

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT STRES
PADA MANUSIA MENGGUNAKAN SENSOR
GALVANIC SKIN RESPONSE, SENSOR MAX30102,
DAN SENSOR MLX90614 BERBASIS ARDUINO UNO
TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika



Disusun oleh :
Luky Agustiana

18106020052

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI
FISIKA FAKULTAS
SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-182/Un.02/DST/PP.00.9/01/2025

Tugas Akhir dengan judul : RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT STRES PADA MANUSIA
MENGGUNAKAN SENSOR GALVANIC SKIN RESPONSE , SENSOR MAX30102,
DAN SENSOR MLX90614 BERBASIS ARDUINO UNO

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LUKY AGUSTIANA
Nomor Induk Mahasiswa : 18106020052
Telah diujikan pada : Senin, 13 Januari 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

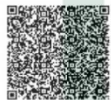
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 6793360ea8d94



Penguji I
Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679268a78744a



Penguji II
Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 679306821528b



Yogyakarta, 13 Januari 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurud Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 67935d9d5d83d

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luky Agustiana
NIM : 18106020052
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Rancang bangun alat ukur tingkat stres menggunakan sensor *Galvanic Skin Response*, sensor MAX30102, Sensor MLX90614 berbasis Arduino" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Januari 2025

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Luky Agustiana

NIM : 18106020052

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT STRES PADA MANUSIA MENGGUNAKAN SENSOR GALVANIC SKIN RESPONSE, SENSOR MAX30102, DAN SENSOR MLX90614 BERBASIS ARDUINO UNO

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.


Yogyakarta, 3 Januari 2025

Pembimbing 1


Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 19830614 200901 2 009

Pembimbing 2


Rochan Rifai, S.Si., M.Sc.

19980208 000000 1 301

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT STRES PADA
MANUSIA MENGGUNAKAN SENSOR *GALVANIC SKIN
RESPONSE*, SENSOR MAX30102, DAN SENSOR MLX90614
BERBASIS ARDUINO UNO**

Luky Agustiana

18106020052

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji alat ukur tingkat stres menggunakan sensor *Galvanic Skin Response*, MAX 30102, Sensor MLX90614 berbasis Arduino. Penelitian ini dilakukan mulai dari perancangan, pembuatan, dan pengujian alat ukur tingkat stres. Perancangan alat ukur tingkat stres dilakukan dengan membuat desain perangkat lunak menggunakan Lucidapp, serta membuat desain perangkat keras menggunakan aplikasi Tinkercad dan Autodesk123. Tahapan pembuatan dilakukan dengan membuat perangkat keras dan perangkat lunak alat ukur tingkat stres. Pembuatan perangkat keras meliputi perakitan komponen, pembuatan casing, dan pemasangan perangkat keras. Perangkat lunak yang digunakan dalam membuat program alat ukur tingkat stres adalah Arduino IDE. Pengujian alat ukur tingkat stres dilakukan dengan mencari nilai akurasi dan presisi *reproducibility* alat ukur tingkat stres dari parameter detak jantung, suhu tubuh, dan kelembaban kulit. Pengelompokan kondisi pada penelitian ini dibagi menjadi 4 kondisi yaitu: tenang, relex, cemas, dan stres. Parameter detak jantung suhu tubuh dibandingkan dengan alat ukur vital sighn dan thermogun sedangkan untuk parameter kelembaban kulit dibandingkan dengan sensor GSR lain. Alat ukur tingkat stres telah berhasil dirancang, dibuat, dan diuji dengan didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 100% untuk parameter kelembaban kulit, 98,96 % untuk parameter suhu tubuh, dan 99,71 % untuk parameter detak jantung. Adapun nilai presisi *reproducibility* yang didapatkan sebesar 100 %, hasil ini berdasarkan kondisi subjek yang diukur. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa alat ukur tingkat stres mampu memberikan pengukuran yang akurat dan konsisten, serta telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh standar dokumen ISO 80601-2-61 dan ISO/IEC 17025:2017. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam bidang kesehatan, terutama dalam monitoring kondisi kesehatan psikologis seseorang.

Kata Kunci : detak jantung, *galvanic skin response*, kelembaban kulit, tingkat stres, suhu tubuh

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF HUMAN STRESS LEVEL
MEASURING INSTRUMENT USING GALVANIC SKIN
RESPONSE SENSOR, MAX30102 SENSOR, AND MLX90614
SENSOR BASED ON ARDUINO UNO**

Luky Agustiana

18106020052

ABSTRACT

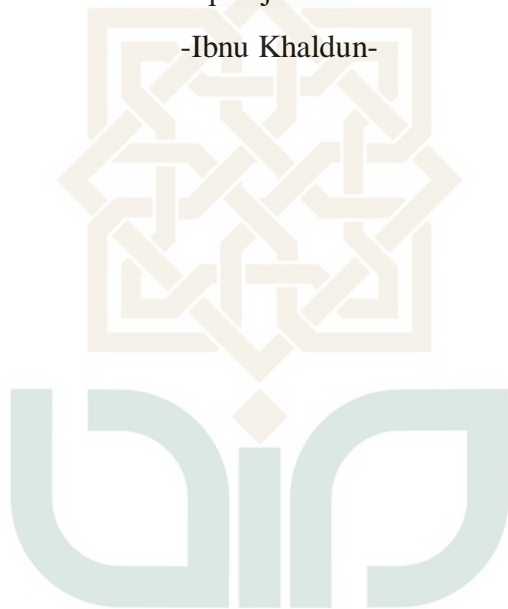
This research aims to design, manufacture, and test a stress level measuring instrument using the Galvanic Skin Response sensor, MAX 30102, Arduino-based MLX90614 Sensor. This research was conducted starting from designing, making, and testing stress level measuring instruments. The design of the stress level measuring instrument is done by making a software design using Lucidapp, and making a hardware design using the Tinkercad and Autodesk123 applications. The manufacturing stage is carried out by making the hardware and software of the stress level measuring instrument. Hardware manufacturing includes assembling components, making cases, and installing hardware. The software used in making the stress level measuring instrument program is Arduino IDE. Testing the stress level measuring instrument is done by finding the accuracy value and reproducibility precision of the stress level measuring instrument from the parameters of heart rate, body temperature, and skin moisture. The grouping of conditions in this study is divided into 4 conditions, namely: calm, relax, anxiety, and stress. The heart rate parameter of body temperature is compared with the vital sign and thermogun measuring instruments while for the skin moisture parameter it is compared with other GSR sensors. The stress level measuring instrument has been successfully designed, made, and tested with an average accuracy value of 100% for skin moisture parameters, 98.96% for body temperature parameters, and 99.71% for heart rate parameters. The reproducibility precision value obtained is 100%, this result is based on the condition of the subject being measured. The results of this study are expected to make a positive contribution in the field of health, especially in monitoring a person's psychological health condition.

KeyWords : heartbeat, galvanic skin response, skin moisture, stress level, body temperature

HALAMAN MOTTO

"Kegagalan itu adalah suatu cara bagi Allah untuk memberikan kita pelajaran”.

-Ibnu Khaldun-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN
Karya ini penulis persembahkan untuk :

Allah SWT.

Ibu Mutmainah dan Ibu Muhayati

Bapak Dasmono dan Ibu Hartati

Bapak Yulianto S. dan Ibu Yeni A.

Keluarga Besar Luky

Sahabat Fisika 2018

SC Fisika Instrumentasi

Prodi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT UKUR TINGKAT STRES PADA MANUSIA MENGGUNAKAN SENSOR *GALVANIC SKIN RESPONSE*, SENSOR MAX 30102, DAN SENSOR MLX 90614 BERBASIS ARDUINO UNO” dengan baik dan lancar. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada beliau, baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafaatnya di yaumul qiyamah kelak. Amin.

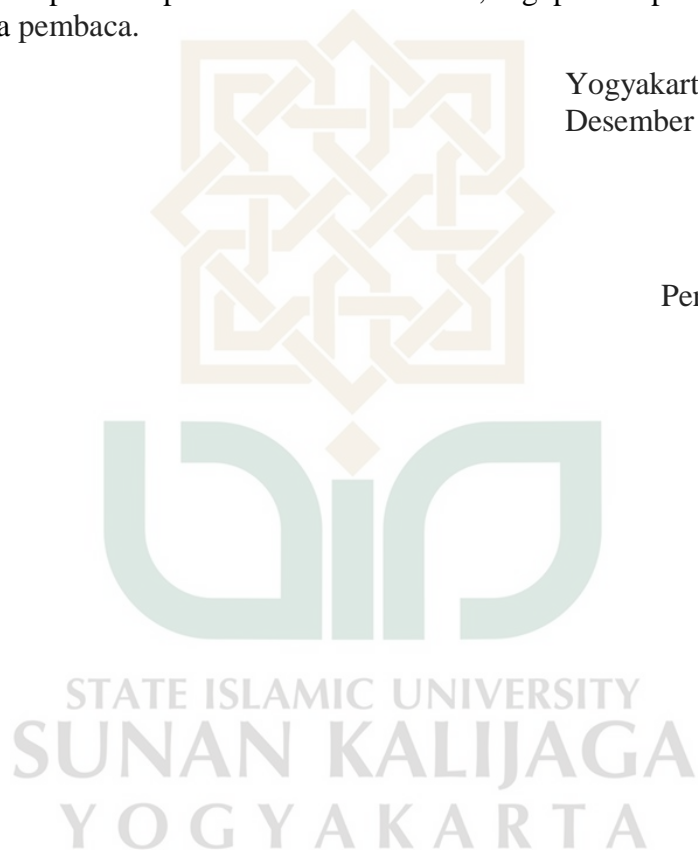
Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Bapak, dan seluruh saudara, serta keluarga yang selalu memberikan do'a.
2. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D .selaku Rektor UIN Suka
3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Widayanti, S.Si. M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Bapak Rochan Rifai, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
7. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
8. Teman-teman seperjuangan Faqih, Ahmad, Rabynd, dll.
9. Seluruh tim pengurus Tamir masjid Al Hidayah Purwosari.
10. Teman-teman Prodi Fisika angkatan 2018 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 27
Desember 2024

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Studi Pustaka.....	10
2.2 Landasan Teori.....	15
2.2.1 Stres.....	15
2.2.2 <i>Galvanic skin response</i> (GSR).....	20
2.2.3 Suhu Tubuh.....	22
2.2.4 Detak Jantung	23
2.2.5 Sensor GSR (<i>Galvanic Skin Response</i>)	25
2.2.6 Sensor MAX30102.....	27
2.2.7 Sensor MLX90614	28
2.2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	29

2.2.9 Modul I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>)	30
2.2.10 Buzzer	31
2.2.11 Arduino Uno	32
2.2.12 Arduino IDE	34
2.2.13 Akurasi	35
2.2.14 Presisi	36
2.2.15 Wawasan Islam Tentang Manajemen Stres	38
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Waktu Penelitian dan Tempat Penelitian	42
3.2 Alat dan Bahan	42
3.2.1 Alat Penelitian	42
3.2.2 Bahan Penelitian	43
3.3 Prosedur Penelitian	44
3.3.1 Perancangan Alat Ukur Tingkat Stres Pada Manusia	45
3.3.2 Pembuatan Alat Ukur Tingkat Stres Pada Manusia	47
3.3.3 Pengujian Alat Ukur Tingkat Stres Pada Manusia	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil Penelitian	57
4.1.1 Hasil Perancangan Sistem	57
4.1.2 Hasil Pembuatan Sistem	59
4.1.3 Hasil Pengujian Alat	61
4.2 Pembahasan	64
4.2.1 Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Alat	64
4.2.2 Pembahasan Pengujian Akurasi dan Presisi	66
4.3 Integrasi – Interkoneksi	71
BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	83

Lampiran 1 : Perancangan Sistem.....	83
Lampiran 2: Pembuatan Alat.....	84
Kode program untuk alat ukur tingkat stres pada manusia.....	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Area dari fungsi respon elektrodermal pada tangan (Arham dkk, 2020).....	20
Gambar 2. 2 Sensor GSR (Arini, 2015).....	24
Gambar 2. 3 Sensor MAX 30102 (Jannah dkk, 2024)	25
Gambar 2. 4 Sensor MLX90614 (Elsi dkk, 2021)	26
Gambar 2. 5 LCD 20x4 (Warjono dkk, 2017)	28
Gambar 2. 6 Module I2C (Handson, 2020)	28
Gambar 2. 7 Buzzer (Hartanto, 2021)	30
Gambar 2. 8 Arduino Uno (Adriansyah & Hidyatama, 2013).....	30.
Gambar 3. 1 Tahapan penelitian	41
Gambar 3. 2 Diagram Blok sistem	43
Gambar 3. 3 casing wadah	47
Gambar 3. 4 Diagram alir sketch pemrograman	48
Gambar 4. 1 desain rangkaian elektronika sistem.....	55
Gambar 4. 2 Skema rangkaian alat ukur tingkat stres pada manusia	56
Gambar 4. 3 Konfigurasi pin komponen dengan Arduino Uno	56
Gambar 4. 4 Desain cover box pelindung komponen	57
Gambar 4. 5 Perangkat keras alat yang telah dibuat, (A) tampak luar, (B) tampak dalam.....	58
Gambar 4. 6 Tampilan data pengukuran alat ukur tingkat stres pada manusia pada LCD 20x4	59

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Relevansi penelitian tugas akhir dengan penelitian terdahulu	13
Tabel 2. 2	Paramaeter tingkat stres pada orang dewasa (suwanto, 2012).	16
Tabel 2. 3	Spesifikasi detaka jantung (Hermansyah, 2022)	23
Tabel 3. 1	Alat Perancangan	39
Tabel 3. 2	Alat pembuatan	39
Tabel 3. 3	Alat Pengujian	40
Tabel 3. 4	Bahan pembuatan alat	40
Tabel 3. 5	Bahan pengujian	41
Tabel 3. 6	Library Pemrograman	49
Tabel 3. 7	Pengujian sub sistem sensor MAX30102	51
Tabel 3. 8	Pengujian sub sistem sensor MLX90614	51
Tabel 3. 9	Pengujian sub sistem sensor GSR	52
Tabel 3. 10	Hasil pengukuran alat pembanding sensor MAX30102	53
Tabel 3. 11	Hasil pengujian alat pembanding sensor MLX90614	53
Tabel 3. 12	Hasil pengujian presisi keterulangan	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi di bidang kesehatan saat ini semakin berkembang. Kemajuan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam dunia kesehatan, menciptakan berbagai inovasi yang meningkatkan kualitas perawatan kesehatan dan efisiensi layanan medis. Berbagai jenis alat dirancang untuk membantu mempermudah beragam hal dibidang kesehatan, seperti sensor yang dapat mendeteksi kondisi tubuh manusia, aplikasi kesehatan online hingga perangkat medis lainnya, yang digunakan untuk membantu menangani masalah kesehatan yang ringan hingga masalah kesehatan yang rumit (Septian dkk, 2019).

Berbagai teknologi di dunia kesehatan sangat berguna dalam membantu berbagai kebutuhan terkait kesehatan pada masa ini. Di era modern saat ini, banyak orang yang tidak terlalu memperhatikan kesehatan sendiri, baik secara mental maupun fisik karena kesibukan dan rutinitasnya sehari-hari. Jika hal tersebut berlangsung secara terus menerus, dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan seseorang, karena kurangnya pengawasan dan pencegahan terhadap tanda-tanda gangguan kesehatan (Barnessa & Hadiwono, 2020).

Salah satu masalah yang seringkali dialami banyak orang pada masa ini adalah stres. Stres yang ada saat ini adalah sebuah atribut kehidupan modern. Hal ini dikarenakan stres sudah menjadi

bagian hidup yang tidak bisa terelakkan. Baik di lingkungan sekolah, kerja, keluarga, atau dimanapun, stres bisa dialami oleh seseorang (Lumban, 2016). Saat ini masyarakat sangat mudah mengalami stres dikarenakan beberapa hal yang membebani pikiran mereka. Stres dapat menyerang siapa saja mulai dari remaja hingga orang dewasa. Tugas pekerjaan yang menumpuk serta lingkungan sekitar yang tidak mendukung menjadi faktor utama yang membuat seseorang mengalami stres. Pada tahun 2023 sebuah lembaga survey *Gallup poll* mengungkapkan bahwa 44% pekerja mengalami stres, 21% mengalami kelelahan emosional akibat kerja, dan 77% pekerja memutuskan untuk berhenti bekerja (Izehaga dkk, 2024).

Stres merupakan perubahan yang terjadi pada respon emosional, fisik, tingkah laku, dan mental yang diakibatkan karena adanya tuntutan untuk beradaptasi atau menyesuaikan diri. Akibat dari stres sendiri antara lain adalah emosi yang menjadi tidak stabil, resiko terhadap kesehatan fisik yang lebih serius, dan juga gangguan-gangguan pada psikis seseorang (Sondari dkk, 2020). Stres mengakibatkan banyak dampak negatif, yaitu pengaruh terhadap mental diantaranya susah tidur, mudah marah, mudah lupa, depresi, bahkan bunuh diri. Selain itu stres juga berpengaruh pada gejala fisik, diantaranya sakit kepala, asma, jantung berdebar-debar, tekanan darah tinggi, dan gejala-gejala lainnya. Hal-hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi kinerja individu dalam melaksanakan aktifitas sehari-hari (Hadya, 2014).

Faktor stres (Stresor) sendiri bisa bersumber dari lingkungan yang menuntut seseorang untuk dapat menyesuaikan diri dengan sebuah kondisi tertentu. Stresor sendiri dibagi menjadi dua yaitu

stresor internal dan eksternal (Djoar & Anggarani, 2024). Sebagai contoh untuk stresor eksternal dimana kita selalu dituntut untuk dapat menyesuaikan diri terhadap kebisingan, polusi udara, cuaca, kepadatan lalu-lintas dan sebagainya. Kemudian untuk stresor internal contohnya seperti tuntutan akan waktu dan tuntutan untuk memberikan perhatian penuh terhadap sesuatu hal, wawancara dalam pekerjaan, dan menentukan sebuah prioritas yang akan dilakukan terlebih dahulu dalam pekerjaan, presentasi pekerjaan, konflik personal (Azizah dkk., 2023).

Stres adalah masalah umum yang dapat menyerang semua kalangan tidak terkecuali mahasiswa. Stres pada mahasiswa bisa disebabkan ketidakmampuan dalam melakukan kewajibannya sebagai mahasiswa seperti tugas perkuliahan, target pencapaian nilai, prestasi akademik, kebutuhan untuk mengatur diri sendiri, mengembangkan kemampuan berpikir yang lebih baik serta penyusunan tugas akhir (Rohmah & Mahrus, 2024). Stres pada mahasiswa juga disebabkan oleh stresor berupa tuntutan dari orang tua, kesulitan topik yang digunakan pada skripsi, lingkungan yang kurang baik, adanya konflik kepada teman, sulitnya menemui dosen pembimbing dan sebagainya. Mahasiswa tingkat akhir rentan mengalami stres, karena adanya tuntutan ataupun tekanan yang didapatkan dari orang tua dan lingkungan, oleh karena itu beberapa penelitian terdahulu menemukan bahwa tingkat stres pada mahasiswa cukup tinggi. Berdasarkan S. Lovibond (1995) yang mengelompokkan tingkat stres menjadi normal, ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Berdasarkan penelitian Afryani pada tahun 2019, dimana dia melakukan survey menggunakan metode

Depression Anxiety Stress Scale (DASS) yang menghasilkan bahwa tingkat stres yang dialami dikelompokkan menjadi tingkat stres sedang (53,1%), stres ringan (40,7%) dan tingkat stres berat (6,2%) akibat mengerjakan tugas akhir (Dwiputri A. dkk, 2023).

Umur merupakan faktor yang penting terhadap seorang individu yang mengalami stres, semakin tinggi umur seseorang maka semakin mudah mengalami stres. Seorang yang lebih tua cenderung mempunyai kondisi kesehatan yang kurang baik dibanding dengan orang yang lebih muda. Semakin tua umur seseorang maka akan mengalami penurunan kinerja fungsi organ dan kondisi fisik, sehingga lebih rentan untuk mengalami stres kerja. Hal ini antara lain disebabkan oleh faktor fisiologis yang telah mengalami pengunduran dalam berbagai kemampuan, seperti kemampuan visual, berpikir, mengingat dan mendengar. Pada Usia 21-60 tahun merupakan usia yang rentan bagi seseorang mengalami stres (Azizah dkk, 2023).

Menilik akibat yang sangat besar yang ditimbulkan oleh stres, maka dibutuhkan kemampuan untuk mengelola stres. Stres tidak mungkin selamanya dihindari, karena ujian dan cobaan dari Allah SWT tidak dapat diatur oleh manusia. Anjuran Allah SWT tentang mengelola stres sangat jelas, sebagaimana yang telah digariskan dalam surat Ar-Ra'd ayat 28 yaitu :

الَّذِينَ ءَامَنُوا وَتَطْمَئِنُّ قُلُوبُهُمْ بِذِكْرِ اللَّهِ أَلَا بِذِكْرِ اللَّهِ تَطْمَئِنُّ الْقُلُوبُ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka manjadi tenteram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya

dengan mengingat Allah-lah hati menjadi tenteram”.
(<https://tafsirweb.com/3988-surat-ar-rad-ayat-28.html>)

Dari ayat tersebut kita diajarkan untuk selalu mengingat Allah agar hati merasa tenang, dengan mengingat Allah, bertasbih dan bertahmid kepada Allah, membaca dan mendengar Kitab-Nya, ingatlah bahwa ketenangan hati diwujudkan dengan mengingat Allah.

Stres sebenarnya tidak selalu buruk dan merupakan bagian normal dari kehidupan sehari-hari. Bahkan stres dapat dijadikan motivasi stres bisa menjadi motivasi dan energi yang positif jika dikelola dengan baik, yaitu dengan cara meresponsnya sebagai *eustress*. *Eustress* adalah jenis stres yang positif dan dapat memberikan energi dan motivasi untuk menghadapi tantangan. Tapi stres bisa menimbulkan perasaan tidak nyaman jika kita tidak mampu mengelolanya sehingga diperlukan kemampuan untuk mengelola stres atau *stress management* (Yuwono, 2010).

Melihat betapa pentingnya pengendalian stres, maka dari itu diperlukan suatu alat yang dapat mengukur tingkat stres sejak dini untuk menghindari kemungkinan yang lebih buruk yang terjadi. Alat ukur stres dapat mengukur beberapa gejala fisik yang terjadi pada tubuh. Alat ukur tingkat stres dirancang dengan menggunakan beberapa sensor yang dapat mendeteksi tingkat stres manusia dengan tujuan agar seseorang dapat memantau kondisinya dan terhindar dari stres yang lebih berat yang bisa merugikan kesehatan tubuh serta pikiran (Pristantini, 2013).

Alat ukur tingkat stres ini, menggunakan beberapa parameter untuk mendeteksi tingkat stres pada manusia yaitu

kelembaban kulit, tekanan darah dan suhu tubuh. Nuril (2021) pada penelitiannya menyebutkan bahwa ada beberapa reaksi fisik yang menandakan seseorang mengalami stres, antara lain tingginya detak jantung (*increased heart rate*), naiknya tekanan darah (*elevated blood pressure*), dan berkeringat dingin (*cold hand*). Alat ukur tingkat stres yang dibuat juga harus dapat mengukur dengan aman tanpa harus memberikan rasa sakit terhadap fisik individu.

Sebelum pembuatan alat ukur tingkat stres, perlu dilakukan terlebih dahulu perancangan alat. Tujuan dari pada perancangan alat ukur tingkat stres ini ialah untuk memberikan Gambaran tentang bagaimana alat ukur tingkat stres dibuat sehingga proses pembuatan akan lebih mudah dan efisien. Selain itu, perancangan alat ukur tingkat stres juga mempertimbangkan tentang kemudahan penggunaan alat di masa depan. Hal ini mencakup desain alat yang sistematis dan penempatan komponen yang memudahkan pemeliharaan serta perbaikan saat diperlukan nantinya. Pemilihan sensor menjadi salah satu tahapan penting dalam perancangan alat agar nantinya alat dapat mengukur parameter dengan baik

Setelah rancangan alat dibuat, selanjutnya adalah melakukan proses pembuatan alat ukur tingkat stres. Proses pembuatan alat ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah alat yang dapat berfungsi sebagai pemantau tingkat stres pada manusia berdasarkan parameter kelembaban kulit, detak jantung, dan suhu tubuh. Ada beberapa sensor yang dapat digunakan diantaranya sensor *Galvanic skin response* (GSR) dimana sensor ini berfungsi untuk mengukur kelembaban kulit, dalam penelitian yang dilakukan oleh nuril pada tahun 2021 menyebutkan bahwa sensor GSR mampu mengindera

dan mengukur tingkat konduktivitas (kemampuan suatu bahan menghantarkan listrik) dari bagian kulit tertentu tergantung tingkat kelembapan kulit (*moisture*) maupun kadar garam yang terdapat di keringat pada permukaan kulit. Sensor selanjutnya yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor MAX30102 yang berfungsi untuk mengukur detak jantung, pada penelitian yang dilakukan oleh Hafidh dan Rosana di tahun 2023 menyebutkan bahwa sensor MAX30102 memiliki *noise* yang rendah sehingga mudah untuk dikalibrasi. Sensor MLX90614 adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu tubuh, sensor ini juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Izzati dkk, di tahun 2022 dimana dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sensor MLX90614 merupakan sensor yang dapat mengukur suhu tubuh tanpa harus melakukan kontak serta respon pembacaan data yang cepat sehingga hal ini dapat memudahkan dalam pengukuran *real time*. Sensor-sensor tersebut kemudian akan didukung dengan instrumen-instrumen penunjang agar nantinya dapat menampilkan sebuah output yang dapat dijadikan indikator seseorang mengalami stres atau tidak.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan maka perlu dilakukan penelitian untuk merancang dan membuat alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat stres seseorang. Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan alat ukur tingkat stres pada manusia maka perlu dilakukan pengujian alat. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat. Jika kinerja alat tersebut kurang baik, maka harus dilakukan penyempurnaan pada alat tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah rancangan sistem alat ukur tingkat stres dibuat.
2. Bagaimanakah pembuatan alat ukur tingkat stres berdasarkan rancangan yang telah dibuat.
3. Bagaimanakah hasil pengujian alat ukur tingkat stres pada manusia.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang alat ukur tingkat stres menggunakan sensor *Galvanic Skin Response*, sensor MAX30102, Sensor MLX90614 berbasis Arduino untuk mendeteksi tingkat stres pada manusia.
2. Membuat Alat ukur tingkat stres menggunakan sensor *Galvanic Skin Response*, sensor MAX30102, sensor MLX90614 berbasis Arduino untuk mendeteksi tingkat stres pada manusia.
3. Menguji tingkat akurasi dan presisi alat ukur tingkat stres pada manusia menggunakan sensor *Galvanic Skin Response*, sensor MAX30102, sensor MLX90614 berbasis Arduino untuk mendeteksi tingkat stres pada manusia.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Pengambilan data dilakukan dengan melibatkan manusia sebagai subjek penelitian dan diambil beberapa variabel seperti: resistansi kulit, detak jantung, dan suhu tubuh.
2. Pengambilan data melibatkan 5 orang subjek penelitian yang memiliki rata-rata umur 21 tahun dan dilakukan pengukuran terhadap subjek penelitian untuk mendapatkan nilai-nilai variabel.
3. Setiap subjek akan dilakukan pengukuran sebanyak 10 kali di setiap variabel
4. Pengujian akurasi hanya dilakukan untuk pengukuran detak jantung dan suhu tubuh

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat, antara lain:

1. Mewujudkan perancangan alat ukur tingkat stres pada manusia yang berguna di dunia kesehatan.
2. Memberikan kemudahan bagi seseorang untuk melakukan pengecekan kesehatan mental di mana saja dan kapan saja.
3. Mengembangkan teknologi dibidang instrumentasi medis.
4. Memberikan peringatan dini bagi seseorang dalam memanajemen stres agar tidak menjadi penyakit yang lebih serius.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian beserta dengan pembahasannya, maka dapat ditarik sebuah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dari penelitian tersebut sebagai berikut:

1. Alat ukur tingkat stres pada manusia menggunakan sensor *galvanic skin response*, sensor MAX30102, dan sensor MLX90614 berbasis Arduino Uno telah berhasil dirancang menggunakan perangkat lunak Tinkercad dan Fritzing. Hasil perancangan berupa desain keseluruhan sistem dan skema rangkaian sistem.
2. Alat ukur tingkat stres pada manusia berhasil dibuat. Sistem terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem perangkat keras tersusun dari sensor *galvanic skin response*, sensor MAX30102, dan sensor MLX90614 berbasis Arduino Uno sebagai input. Mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pengolah dan penerima data dari sensor *galvanic skin response*, sensor MAX30102, dan sensor MLX90614. Sedangkan untuk penampil hasil pengukuran digunakan LCD. Adapun *buzzer* sebagai modul alarm jika nantinya kondisi menunjukkan stres. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE yang digunakan sebagai program untuk mengatur kerja alat yang telah dibuat.
3. Alat ukur tingkat stres pada manusia berhasil di uji. Pengujian untuk akurasi sensor GSR rata-rata mencapai 100%, pengujian

akurasi untuk sensor MAX30102 rata-rata mencapai 99.87%. pengujian akurasi suhu tubuh untuk sensor MLX90614 rata-rata mencapai 98.87%. Hasil tersebut sesuai standar dokumen ISO 80601-2-61 dan ISO/IEC 17025:2017. Sedangkan untuk nilai presisi keterulangan didapatkan nilai rata-rata mencapai 100%. yang artinya nilai ini memenuhi standar jika menilik persyaratan dari SNI ISO 1075 yang menetapkan standar nilai presisi keterulangan mencapai minimal 98%. Hasil tersebut sudah memenuhi standar presisi keterulangan yang baik. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat ukur tingkat stres pada manusia yang telah dibuat sudah memenuhi standar alat ukur sesuai dokumen persyaratan keselamatan alat ukur medis, namun masih perlu dilakukan optimasi, sehingga belum dapat diujikan pada seseorang yang memiliki masalah psikologis.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada alat yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Berikut adalah saran peneliti terhadap penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya.

1. Alat ukur tingkat stres yang telah dibuat pada penelitian ini merupakan alat yang digunakan untuk pengukuran *realtime*. Oleh karena itu perlunya basis *monitoring* untuk dapat memantau kondisi psikologi seseorang
2. Indikator seseorang mengalami stres dapat dilihat pada 4 perubahan indikator pada tubuh yaitu: aktivitas kelembaban kulit, detak jantung, suhu tubuh dan tekanan darah. Pada

penelitian ini hanya diambil 3 parameter indikator yaitu: detak jantung, kelembaban kulit, dan suhu tubuh. Pada penelitian selanjutnya perlu tambahan parameter tekanan darah agar pengukuran dapat sesuai dengan anjuran medis.

3. Perlunya alat standar yang memadai sebagai alat pembanding untuk sensor *galvanic skin response* (GSR) sebagai syarat pengujian akurasi.
4. Perlunya mencari subjek yang telah didiagnosa mengalami kondisi stres oleh dokter sebagai subjek uji.



DAFTAR PUSTAKA

- .Musradinur. 2016. Stres Dan Cara Mengatasinya Dalam Perspektif Psikologi. *Jurnal Edukasi: Jurnal Bimbingan Konseling*, 2(2), 183. <https://doi.org/10.22373/je.v2i2.815>
- Adriansyah1 & Hidyatama. 2013. Elevator atau Lift. *Teknologi Elektro, Universitas Mercu*, 4(3), 100–112.
- Andini, dkk. 2024, Kesehatan, F., & Indonesia, U. H. (n.d.). *Meditasi Untuk Mengatasi Stres Pada Mahasiswa Tingkat Akhir*. 6(2).
- Azizah, Prihatin, & Asrina. 2023. Hubungan Umur Dengan Stres Kerja Pada Pedagang New Makassar Mall Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 4(2), 595–602. <https://doi.org/10.33096/woph.v4i4.765>
- Barnessa, & Hadiwono. 2020. Tempat Kesehatan Holistik Di Puri Kembangan. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 2(2), 2041. <https://doi.org/10.24912/stupa.v2i2.8568>
- Djoar & Anggarani. 2024. Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Stress Akademik Mahasiswa Tingkat Akhir. *Jambura Health and Sport Journal*, 6(1), 52–59. <https://doi.org/10.37311/jhsj.v6i1.24064>
- Dwiputri & Rahman. 2023. Faktor Yang Berhubungan Dengan Tingkat Stres Mahasiswa Dalam Menyusun Skripsi. *Window of Public Health Journal*, 4(4), 567–577. <https://doi.org/10.33096/woph.v4i4.1115>
- Faridah, Hadi, & Budiantari. 2018. Implementasi SNI ISO/IEC

- 17025:2017 - Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. In *Badan Standarisasi Nasional*.
- Hadya. 2014. Tingkat Stress menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Institut Bisnis Dan Informasi Stikom Surabaya*.
- Hafidh & Rosana. 2023. Sistem Deteksi Stres berdasarkan Detak Jantung dan Kelenjar Keringat menggunakan Metode K-Nearest Neighbours. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(3), 1108–1115. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Hartanto & Prabowo. 2021. Rancang Bangun Sistem Absensi Dengan Pemeriksaan Suhu Tubuh Berbasis Arduino ATmega2560. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna* , 9(3), 27–40.
- Hasanuddin. 2021. Pemberdayaan Sistem Robotik Guna Pendeteksi Denyut Jantung Manusia. *Jurnal Bisantara Informatika (JBI)*, 5(1), 5–24.
<httpbisantara.amikparbinanusantara.ac.idindex.phpbisantaraarticleview4841>
- Hermansyah & Prasetyo. 2022. Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Menggunakan Pulse Heart Rate Sensor. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 8(2), 338.
<https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.116677>
- Japeri, Syauqi, Anhar, & Wahyudi. 2022. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Stres Dan Dehidrasi Berbasis Internet Of Things (Iot). *Technologia : Jurnal Ilmiah*, 13(1), 76.
<https://doi.org/10.31602/tji.v13i1.5892>

- Kukus, Supit, & Lintong. 2013. Suhu Tubuh: Homeostasis Dan Efek Terhadap Kinerja Tubuh Manusia. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 1(2). <https://doi.org/10.35790/jbm.1.2.2009.824>
- Lumban. 2016. Teori Stres: Stimulus, Respons, dan Transaksional. *Buletin Psikologi*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.22146/bpsi.11224>
- Madona & Deza. 2020. Alat Pendeteksi Tingkat Stress Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh , Jurnal Politeknik Caltex Riau Alat Pendeteksi Tingkat Stress Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh ,. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan (ELEMENTER)*, 3(November 2017), 31–42.
- Musabiq & Karimah. 2018. Gambaran Stress Dan Dampaknya Pada Mahasiswa Description of Stress and Its Impact on Students. *InSight*, 20(2), 74–80.
- Muthmainnah & Tazi. 2022. Karakterisasi Sensor MAX30102 Sebagai Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Photoplethysmograph. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(3), 726–731. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.655>
- Muthmainnah & Tabriawan. 2022. Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(3), 163–176. <https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.3.163-176>
- Nuril, Majur, & Nasron. 2021. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Stress Pada Manusia Berbasis Arduino Uno Nuril Hidayah Martinus Mujur Rose. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 8(1), 31–39.
- Nurhafizah, Putri, Hasri, & Sohiron. 2024. Manajemen Stress Dalam

- Perspektif Islam. *Khazanah Pendidikan*, 18(1), 45.
<https://doi.org/10.30595/jkp.v18i1.20673>
- Pratama, Bangsa, & Rahmadewi. 2020. Implementasi Sensor Detak Jantung MAX30100 dan Sensor Konduktansi Kulit GSR menggunakan Mikrokontroller Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 6(3), 295–307.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4541288>
- Pristantini. 2013. Aplikasi *Fuzzy Logic* Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR, dan Detak Jantung. 1–68.
- Putra. 2020. BUKU AJAR *INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK PERTANIAN Digital Repository Universitas Jember*.
- Hendi & Say. 2023. Evaluasi Resistansi Sensitivitas Modul Galvanic Skin Response Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Media Elektro*, XII(2), 57–65. <https://doi.org/10.35508/jme.v12i2.11809>
- Elsi, Haryanto, & Primaini. 2021. Jusikom :Jurnal Sistem Komputer Musirawas Perancangan Alat Deteksi Suhu Tubuh Dengan Sensor Contactless Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sistem Komputer Musirawas Perancangan Alat Deteksi Suhu Tubuh Dengan Sensor Contactless Berbasis Arduino Uno*, 6(1), 51–52.
- Rohmah & Mahrus. 2024. Mengidentifikasi Faktor-faktor Penyebab Stres Akademik pada Mahasiswa dan Strategi Pengelolaannya. *J I E M Journal of Islamic Education and Management*, 5(1), 36–43.
<https://jurnalftk.uinsby.ac.id/index.php/JAPI/article/view/2218>.
- Septian, Arinie, & Darmono. 2019. Rancang Bangun Smart Nurse Call (Pemanggil Perawat) Berbasis Android. *Jurnal Jartel: Jurnal*

- Jaringan Telekomunikasi*, 8(1), 2654–6531.
http://eprints.akakom.ac.id/4467/3/3_1254100
- Seran, Hardiyanto, Husna, & Hendro. 2015. Sensor Galvanic Skin Response (GSR) Berbasis Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Tingkat Stres Manusia. *Prosiding Skf*, 422–427.
- Shiddiq, & Nugraha. 2022. Sistem Monitoring Detak Jantung pada Sepeda Treadmill. *Journal of Computer Electronic and Telecommunications*, 3(2). <https://doi.org/10.52435/complete.v3i2.200>
- Sokop, Mamahit, & Sompie. 2016. Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 13–23.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/11999>
- Sondari, Kusnadi, & Suparman. 2020. Pengaruh Stres Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT Perkebunan Nusantara VIII Kebun Tambaksari. *The World of Business Administration Journal*, 1(2), 163–178. <https://doi.org/10.37950/wbaj.vi.752>
- Tanamas, Ayu, Ekowati, & Suryani. 2023. Hubungan Strategi Koping dengan Stres dan Kualitas Tidur pada Mahasiswa Kedokteran. *Damianus Journal of Medicine*, 22(3), 232–242.
<https://doi.org/10.25170/djm.v22i3.3099>
- Urbach, T. U., & Wildian, W. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614. *Jurnal Fisika Unand*, 8(3), 273–280. <https://doi.org/10.25077/jfu.8.3.273-280.2019>

- Wangean, Lintong, & Rumampuk. 2016. Pengaruh lamanya paparan energi panas terhadap suhu tubuh dengan metode mandi uap pada wanita dewasa. *Jurnal E-Biomedik*, 4(1), 20–23.
<https://doi.org/10.35790/ebm.4.1.2016.10871>
- Warjon, Wisaksono, Misbahur, Amalia, & Mubarok. 2017. Alat Ukur Elektronik Pemakaian Air. *Orbith*, 13(2), 86–89.
- Wijayanti, Widasari, & Prasetio. 2022. Implementasi Wearable Device untuk Sistem Pendeteksi Stres pada Manusia berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4486–4492. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Wiradharma, Mukhtar, & Cahyadi. 2022. Sensor Galvanic Skin Response (Gsr) Berbasis Arduino Nano Sebagai Pengukur Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang Atau Distress. *E-Proceeding of Engineering*, 9(2), 218–225.
- Yuwono. 2010. Mengelola Stres dalam Perspektif Islam dan Psikologi. *Jurnal Nasional UMP*, 8(2), 14–26.
- Ningrum. 2019. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Stress pada Manusia Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Menggunakan GSR dan MPX5050dp. 1–136.
- Malliwan. 2020. *Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno* [Skripsi] Universitas Hasanuddin.
<http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/1718/>
- Afifah, E. 2021. Mengena; Perangkat Lunak Arduino IDE. *Perangkat Luna Arduino IDE*, pp. 1-7.

Fraden, J. 2016. *Handbook of Modern Sensors*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>.

Morris & Langari. 2021. Chapter 2—Instrument types and performance characteristics. Dalam A. S. Morris & R. Langari (Ed.), *Measurement and Instrumentation (Third Edition)* (hlm. 11–43). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817141-7.00002-5>.

Riyanto. 2017. *Validasi & Verifikasi Metode Uji* (4 ed.). Deepublish.

