PRISMA sesuai kriteria PICO yang telah ditentukan. Bahan penelitian berupa studi yang telah terbit serta sesuai kriteria inklusi serta eksklusi. Waktu penelitian dilakukan pada Februari 2024 - Maret 2024.

Studi yang telah terkumpul tersebut akan ditelaah kualitasnya berdasarkan kelengkapan isi, metode yang digunakan, hasil penelitian dan kesimpulan sesuai dengan kriteria JBI critical appraisal yang kemudian akan digolongkan ke dalam kriteria inklusi. Setelah melalui pengolahan data, studi yang terkumpul akan diekstraksi menggunakan tabel ringkasan dan akan dilakukan analisis manual secara kualitatif untuk melaporkan dan melakukan review hasil dari tiap literatur.

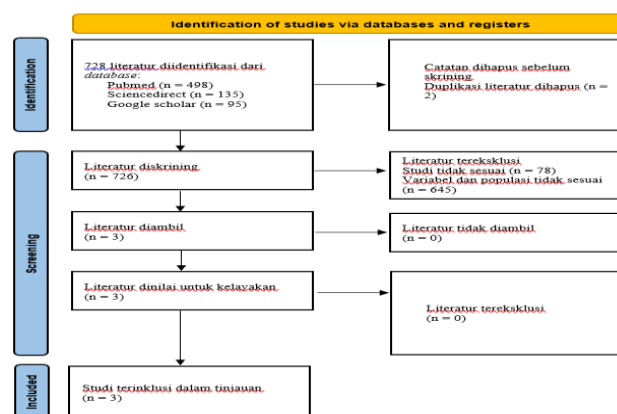
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pencarian Literature

Pada tanggal 3 Maret 2024 dilakukan pencarian pada database Pubmed, Sciencedirect, Google Scholar. Pencarian menggunakan advanced search pada database Pubmed dan Sciencedirect sedangkan menggunakan boolean operator pada database Google Scholar dengan keyword yang sama, yakni (diabetes mellitus) AND (heart disease) AND (mortality) AND (risk factors) untuk Bahasa Inggris dan keyword (diabetes melitus) DAN (penyakit jantung) DAN (kematian) DAN (faktor risiko) untuk Bahasa Indonesia.

Pencarian menggunakan keyword di atas dibatasi pada periode Februari 2019 – Februari 2024 dan diperoleh sebanyak 498 literatur dari Pubmed, 135 literatur dari Sciencedirect, dan 95 literatur dari Google Scholar sehingga didapatkan sebanyak total 728 literatur dari ketiga database tersebut. Dari hasil pencarian tersebut selanjutnya dilakukan proses deduplikasi. Proses deduplikasi menggunakan aplikasi Rayyan membuang 2 artikel yang teridentifikasi sama dan menyisakan 726 literatur.

Selanjutnya dilakukan screening judul dan abstrak artikel sesuai kriteria inklusi serta eksklusi. Pada proses 723 literatur tereksklusi karena tidak memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sehingga menyisakan tiga literatur. Seluruh literatur dapat diakses secara teks penuhnya oleh peneliti. Selanjutnya dilakukan screening full text dan didapatkan sebanyak tiga literatur. Sebanyak tiga literatur memenuhi syarat untuk sintesis secara kualitatif dan dapat dilanjutkan ke proses berikutnya. Berikut adalah alur prisma yang dibuat pada penelitian ini.



Gambar 3. Diagram Alur PRISMA 2020

3.2 Hasil Penilaian Risiko Bias dan Kualitas Studi

Berdasarkan jenis studi literatur yang telah terinklusi, didapatkan hasil bahwa tiga artikel menggunakan metode penelitian yang berbeda yakni *cohort*, *retrospective case control*, *double blind randomized control trial*. Penilaian risiko bias dan kualitas studi dilakukan menggunakan JBI atau *Joanna Briggs Institute*. *Joanna Briggs Institute* merupakan sebuah alat

untuk menilai kualitas studi dengan jenis studi yang bermacam macam, namun pada *systematic review* ini menggunakan JBI dengan dengan fokus *cohort*, *retrospective case control*, *double blind randomized control trial*. Penilaian menggunakan JBI memiliki jumlah pertanyaan yang berbeda, bergantung pada jenis literatur yang akan dilakukan penilaian risiko bias.

Tabel 3.1 Penilaian Kualitas Literatur Menggunakan JBI *Critical Appraisal*

Bjork <i>et al.</i> , 2024		
No	JBI <i>Critical Appraisal for Case Control Studies</i>	Checklist
1	Were the groups comparable other than the presence of disease in cases or the absence of disease in controls?	V
2	Were cases and controls matched appropriately?	V
3	Were the same criteria used for identification of cases and controls?	V
4	Was exposure measured in a standard, valid and reliable way?	V
5	Was exposure measured in the same way for cases and controls?	V
6	Were confounding factors identified?	V
7	Were strategies to deal with confounding factors stated?	V
8	Were outcomes assessed in a standard, valid and reliable way for cases and controls?	V
9	Was the exposure period of interest long enough to be meaningful?	V
10	Was appropriate statistical analysis used?	V
Overall Appraisal		Terinklusi
Sumaya <i>et al.</i> , 2020		
No	JBI <i>Critical Appraisal for Randomized Controlled Trials</i>	Checklist
1	Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	V
2	Was allocation to treatment groups concealed?	V
3	Were treatment groups similar at the baseline?	V
4	Were participants blind to treatment assignment?	V
5	Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	V
6	Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	V
7	Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	V
8	Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	V
9	Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	V
10	Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	V
11	Were outcomes measured in a reliable way?	V
12	Was appropriate statistical analysis used?	V
13	Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	V
Overall Appraisal		Terinklusi
Chen <i>et al.</i> , 2021		
No	JBI <i>Critical Appraisal for Cohort Studies</i>	Checklist
1	Were the two groups similar and recruited from the same population?	V
2	Were the exposures measured similarly to assign people to both exposed and unexposed groups?	V
3	Was the exposure measured in a valid and reliable way?	V
4	Were confounding factors identified?	V
5	Were strategies to deal with confounding factors stated?	V

6	Were the groups/participants free of the outcome at the start of the study (or at the moment of exposure)?	V
7	Were the outcomes measured in a valid and reliable way?	V
8	Was the follow up time reported and sufficient to be long enough for outcomes to occur?	V
9	Was follow up complete, and if not, were the reasons to loss to follow up described and explored?	V
10	Were strategies to address incomplete follow up utilized?	V
11	Was appropriate statistical analysis used?	V
Overall Appraisal		Terinklusi

3.3 Karakteristik *Baseline* Studi

Sebanyak tiga literatur yang telah terinklusi memiliki karakteristik terbit mulai dari Februari 2019 – Februari 2023. Ketiga literatur menggunakan bahasa Inggris dan naskah penuh dari ketiga literatur tersebut dapat diakses oleh peneliti. Ketiga literatur yang terinklusi berjenis studi observasional dan eksperimental dengan metode *retrospective case control*, *double blind randomised controlled trial*, dan *cohort* yang memiliki rentang populasi beragam mulai dari 4.354 orang pasien hingga 295.660 orang pasien. Total jumlah populasi yang didapat dari ketiga literatur tersebut berjumlah 305.168 orang pasien. Meskipun semua studi mengandung kata kunci yang telah ditentukan, namun seluruh studi masih memiliki nilai yang dicari oleh peneliti yang selanjutnya akan dipaparkan pada bagian analisis dan pembahasan.

3.4 Analisis Hasil Penelitian

Penelitian dengan desain *systematic review* ini menganalisis literatur secara deskriptif kualitatif dengan menelaah hasil dan pembahasan dari tiap literatur yang terinklusi. Peneliti membuat tabel untuk mengekstraksi data-data yang dibutuhkan sesuai dengan nilai-nilai yang ingin dibahas di dalam *systematic review* ini. Data-data yang tercantum di dalam tabel memuat nama pertama dari penulis artikel, tahun artikel diterbitkan, negara, jenis studi, besar sampel, instrument penelitian, hasil penelitian.

Tabel 3.2 Ekstraksi Data Literatur

Penulis/tahun	Negara Asal (sampel)	Jenis Studi	Besar Sampel	Instrumen Penelitian	Hasil Penelitian
Bjork <i>et al</i> / 2024	Swedia	<i>Retrospective case control</i>	295.660 sampel		Risiko terkena diabetes meningkat secara signifikan pada pasien tingkat keparahan penyakit jantung koroner (PJK), peningkatan hampir dua kali lipat terlihat pada pasien yang memiliki cacat conotruncal dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa PJK. Keseluruhan, tingkat kematian lebih tinggi pasien PJK kemudian menderita diabetes dibandingkan kelompok kontrol yang tidak mengalami PJK. Fenomena ini juga berlaku untuk kombinasi kematian, gagal jantung,

					stroke, dan infark miokard, dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa PJK. Penelitian ini menyarankan bahwa adanya kombinasi PJK dan diabetes memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap tingkat kematian dan morbiditas dibandingkan dengan masing-masing kondisi secara terpisah
Sumaya <i>et al</i> / 2020	United Kingdom	Double blind randomised controlled trial	4.354 sampel		Keterkaitan antara periode waktu untuk lisis dan hasil gabungan kematian kardiovaskular serta infark miokard tetap bermakna meskipun telah disesuaikan dengan beberapa biomarker vaskular prognostik ($p=0,034$). Tidak ada hubungan yang teramati antara periode waktu lisis atau tingkat kekecukupan maksimum dengan kejadian perdarahan besar. Gangguan dalam lisis bekuan fibrin menjadi prediktor untuk kematian kardiovaskular dalam rentang satu tahun serta untuk pasien diabetes yang mengalami infark miokard setelah mengalami sindrom koroner akut.
Chen <i>et al</i> / 2021	Amerika dan China	Cohort	5.154 sampel		Baik kelompok Amerika dan Tiongkok berpendapat bahwa DM sangat berbahaya umum terjadi pada pasien AMI kritis (hampir setengah dan sepertiga, masing-masing). Bahkan setelah memperhitungkan kardio dan ginjal fungsi, AMI kritis pasien DM memiliki 1,71- dan 8,89 kali lipat lebih tinggi angka kematian dalam 30 hari, dan 0,91 dan 1,62 kali lipat lebih tinggi 1 mortalitas tahun dibandingkan kelompok non-DM dalam kohort MIMIC dan CIN, masing-masing.

4. PEMBAHASAN

Penelitian oleh Chen *et al.* (2021) memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana DM memengaruhi tingkat kematian pasien infark miokard akut (AMI) dari 2 kohort yang dilakukan masing-masing di Amerika Serikat (MIMIC-III) dan Tiongkok (CIN). Dalam kohort MIMIC-III, tercatat 1774 pasien dengan usia rata-rata 69,3 tahun dimana 46,1% di antaranya menderita DM, sedangkan dalam kohort CIN terdapat 3380 pasien dengan usia rata-rata 62,2 tahun dimana 29,3% mengidap DM. Perempuan menjadi mayoritas pasien dengan tingkat prevalensi gagal jantung kongestif (CHF) dan gagal ginjal kronis (CKD) yang signifikan dalam kohort MIMIC-III (37,8%) dan CIN (19,6%).

Chen *et al.* (2021) menjelaskan bahwa DM secara independen meningkatkan mortalitas jangka pendek serta jangka panjang pada pasien AMI. Beberapa mekanisme patofisiologis telah diusulkan untuk menjelaskan pengaruh yang merugikan tersebut. Mekanisme yang mendasari diantaranya adalah abnormalitas dalam fungsi endotel, sel otot polos vaskular, dan trombosit; penurunan bioavailabilitas oksida nitrat; peningkatan stres oksidatif; keadaan pro-

inflamasi/trombotik (Chen *et al.*, 2021). Disfungsi endotel pada DM memainkan peran penting dalam perkembangan aterosklerosis, yang menyebabkan komplikasi kardiovaskular (Maruhashi & Higashi, 2021).

Mortalitas pada 30 hari dan 1 tahun menjadi fokus utama penelitian Chen *et al.* (2021) ini. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pasien AMI kritis yang juga menderita DM memiliki risiko kematian yang signifikan lebih tinggi dalam kedua kohort, dengan risiko 30 hari berkisar antara 1,71 hingga 8,89 kali lebih tinggi daripada pasien non DM. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan fakta bahwa dalam penelitian tersebut, pasien dengan DM cenderung memiliki usia yang lebih tua serta memiliki prevalensi CKD dan CHF yang lebih tinggi daripada pasien yang tidak mengidap DM. Diketahui tanpa menyintas DM dan AMI sekalipun, pasien dengan CKD dan CHF memiliki tingkat mortalitas yang lebih tinggi daripada populasi umum tanpa kedua penyakit tersebut (Neovius *et al.*, 2014; Roger, 2021).

Studi yang dilakukan oleh Sumaya *et al.* (2020) menyelidiki hubungan antara sifat bekuan fibrin dan luaran klinis pada pasien diabetes dengan sindrom koroner akut (ACS). Pasien dengan diabetes cenderung mempunyai risiko lebih tinggi mengalami kondisi peningkatan usia, tebalnya intima-media arteri, hipertensi, hiperlipidemia, gagal ginjal kronis (CKD), dan penyakit arteri perifer. Pasien diabetes juga memiliki proporsi yang lebih tinggi mengalami NSTEMI, terutama perempuan, serta memiliki riwayat penyakit jantung iskemik sebelumnya, stroke, gagal jantung kongestif, atau revascularisasi dibandingkan dengan pasien non-DM. Setelah disesuaikan untuk faktor risiko dan karakteristik klinis, waktu lisis gumpalan fibrin dan turbiditas maksimum cenderung lebih tinggi pada pasien dengan DM. Selain itu, sebagian besar biomarker prognostik dan inflamasi juga cenderung lebih tinggi pada pasien dengan DM.

Penelitian Sumaya *et al.* (2020) juga menyoroti korelasi antara sifat gumpalan fibrin, karakteristik klinis, dan tingkat biomarker. Korelasi positif ditemukan antara turbiditas maksimum gumpalan fibrin dan waktu lisis, serta antara waktu lisis dan biomarker inflamasi CRP. Hemoglobin glikasi (HbA1c) juga menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan waktu lisis. Namun, pengobatan insulin tidak terkait dengan sifat gumpalan fibrin.

Hasil klinis dari studi ini menunjukkan bahwa pasien DM dengan ACS yang mempunyai waktu lisis gumpalan fibrin yang lebih lama mempunyai risiko lebih tinggi mengalami kematian akibat penyakit CV atau infark miokard (MI). Demikian pula, pasien dengan turbiditas maksimum gumpalan fibrin yang lebih tinggi cenderung memiliki risiko kematian CV/MI yang lebih tinggi. Meskipun tidak ada hubungan yang jelas antara waktu lisis

dan perdarahan utama, peningkatan turbiditas maksimum tampaknya berhubungan dengan peningkatan risiko perdarahan.

Dalam pembahasannya, (Sumaya *et al.*, 2020) menyoroti relevansi temuan mereka dalam memprediksi hasil pasca-ACS pada pasien DM dan mendukung perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami hubungan antara gangguan fibrinolisis dan risiko kematian CV dan MI pada pasien DM. Meskipun studi ini memiliki keterbatasan metodologi, seperti penggunaan sampel plasma daripada darah lengkap, hasilnya memberikan bukti tentang pentingnya fibrinolisis intrinsik dalam memprediksi hasil pasca-ACS. Selain itu, studi ini juga mengidentifikasi mekanisme khusus DM yang menyebabkan gangguan fibrinolisis, seperti glikasi fibrinogen dan peningkatan inkorporasi protein anti-fibrinolitik ke dalam gumpalan fibrin. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut mengembangkan terapi ditargetkan guna memperbaiki prognosis pada pasien ACS dengan diabetes.

Penelitian oleh Sumaya *et al.* (2020) menggambarkan hubungan signifikan antara diabetes, kondisi terkait, dan biomarker pada pasien pasca-*Acute Coronary Syndrome* (ACS). Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa pasien dengan DM memiliki proporsi yang lebih tinggi mengalami Non-STEACS, memiliki riwayat medis seperti infark miokard, stroke, gagal jantung kongestif, atau revascularisasi dibandingkan dengan pasien tanpa DM. Lebih lanjut, pasien DM memiliki hubungan dengan faktor risiko CV, seperti usia yang lebih tua, BMI yang lebih tinggi, hipertensi, hiperlipidemia, CKD, dan penyakit arteri perifer. Setelah penyesuaian untuk faktor risiko dan karakteristik klinis, waktu pemecahan gumpalan fibrin dan turbiditas maksimum secara signifikan lebih tinggi pada pasien dengan DM, serta sebagian besar biomarker prognostik dan inflamasi lainnya juga signifikan lebih tinggi pada pasien DM.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa waktu lisis gumpalan fibrin dan kekeruhan maksimum secara signifikan lebih tinggi pada pasien diabetes setelah penyesuaian untuk faktor risiko dan karakteristik klinis. Korelasi antara kekeruhan maksimum gumpalan fibrin dan waktu lisis lemah menunjukkan hubungan antara sifat gumpalan fibrin dan karakteristik klinis pasien. Kelompok dengan waktu lisis tertinggi menunjukkan peningkatan IMT, proporsi perempuan, dan prevalensi CKD.

Hasil selama masa follow-up mengungkapkan bahwa risiko kematian kardiovaskular (CV) dan infark miokard (MI) lebih tinggi dengan nilai waktu lisis dan kekeruhan maksimum yang meningkat. Setiap peningkatan 50% dalam waktu lisis gumpalan fibrin terkait dengan peningkatan risiko kematian CV/MI, dan peningkatan serupa diamati dengan kekeruhan maksimum. Meskipun demikian, tidak ada hubungan yang jelas antara waktu lisis dan peristiwa perdarahan utama.

Dalam pembahasan, peneliti menyoroti relevansi temuan mereka dalam memprediksi hasil pasca-ACS pada pasien diabetes dan mendukung perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami hubungan antara gangguan fibrinolisis dan risiko kematian CV dan MI pada pasien diabetes. Meskipun studi ini memiliki keterbatasan metodologi, seperti penggunaan sampel plasma daripada darah lengkap, hasilnya memberikan bukti tentang pentingnya fibrinolisis intrinsik dalam memprediksi hasil pasca-ACS.

Selain itu, studi ini mengidentifikasi mekanisme khusus diabetes yang menyebabkan gangguan fibrinolisis, seperti glikasi fibrinogen dan peningkatan inkorporasi protein anti-fibrinolitik ke dalam gumpalan fibrin. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut mengembangkan terapi yang ditargetkan guna memperbaiki prognosis pada pasien ACS dengan diabetes. Studi juga mencatat temuan lain, seperti peningkatan kadar kolesterol LDL dan jumlah trombosit dengan waktu lisis yang meningkat, serta hubungan yang lebih kuat antara kekeruhan maksimum gumpalan fibrin dengan biomarker inflamasi seperti CRP dan troponin.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang hubungan antara diabetes, sifat gumpalan fibrin, dan hasil klinis pasca-ACS. Temuan ini memberikan landasan penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan strategi terapi lebih efektif untuk pasien ACS dengan diabetes.

Penelitian Bjork *et al.* (2024) menggunakan data dari Registrasi Pasien Nasional untuk mengidentifikasi 24.699 pasien dengan Penyakit Jantung Bawaan (PJB) dan 270.961 kontrol bebas dari PJB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian diabetes tipe 2 (T2DM) lebih tinggi pasien dengan PJB, dengan 8,4% pasien dengan PJB didiagnosis menderita diabetes dibandingkan dengan 5,7% pada kontrol. Tingkat insiden DM tipe 2 secara keseluruhan lebih tinggi di antara pasien dengan PJB, dengan risiko 1,47 kali lipat lebih tinggi. Risiko ini tetap signifikan bahkan setelah penyesuaian untuk hipertensi dan hiperlipidemia.

Selain itu, hasil penelitian Bjork *et al.* (2024) menunjukkan bahwa mortalitas lebih tinggi pasien PJB dan diabetes dibandingkan pasien DM tanpa PJB. Pasien dengan CHD dan DM memiliki risiko kematian 16% lebih tinggi daripada pasien diabetes tanpa PJB, setelah disesuaikan untuk faktor risiko seperti usia saat onset diabetes, hipertensi, dan hiperlipidemia. Risiko kematian yang lebih tinggi tampaknya terkait dengan kombinasi penyakit kardiovaskular dan metabolik. Beberapa faktor risiko yang diketahui adalah obesitas, hipertensi, intoleransi glukosa, dislipidemia, sindrom metabolik, dan gaya hidup yang kurang aktif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Faktor penyebabnya Prevalensi diabetes mellitus tipe 2 dikarenakan interaksi antara faktor kerentanan gen dengan paparan lingkungan, Faktor Genetik seperti Obesitas (kelebihan berat badan), Hipertensi, Dislipidemia, Usia. Faktor Lingkungan seperti Pola makan, Aktivitas fisik, Alkohol dan Merokok faktor risiko penyakit diabetes melitus dengan penyakit jantung coroner yang meningkatkan angka kematian di rumah sakit. Komplikasi vaskular DM dibagi menjadi mikrovaskular (retinopati, neuropati, nefropati) serta komplikasi makrovaskular (penyakit jantung koroner [PJK]).

Penelitian ini menggunakan kualitatif *systematic review* berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, pencarian pada database *Pubmed*, *Sciencedirect*, *Google Scholar*. Proses deduplikasi menggunakan aplikasi *Rayyan* membuang 2 artikel yang teridentifikasi sama dan menyisakan 726 literatur. Selanjutnya dilakukan *screening* judul dan abstrak artikel sesuai kriteria inklusi dan eksklusi. Pada proses ini 723 literatur tereksklusi karena tidak memenuhi kriteria inklusi serta eksklusi sehingga menyisakan tiga literature. Sebanyak tiga literatur yang telah terinklusi memiliki karakteristik terbit mulai dari Februari 2019 – Februari 2023 Yaitu dari Penelitian yang dilakukan oleh Chen *et al.* (2021), Studi yang dilakukan Sumaya *et al.* (2020), hasil penelitian Bjork *et al.* (2024).

Saran

1. Diharapkan untuk penelitian berikutnya melakukan metode penelitian dengan tingkat *evidence* yang setara atau lebih tinggi berupa *systematic review*, meta analisis, dan *umbrella review* dengan topik yang sama.
2. Diharapkan untuk pemula agar bisa memahami proses *systematic review* agar tidak menjadi tantangan jika belum berpengalaman.
3. Masyarakat secara umum dan khususnya pasien diabetes dengan penyakit jantung diharapkan meningkatkan literasi terkait dengan urgensi faktor risiko yang terjadi.
4. Menjadi tantangan bagi saya untuk ekstraksi dan analisi data yang rumit sehingga membutuhkan banyak waktu untuk mengolah nya.
5. Banyak rintangan ketika memulai untuk mencari Jurnal sehingga untuk pemula untuk bisa mentelaah pencarian yang efektif.

6. DAFTAR REFERENSI

- ADA (American Diabetes Association). (2017). Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care*, 41(Supplement 1), S13-S27.
- Aquarista, N. C. (2016). Perbedaan karakteristik penderita diabetes melitus tipe 2 dengan dan tanpa penyakit jantung koroner. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 5(1), 37-47. <https://doi.org/10.20473/jbe.v5i1.2017>.
- Driyah, S., Bs, L., Dk, K., Penelitian, P., Daya, S., & Semarang, K. (2019). Korelasi Kontrol Glikemik dengan HDL dan Small-Dense LDL pada Penderita Diabetes Melitus dengan Komplikasi Jantung Koroner di RSUP Dr. Kariadi Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 8(1), 67-75.
- Fatimah, R. N. (2015). Diabetes Melitus Tipe 2. *Journal Majority*, 4(5), 93-101.
- Hamzah, B., Akbar, H., & Sarman. (2021). Pencegahan Penyakit Tidak Menular Melalui Edukasi Cerdik. *Abdimas Universal*, 3(1), 83-87.
- Imelda, S. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Diabetes Melitus di Puskesmas Harapan Raya Tahun 2018. *Scientia Journal*, 8(1), 28-39.
- Marleni, L., & Alhabib, A. (2017a). Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner di RSI SITI Khadijah Palembang. *Jurnal Kesehatan*, 8(3), 478. <https://doi.org/10.26630/jk.v8i3.663>
- Marleni, L., & Alhabib, A. (2017b). Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner di RSI SITI Khadijah Palembang. *Jurnal Kesehatan*, 8(3).
- Nugraheni, S. W., & Muchtaru, Y. O. (2018). Analisis Trend Statistik Kematian. The 7th University Research Colloquium 2018 STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta, 742-754.
- Nurhayati, & Purnomosidhi, B. M. G. (2018). Aplikasi Pengolah Data Kematian Elektronik Berkualitas di Rumah Sakit. *Infokes*, 8(1), 32.
- Opitasari, C., & Rif'ati, L. (2021). Penyakit Kardiovaskular pada Pasien Rawat Inap Dewasa: Studi Kasus dari Data Klaim BPJS Rumah Sakit Pemerintah di Jakarta. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 31(1), 75-84.
- Pangaribuan, L., Sulistiyowati, N., Sulistiyowati, E., Upaya, P., & Mayarakat, K. (2018). Penyebab Kematian di Kabupaten Gianyar Tahun 2010-2012. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 46(2), 77-86.
- Putu, N., Nandasari, W., Gde, D., Dharma, D., Putu, I. W., & Yasa, S. (2020). Prevalensi Gambaran Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner pada Pasien Diabetes Melitus Tipe-2 di RSUP Sanglah Denpasar Periode 2015. *Intisari Sains Medis*, 11(2), 484-488. <https://doi.org/10.15562/ism.v11i2.616>
- Rahmawati, I., Dwiana, D., Ratiyun, R. S., & Yesi, Y. (2020). *Jurnal Kesehatan dr. Soebandi*. *Jurnal Kesehatan Dr. Soebandi*, 8(1). <https://doi.org/10.36858/jkds.v8i1.169>

- Santosa, W. N., & Baharuddin. (2020). Penyakit Jantung Koroner dan Antioksidan. *Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran KELUWIH*, 1(2), 98-103.
- Sugiarta, I. G. R. M., & Darmita, I. G. K. (2020). Profil Penderita Diabetes Mellitus Tipe-2 (DM-2) dengan Komplikasi yang Menjalani Rawat Inap di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Klungkung, Bali Tahun 2018. *Intisari Sains Medis*, 11(1), 7-12. <https://doi.org/10.15562/ism.v11i1.515>
- Widiastuti, I. A. E., Cholidah, R., Buanayuda, G. W., & Alit, I. B. (2021). Deteksi Dini Faktor Risiko Penyakit Kardiovaskuler pada Pegawai Rektorat Universitas Mataram.
- Wu, Y., Ding, Y., Tanaka, Y., & Zhang, W. (2014). Risk Factors Contributing Type 2 Diabetes and Recent Advances in the Treatment and Prevention. *International Journal of Medical Sciences*, 11(11), 1185-1200.
- Yulanda, G., & Lisiswanti, R. (2017). Penatalaksanaan Hipertensi Primer. *Majority*, 6(1), 25-33.

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

Tegar Pandu Atmojo¹, Eko Nugroho², Setyo Adi Nugroho³, Nita Yuniarti Ratnasari⁴
^{1,2,3,4} Institut Teknologi Sains dan Kesehatan PKU Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Alamat: Jl. Tulang Bawang Sel. No.26, Kadipiro, Banjarsari, Surakarta 57136

Korespondensi penulis: 2020050031@students.itspku.ac.id

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%..*

Keywords: *Tissue processor, Arduino, real time temperature control*

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 60o 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%,*

Kata kunci: *Tissue processor, Arduino, kontrol suhu real time*

1. LATAR BELAKANG

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 Ramli, 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, Buyung, 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, Esanov Gurindra, 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.

Penelitian (Sunardi dan Irawadi Buyung , 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 (Dwi Sadhu Darmawan, 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*

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. Peneliti 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

2. KAJIAN TEORITIS

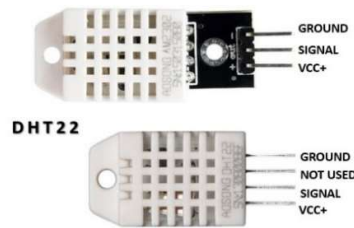
IC DHT-22 Sebagai Sensor suhu

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 (TP Satya, UY Oktiawati dan I 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 Rashad Aryaputra, dan Jans Hendry, S.T., M.Eng. 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. (W Wajiran dan SD Riskiono, 2020)



Sumber: W.Wajiran dan SD Riskiono (2020)

Gambar 1. IC DHT22

Mikrokontroler Arduino Uno

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. (Kurnia Martin¹ , Dony Susandi², 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).



Sumber : Mardianto (2022)

Gambar 2. Arduino Uno

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.

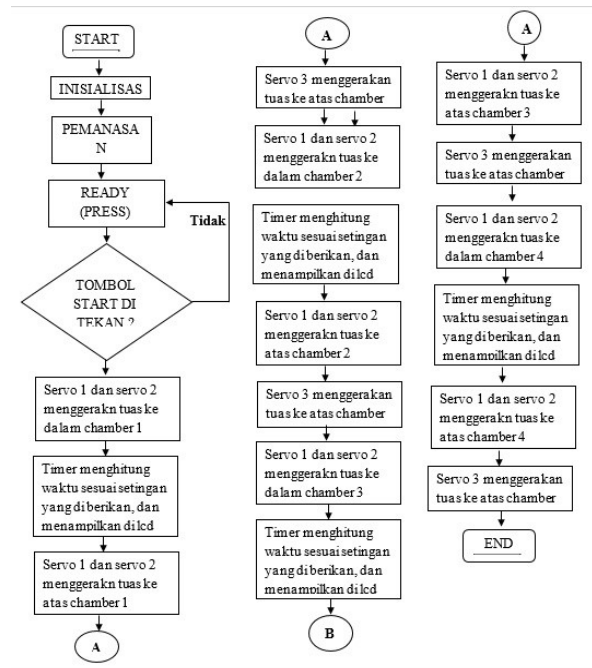
Teknologi OLED ditemukan oleh ilmuwan Perusahaan Eastman Kodak, Dr. Ching W. Tang pada tahun 1979. Riset di Indonesia mengenai teknologi ini dimulai pada tahun 2005. OLED diciptakan sebagai teknologi alternatif yang mampu mengungguli generasi tampilan layar sebelumnya seperti tampilan kristal cair (Liquid 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.

3. METODE PENELITIAN

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)



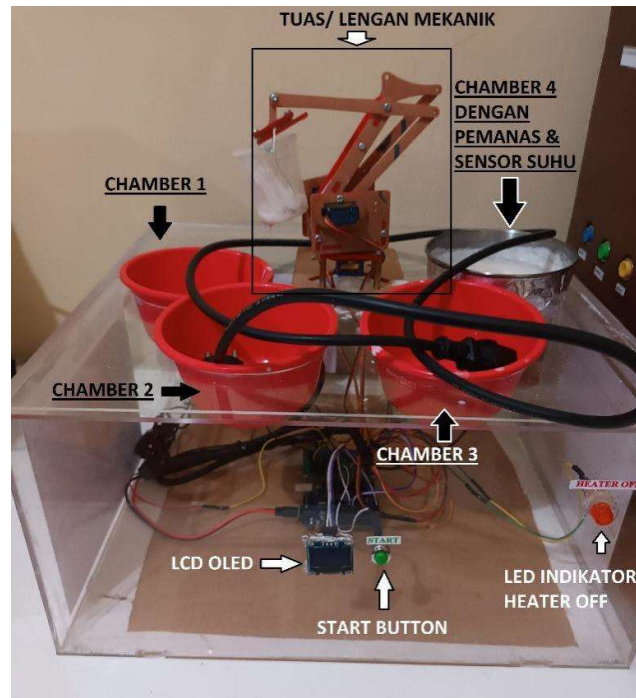
Sumber: Peneliti (2024)

Gambar 3. Flowchart 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.

4. 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 .



Sumber: Peneliti (2024)

Gambar 4. Proyek alat

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

Berdasarkan analisis rangkaian pengatur suhu dihasilkan perhitungan tingkat keakuratan dan kesalahan yang tersaji dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis data Sensor Suhu

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

Sumber: Peneliti (2024)

Sedangkan dari hasil analisis rangkaian *Timer* didapatkan perhitungan tingkat keakuratan dan kesalahan sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis data Timer

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

Sumber: Peneliti (2024)

Dari hasil pengembangan alat *automatic tissue processor* dengan 4 chamber dimana chamber dibuat dengan ukuran yang *compact* didapatkan hasil bahwa alat 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%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

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.

6. DAFTAR 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.
- AP Junfithrana, IH Kusumah (2019). Identifikasi Gas terlarut Minyak Transformator dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode TDCG untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 KV.
- Aulia Alfiana Yufrida, 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 Ramdan² (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.
- 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.
- Kurnia Martin, Dony Susandi.(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.
- Rosaly, Rizqi. (2019). Pengertian *Flowchart* Beserta Fungsi Dan Simbol-Simbol *Flowchart* Yang Paling Umum Digunakan.
- Mardianto, Eko. (2022). Panduan Belajar Mikrokontroller Arduino. : 120.
- Muslim Ramli. (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 Rashad Aryaputra, Jans Hendry, S.T., M.Eng. (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 MustikaYasi. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR BERBASIS *RELAY*. Rabbit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab 1(1): 2019.
- Raita Rahmatina, Muhammad Nor Aripin, Muhammad Ikbali, Agatha Deolika. (2023). “Implementasi Transistor BD139 Dan Rangkaian *Relay* Pada Mesin Air.” Journal of Information Technology 3(1): 11–18.
- Ramdhani, 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.
- Ryian Fatahillah Murad, Ghufroon Almasir, Charles Ronald Harahap. (2022). PENDETEKSI GAS AMONIA UNTUK PEMBESARAN ANAK AYAM PADA BOX KANDANG MENGGUNAKAN MQ-135 .

- 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 Buyung. (2024). Perancangan *Automatic Tissue Processor* Pada Tahap Infiltrasi Paraffin Jaringan Untuk Pembuatan Sediaan Preparat Histologi
- TP Satya, UY Oktiawati, I Fahrurrozi. (2020). Analisis akurasi sistem sensor DHT22 berbasis arduino terhadap thermohygrometer standar.
- U Indahyanti, Y Rahmawati - Umsida Press. (2020). Buku Ajar Algoritma Dan Pemrograman Dalam Bahasa C++
- W Wajiran, SD Riskiono. (2020). DESAIN IOT UNTUK SMART KUMBUNG DENGAN THINKSPEAK DAN NODEMCU

Rancang Bangun Alat *Blanket Warmer* Berbasis Arduino Uno dengan Menggunakan Sensor DS18B20

M. Qi Bagus Maulana¹, Septi Aprilia², Eko Nugroho³, Ida Untari⁴

^{1,2,3,4} Institut Teknologi Sains dan Kesehatan PKU Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Alamat: Jl. Tulang Bawang Sel. No.26, Kadipiro, Banjarsari, Surakarta 57136

Korespondensi penulis: 2020050031@students.itspku.ac.id

Abstract. *Blanket warmer is a tool to maintain the stability of the patient's body temperature when experiencing hypothermia, the blanket warmer will warm the patient until it reaches a normal body temperature of 36 - 37 °C. Some of the temperature setting options on the blanket warmer are 32°C, 38°C, and 43°C. To be able to design an Arduino-Based Warmer Blanket tool by using DS18B20 sensors. This study uses the research and development (RnD) method, which is a method used to make a product and test its effectiveness from the results of the product. The results of this study had a measurement difference of the instrument that could be used for patients with the highest temperature difference, namely 32°C = 0.11°C, 38°C = 0.20°C, 43°C = 0.11°C, the lowest measurement difference was 32°C = 0°C, 38°C = 0.01°C, 43°C = 0.02°C by comparing with a temperature measuring instrument. The average of all measurements in patients was 32°C = 32.64°C, 38°C = 38.70°C, 43°C = 43.72°C. The highest average error value from the 3 experiments was 1.45% and the lowest average error value from the 3 experiments was 0.26%. The Blanket Warmer tool using sensors DS18B20 safe for patients to use.*

Keywords: *Blanket Warmer, DS18B20 Sensor, Arduino Uno.*

Abstrak. Blanket warmer merupakan suatu alat untuk menjaga kestabilan suhu tubuh pasien ketika mengalami hipotermia, Blanket warmer akan menghangatkan pasien hingga mencapai suhu tubuh normal yaitu 36 - 37 °C. Beberapa pilihan seting suhu pada alat blanket warmer adalah 32°C, 38°C, dan 43°C. Dapat merancang alat Blanket Warmer Berbasis Berbasis Arduino dengan Menggunakan sensor DS18B20. Penelitian ini menggunakan metode research and development (RnD), yaitu metode yang digunakan untuk membuat suatu produk dan menguji keefektifannya dari hasil produk tersebut. Hasil penelitian ini memiliki selisih pengukuran alat yang dapat digunakan kepada pasien dengan selisih suhu tertinggi yaitu 32°C = 0,11°C, 38°C = 0,20°C, 43°C = 0,11°C, selisih pengukuran paling rendah yaitu 32°C = 0°C, 38°C = 0,01°C, 43°C = 0,02°C dengan melakukan perbandingan dengan alat ukur suhu. Rata-rata dari semua pengukuran pada pasien sebesar 32°C = 32,64°C, 38°C = 38,70°C, 43°C = 43,72°C. Rata-rata nilai error paling tinggi dari ke-3 percobaan yaitu 1,45% dan Rata-rata nilai error paling rendah dari ke-3 percobaan yaitu 0,26%. Dengan begitu alat Blanket Warmer dengan menggunakan sensor DS18B20 aman digunakan pasien.

Kata kunci: *Blanket Warmer, Sensor DS18B20, Arduino Uno*

1. LATAR BELAKANG

Pembedahan atau operasi merupakan salah satu tatalaksana medis yang bertujuan untuk mendiagnosa ataupun mengobati berbagai gangguan pada tubuh. Prosedur ini bersifat *invasive* dan memiliki banyak risiko pada tubuh manusia. Pembukaan bagian tubuh ini umumnya dilakukan dengan membuka sayatan. Pembedahan memiliki berbagai komplikasi. Selain itu, Ditemukan 2,5% pasien mengalami komplikasi setelah menjalani anestesi. Salah satu komplikasi yang akan muncul setelah tindakan anestesi adalah hipotermia (Andrianto & Setiawan, 2022).

Hipotermia merupakan keadaan darurat medis yang dapat muncul ketika tubuh kehilangan panas lebih cepat daripada produksi panas. Saat suhu tubuh turun, sistem saraf dan organ lain tidak bisa bekerja secara normal (Ramadhan, 2023). Jika tidak ditindaklanjuti, hipotermia pada akhirnya dapat menyebabkan gagal jantung dan sistem pernapasan, bahkan kematian. Pada situasi ini suhu inti tubuh di bawah 36°C. Turunnya suhu tubuh akan memengaruhi kerja banyak organ yang lainnya. hipotermi menimbulkan gangguan fungsi tubuh, kerusakan system organ bahkan menimbulkan kematian. Hipotermi terjadi karena efek dari obat anastesi. Obat anastesi menekan metabolisme oksidatif yang menghasilkan panas tubuh, sehingga menurunkan suhu tubuh, Hipotermia mempengaruhi beberapa sistem organ. Hipotermia pada awalnya menyebabkan kenaikan laju metabolisme, pada sistem kardiovaskuler terjadi takikardia, resistensi pembuluh darah perifer untuk menghasilkan menggigil maksimal.

Secara umum penatalaksanaan hipotermi dibagi menjadi dua, yaitu: nonfarmakoterapi dan farmakoterapi (Fitriani et al., 2021). Upaya mengatasi hipotermia pascaoperasi, dengan cara farmakoterapi antara lain obat-obatan, baik opioid maupun nonopioid yang telah diuji untuk mengatasi hipotermia pascaoperasi seperti petidin, tramadol, klonidin, dan meperidin. Pemberian obat tentu menimbulkan efek samping berupa mual, muntah dan gangguan depresi napas. Nonfarmakoterapi mencakup berbagai intervensi mekanis contohnya cairan infus hangat, lampu pemanas, peningkatan suhu ruangan, *blanket warmer* dan kasur pemanas (Fitriani et al., 2021). *Blanket warmer* tersebut di desain untuk dapat menutupi seluruh bagian karena *blanket warmer* tersebut diciptakan fleksibel untuk menjaga suhu pada berbagai posisi (Suswita, 2019).

Blanket warmer merupakan alat yang berfungsi untuk menjaga suhu tubuh pasien agar tetap normal (36°C). Alat ini merupakan alat pendukung dalam proses penyembuhan hipotermia. Perangkat akan menjadi solusi dalam dunia kesehatan, terutama pada pasien hipotermia, dengan cara menghembuskan udara ke dalam *Blanket* yang dipasangkan pada tubuh pasien. *Blanket warmer* menghisap udara dari luar, lalu dilewatkan melalui *heater*, udara yang suhunya sudah berubah di alirkan ke *Blanket* melalui selang dengan menggunakan suhu 32°C, 38°C, dan 43°C (Pratama, 2022).

Upaya preventif yang dilakukan adalah dengan memberikan pasien tersebut selimut penghangat atau *Blanket Warmer* untuk mengatasi kejadian hipotermia pada suhu tubuh normal. Dengan digunakannya *Blanket warmer* ini bisa membantu mengembalikan suhu tubuh pasien ke suhu normal yaitu 36,5-37,5°C. Alat ini pada dasarnya memanfaatkan panas yang

dialirkan dengan menggunakan blower sebagai media penghantar panas sehingga kondisi pasien tetap terjaga dalam keadaan hangat (Winarni, 2022).

Menurut Rositasari & Dyah, (2019). Bahwa di RS PKU Muhammadiyah Surakarta diketahui bahwa pasien *sectio caesarea* post operasi sebagian besar mengalami hipertensi dengan menggigil. Data dari rekam medis, pasien yang menjalani persalinan dengan *sectio caesarea* di RS PKU Muhammadiyah Surakarta merupakan jenis operasi yang paling banyak dibandingkan jenis operasi yang lain, pasien dengan *sectio caesarea* pada tahun 2015 sebanyak 1.597, adapun kasus hipotermi untuk bulan Januari Februari 2016 sebanyak 290 kasus. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Surakarta dengan mengambil lima orang pasien hipotermia pasca bedah *sectio caesaria* diketahui bahwa proses pengembalian suhu ke rentang normal 36°C hingga 37,5 °C berbeda antara selimut tebal dan *blanket warmer*. Pada dua orang diberikan intervensi selimut tebal didapatkan waktu rata-rata kembalinya suhu ke rentang normal adalah 65 menit dan tiga orang mendapat penanganan dengan *blanket warmer* didapatkan waktu rata-rata 40 menit untuk kembali ke suhu normal, Saat penelitian berlangsung peneliti tidak melihat indikator kenaikan suhu pada alat *blanket warmer* saat alat digunakan, dengan kata lain alat ini masih mempunyai kelemahan. Berdasarkan identifikasi masalah pada latar belakang diatas, maka penulis bermaksud untuk untuk merancang alat *blanket warmer* berbasis Arduino Uno yang menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu.

2. KAJIAN TEORITIS

Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu mikrokontroler berbasis ATmega328P yang banyak digunakan dalam pengembangan perangkat elektronik berbasis IoT. Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output dan 6 pin input analog yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator. Dalam proyek ini, Arduino Uno digunakan sebagai pusat pengendali untuk membaca data suhu dari sensor DS18B20 dan mengontrol elemen pemanas agar suhu tetap stabil sesuai dengan nilai yang telah ditentukan (Andrianto, D., & Wawan Setiawan, L. ,2022)

Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital yang memiliki keunggulan dalam akurasi dan kemudahan penggunaan. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi 1-Wire, yang memungkinkan hanya satu pin digital pada mikrokontroler untuk membaca suhu. DS18B20 memiliki rentang suhu dari -55°C hingga +125°C dengan tingkat akurasi sekitar $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

Sensor ini sangat cocok untuk digunakan dalam sistem pemantauan suhu pada alat *blanket warmer*. (Andrianto, D., & Wawan Setiawan, L. , 2022)

Blanket Warmer

Blanket warmer adalah alat pemanas selimut yang digunakan di berbagai fasilitas medis untuk menjaga kenyamanan pasien, terutama setelah prosedur bedah atau dalam perawatan pasien yang membutuhkan suhu tubuh stabil. Blanket warmer bekerja dengan prinsip mengatur suhu selimut dalam batas aman dan nyaman, sehingga pasien terhindar dari hipotermia (Usep Hidayatulloh, 2023).

Sistem Kontrol Suhu

Sistem kontrol suhu dalam alat *blanket warmer* berbasis Arduino Uno menggunakan algoritma kontrol *on-off* atau *Proportional-Integral-Derivative (PID)*. Dalam metode *on-off*, elemen pemanas akan menyala ketika suhu berada di bawah nilai ambang batas dan mati ketika suhu mencapai nilai maksimum yang ditentukan. Sedangkan metode PID digunakan untuk menjaga suhu tetap stabil dengan mengurangi fluktuasi suhu yang besar. (YOGA ADITYA PRATAMA, 2022)

Elemen Pemanas (Heating Element)

Elemen pemanas yang digunakan dalam alat ini dapat berupa *nichrome wire*, *PTC heater*, atau *heating pad* yang dapat menghasilkan panas ketika dialiri listrik. Elemen pemanas ini dikendalikan oleh Arduino melalui relay atau modul MOSFET agar dapat bekerja dengan daya listrik yang lebih tinggi. (Andrianto, D., & Wawan Setiawan, L. , 2022)

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* atau dapat diartikan Penelitian dan Pengembangan, yaitu sebuah metode yang digunakan untuk membuat suatu produk dan menguji efektifitas produk yang dibuat. *Research and Development (R&D)* merupakan proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Penelitian pengembangan merupakan salah satu jenis penelitian yang dapat menjadi penghubung atau pemutus kesenjangan antara penelitian dasar dengan penelitian terapan (Okpatrioka, 2023).

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data merupakan sebuah metode untuk mengolah data menjadi sebuah informasi yang valid sehingga data yang diperoleh mudah dipahami dan dapat menjadi manfaat dari permasalahan yang ada. Teknik analisis data digunakan pada penelitian ini yaitu dengan

teknik analisis data deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini dengan memasukkan hasil uji coba alat dalam bentuk tabel dan dideskripsikan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil percobaan alat. Selanjutnya akan dilakukan proses perbandingan yang akan menentukan efektifitas alat yang di buat.

Berikut akan dijelaskan oleh penulis tentang teknik perhitungan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

a) Rata-rata pengukuran

Penghitungan rata-rata ini dilakukan dengan cara menjumlahkan banyaknya nilai yang didapat selama pengmabilan data yang kemudian dibagi dengan jumlah banyaknya pengukuran data sehingga akan didapatkan hasilnya. Berikut rumus untuk mencari nilai rata-rata dutunjukkan oleh persamaan:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Keterangan :

a. x_n : Jumlah nilai data

b. n : Banyaknya data

b) Nilai Error

Menurut Maharani, S. H., & Kholis, N. (2020), dalam suatu penelitian alat pasti terdapat nilai error, dimana nilai tersebut didapatkan dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error/penyimpangan} = \frac{\text{nilai standart} - \text{nilai uji}}{\text{nilai uji}} \times 100\%$$

Pengukuran dilakukan dengan pembacaan alat yang dibuat dengan nilai pada alat pengukuran standar. Kemudian dimasukkan pada rumus rata- rata dan rumus error. Dari nilai ini berdasarkan nilai deviasi yang diperoleh dapat dibuat kesimpulan mengenai efektifitas pembacaan sensor. Nilai efektifitas ini yang menjadi penentu alat dapat digunakan dan lulus dalam nilai uji.

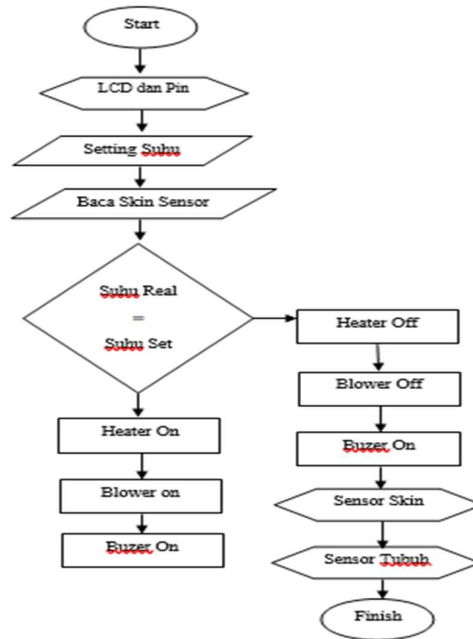
c) Nilai Akurasi

Perhitungan tingkat keakurasian alat sangat diperlukan, karena alat yang diteleti melakukan pengembangan dari alat pembanding. Sehingga diperlukan perhitungan nilai akurasi, supaya alat tersebut bisa dikatakan laik digunakan untuk umum atau tidak. Berikut rumus perhitungan nilai akurasinya :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{nilai error}$$

4. DIAGRAM BLOK SISTEM

Untuk mengetahui jalannya sistem pada prototipe yang akan dibuat, maka penulis menjelaskannya dalam bentuk flowchart sistem seperti berikut.



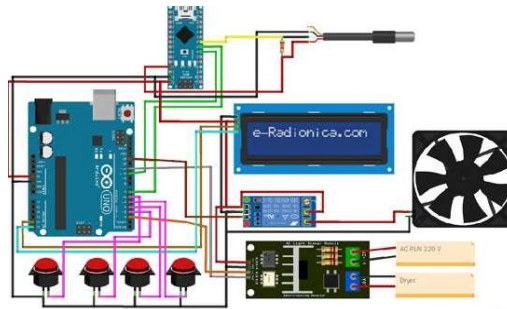
Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 1. Flowchart Sistem Alat Blanket Warmer

Ketika alat dinyalakan maka akan muncul inisialisasi pengenalan alat dengan menampilkan nama alat, penulis, dan sebagainya. Setelah itu akan tampil menu setting pada LCD yang bisa dipilih antara 32°C, 38°C dan 43°C. Lalu ketika tombol *Start* ditekan maka akan muncul tampilan suhu setting dan suhu skin yang terbaca pada LCD. Blower akan menyala secara terus menerus dan heater akan menyala ketika suhu setting belum tercapai, jika sudah tercapai, Setelah itu maka tekan tombol *Stop* dan alat selesai digunakan.

5. Perancangan Rangkaian Alat

Pada tahap ini dijelaskan hasil implementasi baik dari prototype sistem maupun hasil implementasi rangkaian elektronik yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 2. Rancangan Komponen Alat

Gambar menampilkan rancangan modul rangkaian alat *Blanket Warmer* dengan menggunakan sensor suhu. Untuk memudahkan pengertian sistem keseluruhan, maka penulis membagi rangkaian dalam beberapa blok. Masing - masing blok mempunyai fungsinya yang berbeda yaitu:

1. Arduino Uno

Arduino Uno berfungsi sebagai blok kontrol utama yang mengatur kerja alat agar sesuai dengan yang diatur. Blok ini merupakan otak dari kinerja alat agar dapat bekerja dengan semestinya.

2. Setting suhu

Setting suhu untuk mengatur settingan nilai suhu yang dibutuhkan oleh pasien. Nilai dari settingnya adalah 32°C, 38°C, dan 43°C.

3. Sensor suhu

Sensor yang digunakan adalah sensor DS18B20. Sensor ini akan membaca suhu yang ditangkap kemudian menjadikannya bilangan digital yang kemudian ditampilkan pada LCD.

4. Heater

Heater, elemen pemanas ini merupakan komponen penghasil panas yang dibutuhkan oleh blanket.

5. Blower/fan

Blower merupakan kipas yang bekerja untuk mengalirkan udara panas yang dihasilkan heater dari alat menuju ke blanket.

6. AC Light Dimmer Module

AC Light Dimmer module merupakan modul dimmer buatan RobotDyn yang dapat dikontrol oleh mikrokontroller seperti Arduino, Raspberry Pi dan sebagainya.

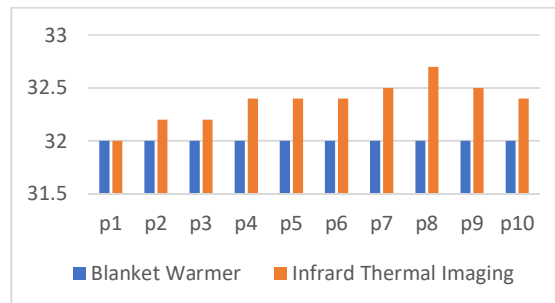
6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pembacaan suhu pada alat *Blanket Warmer* sudah tepat atau tidak, dengan melakukan kalibrasi dengan *infrared thermal imaging* serta menghitung nilai selisih dan *factor error* dari alat *Blanket Warmer*.

Tabel 1. Perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan alat *Blanket Warmer* dengan setting suhu 32°C.

NO	Waktu Pengujian	Suhu alat Blanket Warmer (°C)	Suhu Infrared Thermal Imaging (°C)	Selisih Pengukuran (°C)	Factor Error (%)
1.	10.00	32,00	32,00	0	0
2.	10.05	32,00	32,20	0,20	0,62
3.	10.10	32,00	32,20	0,20	0,62
4.	10.15	32,00	32,40	0,40	1,23
5.	10.20	32,00	32,40	0,40	1,23
6.	10.25	32,00	32,40	0,40	1,23
7.	10.30	32,00	32,50	0,50	1,53
8.	10.35	32,00	32,70	0,70	2,14
9.	10.40	32,00	32,50	0,50	1,53
10.	10.45	32,00	32,40	0,40	1,43

Sumber: Peneliti (2024).



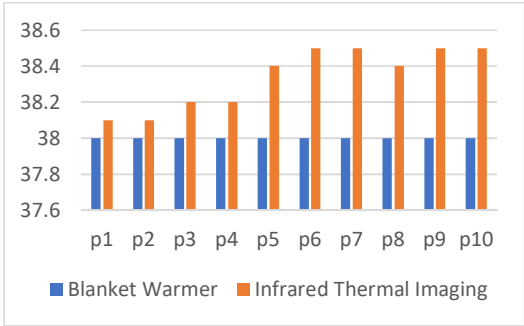
Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 3. Grafik Validasi Suhu 32°C.

Tabel 2. Perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan alat *Blanket Warmer* dengan setting suhu 38°C.

NO	Waktu (menit)	Suhu alat <i>Blanket Warmer</i> (°C)	Suhu <i>Infrared Thermal Imaging</i> (°C)	Selisih Pengukuran (°C)	Factor Error (%)
1.	10.45	38,00	38,10	0,10	0,26
2.	10.50	38,00	38,10	0,10	0,26
3.	10.55	38,00	38,20	0,20	0,52
4.	11.00	38,00	38,20	0,20	0,52
5.	11.05	38,00	38,40	0,40	1,04
6.	11.10	38,00	38,50	0,50	1,29
7.	11.15	38,00	38,50	0,50	1,29
8.	11.20	38,00	38,40	0,40	1,04
9.	11.25	38,00	38,50	0,50	1,29
10.	11.30	38,00	38,50	0,50	1,29

Sumber: Peneliti (2024).



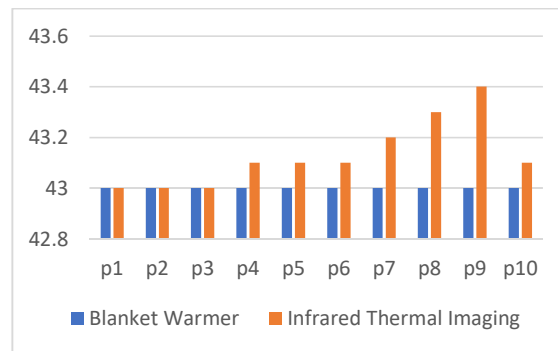
Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 4. Grafik Validasi Suhu 38°C

Tabel 3. Perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan alat *Blanket Warmer* dengan setting suhu 43°C.

NO	Waktu (menit)	Suhu alat <i>Blanket Warmer</i> (°C)	Suhu <i>Infrared Thermal Imaging</i> (°C)	Selisih Pengukuran (°C)	Factor Error (%)
1.	11.35	43,00	43,00	0	0
2.	11.40	43,00	43,00	0	0
3.	11.45	43,00	43,00	0	0
4.	11.50	43,00	43,10	0,10	0,23
5.	11.55	43,00	43,10	0,10	0,23
6.	12.00	43,00	43,10	0,10	0,23
7.	12.05	43,00	43,20	0,20	0,46
8.	12.10	43,00	43,30	0,30	0,69
9.	12.15	43,00	43,40	0,40	0,92
10.	12.20	43,00	43,10	0,10	0,23

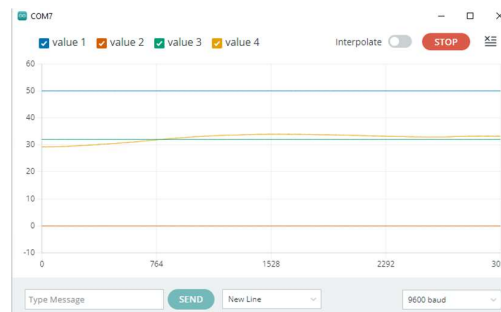
Sumber: Peneliti (2024).



Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 5. Grafik Validasi Suhu 43°C

Berdasarkan pada tabel 1 perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan pembacaan suhu alat *Blanket Warmer*, dapat dikatakan bahwa alat ini bekerja dengan baik dan telah divalidasi. Dengan memiliki Rata-Rata alat ukur 32,37°C selisih pengukuran paling tinggi = 0,70°C, selisih pengukuran paling rendah = 0°C, faktor eror paling tinggi = 2,14% dan faktor eror paling rendah = 0%. Dengan nilai *set point* suhu 32°C adalah $k_p = 30$ $k_i = 0,07$ $k_d = 1345$ menghasilkan kestabilan *system* dengan grafik sebagai berikut:



Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 6. Grafik Validasi Suhu 43°C

Berdasarkan pada tabel 2 perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan pembacaan suhu alat *Blanket Warmer*, dapat dikatakan bahwa alat ini bekerja dengan baik dan telah divalidasi. Dengan memiliki Rata-Rata alat ukur 38,34°C selisih pengukuran paling tinggi = 0,50°C, selisih pengukuran paling rendah = 0,10°C, faktor eror paling tinggi = 1,29 % dan faktor eror paling rendah = 0,26%. Dengan nilai *set point* suhu 38°C adalah $k_p = 30$ $k_i = 0,07$ $k_d = 1345$ menghasilkan kestabilan *system* dengan grafik sebagai berikut:



Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 7. Grafik Validasi Suhu 43°C

Berdasarkan pada tabel 3 perbandingan pembacaan suhu *infrared thermal imaging* dan pembacaan suhu alat *Blanket Warmer*, dapat dikatakan bahwa alat ini bekerja dengan baik dan telah divalidasi. Dengan memiliki Rata-Rata alat ukur 43,13°C selisih pengukuran paling tinggi = 0,40°C, selisih pengukuran paling rendah = 0°C, faktor error paling tinggi = 0,92 % dan faktor error paling rendah = 0%. Dengan nilai *set point* suhu 43°C adalah $k_p = 30$ $k_i = 0,07$ $k_d = 1345$ menghasilkan kestabilan *system* dengan grafik sebagai berikut:



Sumber: Peneliti (2024).

Gambar 8. Grafik Validasi Suhu 43°C

Dari hasil ke-3 pembahasan diatas bahwa *Blanket Warmer* bekerja dengan baik dimana kenaikan atau penurunan suhu bekerja dengan baik serta kenaikan atau penurunan suhu terhadap suhu setting, Tetapi ke-3 pembahasan diatas memiliki permasalahan yang sama yaitu alat membutuhkan waktu yang sedikit lama untuk mencapai ke suhu setting yang telah ditentukan.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan perancangan alat *blanket warmer* berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor DS18B20 dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian alat *blanket warmer* telah tervalidasi dengan membandingkan suhu pada alat *infrared thermal imaging*,

sehingga alat dapat digunakan kepada pasien dengan selisih suhu tertinggi yaitu $32^{\circ}\text{C} = 0,70^{\circ}\text{C}$, $38^{\circ}\text{C} = 0,50^{\circ}\text{C}$, $43^{\circ}\text{C} = 0,40^{\circ}\text{C}$. selisih pengukuran paling rendah yaitu $32^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{C}$, $38^{\circ}\text{C} = 0,10^{\circ}\text{C}$, $43^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{C}$. Rata-rata dari semua pengukuran pada pasien sebesar $32^{\circ}\text{C} = 32,37^{\circ}\text{C}$, $38^{\circ}\text{C} = 38,37^{\circ}\text{C}$, $43^{\circ}\text{C} = 43,13^{\circ}\text{C}$. Nilai error paling tinggi yaitu $32^{\circ}\text{C} = 2,14\%$, $38^{\circ}\text{C} = 1,29\%$, $43^{\circ}\text{C} = 0,92\%$. Nilai error paling rendah $32^{\circ}\text{C} = 0\%$, $38^{\circ}\text{C} = 0,26\%$, $43^{\circ}\text{C} = 0\%$. Dengan begitu alat *blanket warmer* dengan pengontrol suhu otomatis menggunakan sensor DS18B20 aman digunakan kepada pasien.

8. DAFTAR REFERENSI

- Aditionaningsih, & Isnaini, N. (2020). Jurnal Keperawatan Muhammadiyah. Pengaruh Edukasi Penanganan Awal Hipotermia dengan Booklet Terhadap Tingkat Pengetahuan Pada Pendaki Gunung Prau, 1-5.
- Andrianto, D., & Wawan Setiawan, L. (2022). Rancang Bangun Alat Blanket Warmer Berbasis Arduino Design of Blanket Warmer Based Arduino. In Medika Trada : Jurnal Teknik Elektromedik Polbitrada ,Vol. 3, Issue 2.
- Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Otomatis Kandang Ayam Modern, R., Bachaqi, M., Dwi Vaktiyan, Y., Siswanto, A., & Studi Teknik Elektro, P. (n.d.). MESTRO JURNAL ILMIAH Design Monitoring and Automatic Control System for Modern Chicken Cage. In MESTRO JURNAL ,Vol. 4, Issue 02.
- Deswar, F. A., & Pradana, R. (2021). Jurnal Ilmiah “Technologia”. Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis INTERNET OF THINGS (IOT), 26-28.
- Dirja, I., & Jihan, M. A. (2020). Infomatek. Rancang Bangun Pemanas Air (Water Heater) Dengan Menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini, 91 - 96.
- Endang Winarni. (2020). Efektifitas Penggunaan Blanket Warmer Terhadap Suhu Pada Pasien Shivering Post Spinal Anestesi Replacement Ekstremitas Bawah Naskah Publikasi.
- Firmansyah, D., Nursanti, I., Irawati, D., & Jumaayah, W. (2109). Efek Pemberian Blanket Warmer Terhadap Thermogulasi Pasien Perioperatif Transurethral Resection Of the Prostate (TURP). Jurnal Perawat Indonesia, 6(2).
- Gumilar, G. R. (2024). Jurnal Teknik Informatika. Rancang Bangun Alat Pembersih Lantai Otomatis Menggunakan Arduino Uno, 41 - 50.
- Halim, A. R., Saiful, M., & Kertawijaya, L. (2022). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh Pintarberbasis Internet Of Things. Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi, 5(1), 117–127. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i1.4615>
- Hidayat, R., & Rusimamto, P. W. (n.d.). Sistem Pengendalian Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Otomatis Berbasis Fuzzy Logic Control. <https://www.micro4you.com/files/sensor/DHT11.pdf>
- Lauronen, S. L., Kalliovalkama, J., Aho, A., Mäkinen, M. T., Huhtala, H., Yli-Hankala, A. M., & Kalliomäki, M. L. (2023). Self-warming blanket versus forced-air warming blanket during total knee arthroplasty under spinal anaesthesia: A randomised non-inferiority

- trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 67(8), 1102–1109.
<https://doi.org/10.1111/aas.14283>
- Maharani, S. H., & Kholis, N. (2020). Jurnal Teknik Elektro. STUDI LITERATUR: Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Persentase Nilai Error Karbonmonoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Pada Prototipe Vehicle Gas Detector (VGD), 569-578.
- Nurwidyaningrum, D., & Saputra, J. (2020). JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri). Tenda Darurat Dan Kipas Angin Blower Untuk Menunjang Penanggulanagn COVID-19 Di RSUD Kota Depok Jawa Barat, 1117-1125.
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. R E L E (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, 3(2), 46–55.
- Prasetyo, E., & Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Dumai Jalan Utama Karya Bukit Batrem Kota Dumai kode, S. (2019). Informatika Prototype Robot Line Follower Arduino Uno Menggunakan 4 Sensor TCRT5000. Jurnal Informatika, Manajemen Dan Komputer, 11(2).
- Prasetyo, P. E., Nani, D., & Kamaluddin, R. (2024). Eduvest – Journal of Universal Studies. Effect Of Blanket Warmer Use On Shivering Patients Post Regional Anesthesia: A Systematic Review, 423-426.
- Putra, I. U., Saefulloh, Muhammad Bakri, M., & Darwis, D. (2021). Jurnal Teknik dan Sistem Komputer. Pengukur Tinggi Badan Digital Ultrasonik Berbasis Arduino Dengan LCD Dan Output Suara, 3-6.
- Rachmat Aulia1, R. A. F. , I. L. (2021). Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan FAN Dan DHT11 Berbasis Arduino. CESS (Journal of Computer Engineering System and Science), Vol. 6, 30–38.
- Restu Gilang Ramadhan, W. S. F. K. D. (2023). Efektifitas Penggunaan Terapi Cairan Infus Hangat Dan Blanket Warmer Pada Pasien Hipotermi Post Anestesi Regional Di IBS RSUD KOTA TANGERANG. Jurnal Inovasi Penelitian, 4(Heat Infusion Liquid, Blanket Warming, Regional Post Operation, Hypothermia.), 463–470.
- Saputro, M. A., Widasari, E. R., & Fitriyah, H. (2020). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless, 148-156.
- Setiawan, F. B., Wibowo, Y. Y. C., Pratomo, L. H., & Riyadi, S. (2022). Perancangan Automated Guided Vehicle Menggunakan Penggerak Motor DC dan Motor Servo Berbasis Raspberry Pi 4. Jurnal Rekayasa Elektrika, 18(2).
<https://doi.org/10.17529/jre.v18i2.25863>
- Thoha, A. S., & Bawono Dwirastiaji, B. (2021). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik. Monitoring Dan Kontrol Suhu Aquascape Menggunakan Arduino Dengan Sensor Suhu DS18B20, 75~83.
- Thoha, A. S., & Bawono Dwirastiaji, B. (2021). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik. Monitoring Dan Kontrol Suhu Aquascape Menggunakan Arduino Dengan Sensor Suhu DS18B20, 75~83.
- Usep Hidayatulloh. (2023). Efektifitas Pemakaian Blanket Warmer Terhadap Pasien Menggigil Pasca Anestesi Regional Di Ruang Pemulihan Di RSUD KOTA TANGERANG. Jurnal Inovasi Penelitian, 4(Hypothermia, Blanket Warmer), 471–477.

- YOGA ADITYA PRATAMA. (2022). Blanket Warmer Dilengkapi Monitoring Suhu Tubuh. Jurnal UWSH, Blanket Warmer, Hipotermia, Suhu, Heater, 4–8.
- Zakaria, P., Pujiastuti, R. E., & Mardiyono. (2024). Malahayati International Journal of Nursing and Health Science. Interventions of warm blanket compresses and aromatherapy on blood pressure of post-surgery patients, 104-111.
- Zhang, J., Deng, L., Wang, X., Song, F., Hou, H., & Qiu, Y. (2022). Effect of Forced-Air Warming Blanket on Perioperative Hypothermia in Elderly Patients Undergoing Laparoscopic Radical Resection of Colorectal Cancer. Therapeutic Hypothermia and Temperature Management, 12(2), 68–73. <https://doi.org/10.1089/ther.2021.0010>