

**PERANCANGAN PURWARUPA ALAT *MONITORING*  
DENYUT NADI SECARA *REAL-TIME***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



**DEVI TALIA**

**19 06 10217**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PERANCANGAN PURWARUPA ALAT MONITORING DENYUT NADI SECARA REAL-TIME

yang disusun oleh

Devi Talia

190610217

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 26 April 2023

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Dr. Ir. M. Chandra Dewi K., S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Ir. Adhi Anindyajati, S.T., M. Biotech, Ph.D.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 26 April 2023

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

## PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Talia

NPM : 19 06 10217

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Perancangan Purwarupa Alat *Monitoring* Denyut Nadi Secara *Real-Time*" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2022/2023 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenarnya

Yogyakarta, 18 April 2023

Yang menyatakan,



Devi Talia

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kesempatan yang diberikan-Nya, penelitian tugas akhir ini dapat berlangsung dengan baik. Penyelesaian tugas akhir ini ditujukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, yaitu:

- a. Keluarga terutama orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama menempuh proses studi di Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- b. Yayasan Slamet Rijadi Yogyakarta yang telah memberikan beasiswa penuh pada Program Seleksi Siswa Berprestasi (PSSB) selama 4 tahun kepada penulis.
- c. Bapak Ir. Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- d. Ibu Ir. Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT., Dr. Eng. selaku Kepala Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- e. Ibu Ir. Lenny Halim, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- f. Bapak Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mendampingi selama pengerjaan Tugas Akhir.
- g. Bapak Ir. Adhi Anindyajati, S.T., M. Biotech, Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi.
- h. Bapak Robertus Kurnianto, S.Pd. selaku Laboran Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi yang telah membantu selama melakukan penelitian tugas akhir di Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi.
- i. Bapak Ir. Engelbert Harsandi Erik Suryadarma, S.T., M.T. selaku Laboran Laboratorium Otomasi yang telah membantu selama melakukan penelitian Tugas Akhir di Laboratorium Otomasi.
- j. Michael Raka yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

- k. Kak Cristover yang selalu membantu dalam kesulitan pengerjaan tugas akhir.
- l. Komunitas PSSB dan teman-teman seperjuangan yang telah menjadi keluarga selama berkuliah di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis mohon maaf apabila dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat kekurangan, serta mohon kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

Yogyakarta, 4 April 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORIGINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
INTISARI	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1. <i>Empathize</i>	22
3.2. <i>Define the Problem</i>	22
3.3. <i>Ideate and Selection of Solution</i>	22
3.4. <i>Prototype</i>	23
3.5. <i>Test</i>	23
BAB 4 FASE <i>DEFINE, MEASURE, DAN ANALYZE</i>	30
4.1. <i>Fase Define</i>	30
4.2. <i>Fase Measure</i>	35
4.3. <i>Fase Analyze</i>	45
BAB 5 FASE <i>DESIGN</i>	52
5.1. <i>Hardware Design</i>	52
5.2. <i>Software Design</i>	58
BAB 6 FASE <i>VERIFY</i>	61
6.1. <i>Persiapan Pengambilan Data</i>	61
6.2. <i>Hasil Pengambilan Data</i>	62
6.3. <i>Dimensi Kualitas Data</i>	66
6.4. <i>Durasi Pemakaian Baterai</i>	68

6.5. Verifikasi Customer Requirements	72
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	79
7.1. Kesimpulan	79
7.2. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	83



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Tinjauan Pustaka Terdahulu Terkait dengan Penelitian Tugas Akhir	10
Tabel 2.2.	Klasifikasi Penanganan Kerja Berdasarkan %CVL	14
Tabel 4.1.	<i>Project Charter</i>	30
Tabel 4.2.	Daftar <i>Customer Requirements</i> (CR)	34
Tabel 4.3.	Tahap Pembuatan QFD	35
Tabel 4.4.	Pembobotan Masing-Masing <i>Customer Requirements</i>	36
Tabel 4.5.	Daftar <i>Functional Requirements</i> (FR)	36
Tabel 4.6.	Alasan Penentuan Hubungan <i>Customer Requirements</i> dan <i>Functional Requirements</i>	37
Tabel 4.7.	Alasan Penentuan Hubungan Masing-Masing <i>Functional Requirements</i>	39
Tabel 4.8.	Penjelasan Target dan Tingkat Kesulitan <i>Functional Requirements</i>	41
Tabel 4.9.	Peta Morfologi	44
Tabel 4.10.	Konfigurasi Alternatif	45
Tabel 4.11.	Penentuan Skala Penilaian	45
Tabel 4.12.	Skala Penilaian Masing-Masing <i>Functional Requirements</i> dan <i>Solutions</i>	48
Tabel 4.13.	Rekapitulasi Pembobotan Setiap Alternatif	50
Tabel 6.1.	Dimensi Kualitas Data	65
Tabel 6.2.	Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Sensor MAX30102	66
Tabel 6.3.	Verifikasi <i>Customer Requirements</i> oleh Kepala Laboratorium SKE	70



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Contoh Penempatan <i>Wearable</i> Sensor pada Tubuh Manusia	15
Gambar 2.2.	Arsitektur IoT	18
Gambar 2.3.	Matriks QFD	20
Gambar 2.4.	Format Peta Morfologi	21
Gambar 3.1.	<i>Flowchart</i> Tahap <i>Empathise</i> (Tahap Define dalam DMADV)	25
Gambar 3.2.	<i>Flowchart</i> Tahap Define the Problem (Tahap Define dalam DMADV)	26
Gambar 3.3.	<i>Flowchart</i> Tahap <i>Ideate and Selection of Solution</i> (Tahap <i>Measure</i> dan <i>Analyze</i> dalam DMADV)	27
Gambar 3.4.	<i>Flowchart</i> Tahap <i>Prototype</i> (Tahap <i>Design</i> dalam DMADV)	28
Gambar 3.5.	<i>Flowchart</i> Tahap <i>Test</i> (Tahap <i>Verify</i> dalam DMADV)	29
Gambar 4.1.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 1	31
Gambar 4.2.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 2	32
Gambar 4.3.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 3	32
Gambar 4.4.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 4	32
Gambar 4.5.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 5	33
Gambar 4.6.	Visualisasi Jawaban Kuesioner 1 Pertanyaan 6	33
Gambar 4.7.	HOQ	43
Gambar 4.8.	Legenda HOQ	44
Gambar 4.9.	Informasi Massa Wemos D1	46
Gambar 4.10.	Informasi Massa Wemos D1 Mini	46
Gambar 4.11.	Informasi Massa ESP8266	47
Gambar 4.12.	Konfigurasi Pin Wemos D1	47
Gambar 4.13.	Konfigurasi Pin Wemos D1 Mini	47
Gambar 4.14.	Konfigurasi Pin ESP8266	48
Gambar 5.1.	Blok Diagram Sistem Pengukuran Denyut Nadi untuk <i>Monitoring</i> Beban Kerja Fisik	51
Gambar 5.2.	<i>Wiring</i> Rangkaian	52
Gambar 5.3.	Desain 3D <i>Casing</i>	53
Gambar 5.4.	Desain 3D Tutup <i>Casing</i>	54
Gambar 5.5.	Desain 2D <i>Casing</i>	55
Gambar 5.6.	Desain 2D Tutup <i>Casing</i>	56
Gambar 5.7.	Tampilan Desain <i>Interface</i>	57

Gambar 5.8. Tampilan <i>Database</i> phpMyAdmin	59
Gambar 6.1. Tampilan <i>Interface</i> Saat Dijalankan	62
Gambar 6.2. Tampilan Grafik Denyut Nadi	62
Gambar 6.3. Tampilan <i>Interface</i> Ketika Data Sudah Sesuai dan Berhasil Dikirim ke <i>Database</i>	63
Gambar 6.4. Tampilan <i>Interface</i> Ketika Terdapat Data yang Belum Sesuai dan Tidak Berhasil Dikirim ke <i>Database</i>	63
Gambar 6.5. Tampilan <i>Dataset</i> data_responden	64
Gambar 6.6. Tampilan <i>Dataset</i> monitoring_responden_1	64
Gambar 6.7. I-MR <i>Control Chart</i>	68
Gambar 6.8. Hasil Uji <i>t-Test</i> Menggunakan Minitab	
Gambar 6.9. Lampu Indikator Saat Melakukan Pengisian Daya Baterai	69
Gambar 6.10. Lampu Indikator Saat Daya Baterai Sudah Terisi Penuh	69
Gambar 6.11. Visualisasi Jawaban Kuesioner 3 Pertanyaan 1	71
Gambar 6.12. Visualisasi Jawaban Kuesioner 3 Pertanyaan 2	72
Gambar 6.13. Visualisasi Jawaban Kuesioner 3 Pertanyaan 3	72
Gambar 6.14. Visualisasi Jawaban Kuesioner 3 Pertanyaan 4	72
Gambar 6.15. Visualisasi Jawaban Kuesioner 3 Pertanyaan 5	73
Gambar 6.16. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 1	74
Gambar 6.17. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 2	74
Gambar 6.18. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 3	75
Gambar 6.19. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 4	75
Gambar 6.20. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 5	75
Gambar 6.21. Visualisasi Jawaban Kuesioner 4 Pertanyaan 6	76

## INTISARI

Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi (SKE) Departemen Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta digunakan untuk berbagai kegiatan mahasiswa dan dosen, salah satunya kegiatan praktikum Ergonomi. Pelaksanaan praktikum Ergonomi memanfaatkan peralatan yang tersedia di Laboratorium SKE, salah satunya alat ukur untuk mengukur denyut nadi untuk memperoleh tingkat beban kerja fisik pada modul Fisiologi Kerja. Kegiatan praktikum Ergonomi juga bermanfaat untuk menyediakan *dataset* hasil praktikum yang disimpan dalam *database* Laboratorium SKE. Permasalahan yang dihadapi Laboratorium SKE adalah belum tersedianya alat ukur yang mampu mengukur denyut nadi secara *real-time* sekaligus memperoleh *dataset* hasil pengukuran secara *real-time*.

Penelitian tugas akhir ditujukan untuk merancang alat ukur untuk *monitoring* beban kerja fisik dengan pengukuran denyut nadi secara *real-time* dan memperoleh *dataset* hasil *monitoring* beban kerja fisik secara *real-time* ke dalam *database*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *design thinking process* yang dipadankan dengan metode DMADV (*define, measure, analyze, design, dan verify*).

Perancangan menggunakan sensor denyut nadi MAX30102 dengan hasil pengujian tingkat akurasi sebesar 97,56%. Mikrokontroler yang digunakan adalah Wemos D1 Mini. *Dataset* disimpan pada *database server* lokal. Alat yang dirancang mampu melakukan pengukuran denyut nadi secara *real-time* serta mengirim data hasil pengukuran ke *database* secara *real-time*.

Kata kunci: denyut nadi, *monitoring*, beban kerja fisik, *real-time*, *dataset*