

# **PERANCANGAN ALAT BANTU TERAPI GERAK KAKI**

## **TUGAS AKHIR**

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



**Bagus Teja Lelana**

**19 06 10472**

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

## HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN

Tugas Akhir Berjudul

PERANCANGAN ALAT BANTU TERAPI GERAK KAKI

yang disusun oleh

Bagus Teja Lelana

190610472

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 28 Agustus 2023

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Ir. B.Kristyanto, M.Eng., Ph.D.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Ir. B.Kristyanto, M.Eng., 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, 28 Agustus 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 : Bagus Teja Lelana

NPM : 19 06 10472

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Merancang Alat Bantu Terapi Gerak Kaki” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2022/2023 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses 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 sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 17 Juli 2023

Yang menyatakan,



Bagus Teja Lelana

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan menyusun Laporan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung ataupun tidak langsung dalam proses penelitian Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir. Penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

- a. Keluarga tercinta yaitu Ibu Fransiska Siti Munjayanah (Ibu ) dan Bapak Yohanes Kristiyanto (Bapak) serta kakak dan adik-adik yang memberi dukungan kepada penulis selama menempuh studi di Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- b. Orangtua angkat penulis yaitu Bapak Eduardus Joko Susilo yang selalu memberikan dukungan secara penuh kepada penulis selama penulis menempuh studi.
- c. Bapak 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 kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- f. Bapak Ir. B.Kristyanto, M.Eng., Ph.D.selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan menyusun Laporan Tugas Akhir
- g. Bapak Ir. Brilianta Budi Nugraha, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing kedua Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Otomasi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan menyusun Laporan Tugas Akhir
- h. Ibu Dr. Ir. M. Chandra Dewi K., S.T.,M.T. dan Bapak Ir. Adhi Anindyajati, S.T., M. Biotech, Ph.D. selaku dosen penguji yang memberikan arahan kepada penulis.

- i. Bapak Ir. Engelbert Harsandi Erik Suryadarma, S.T., M.T. selaku Laboran Laboratorium Otomasi yang telah mendampingi dan membimbing penulis selama melakukan penelitian.
- j. Segenap dosen dan civitas Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya Fakultas Teknologi Industri yang telah membagikan ilmu dan pengabdianya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Universitas Atma Jaya dengan nyaman dan baik.
- k. Bidikmisi yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk mendapatkan bantuan biaya pendidikan selama menempuh studi di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- l. Teman-teman kuliah yang selalu menemani dan memberi dukungan saat penulis merasa jenuh dan tidak mempunyai ide.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, penulis akan sangat terbuka dengan kritik yang diberikan. Diharapkan skripsi ini dapat memberikan hasil yang bermanfaat bagi mereka yang membutuhkan.

Yogyakarta, 17 Juli 2023



Bagus Teja Lelana

## DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	
	Halaman Pengesahan Ujian Pendadaran	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi	v
	Daftar Tabel	vii
	Daftar Gambar	x
	Daftar Lampiran	xii
	Intisari	xiii
1	Pendahuluan	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Rumusan Masalah	4
	1.3. Tujuan Penelitian	4
	1.4. Batasan Masalah	4
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	5
	2.1. Tinjauan Pustaka	5
	2.2. Dasar Teori	9
3	Metodologi Penelitian	31
	3.1. Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian	31
	3.2. Metodologi dan Tahapan Penelitian	31
4	Identifikasi Masalah dan Pengumpulan Data	39
	4.1. Fase <i>Empathize</i>	39
	4.2. Fase <i>Define</i>	49
5	Analisis dan Pembahasan	55
	5.1. Pemilihan Alternatif Desain	55
	5.2. Fase <i>Ideate</i>	80
	5.3. Fase Pengujian dengan Simulasi	85
6	Kesimpulan dan Saran	100
	6.1. Kesimpulan	100

6.2. Saran	100
Daftar Pustaka	101
Lampiran	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2. Matriks Pembobotan	12
Tabel 2.3. Perhitungan Persentil	29
Tabel 4.1. Populasi Fisioterapis	40
Tabel 4.2. Hasil Wawancara	43
Tabel 4.3. Identifikasi masalah	44
Tabel 4.4. Rekap Perolehan Tiap Atribut	51
Tabel 4.5. Perhitungan Total Skor Responden	52
Tabel 4.6. Rekapitulasi customer requirements	53
Tabel 5.1. Matriks Perbandingan Berpasangan	57
Tabel 5.2. Matriks Nilai Kriteria	57
Tabel 5.3. Matriks Penjumlahan Tiap Baris	58
Tabel 5.4. Nilai Rasio Konsistensi	58
Tabel 5.5. Kesimpulan Prioritas kriteria	59
Tabel 5.6. Matriks perbandingan berpasangan C1	59
Tabel 5.7. Matriks Nilai Kriteria C1	60
Tabel 5.8. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C1	60
Tabel 5.9. Rasio Konsistensi C1	60
Tabel 5.10. Kesimpulan subkriteria C1	60
Tabel 5.11. Matriks perbandingan berpasangan C2	61
Tabel 5.12. Matriks Nilai Kriteria C2	61
Tabel 5.13. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C2	61
Tabel 5.14. Rasio Konsistensi C2	62
Tabel 5.15. Kesimpulan subkriteria C2	62
Tabel 5.16. Matriks perbandingan berpasangan C3	62
Tabel 5.17. Matriks Nilai Kriteria C3	63
Tabel 5.18. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C3	63
Tabel 5.19. Rasio Konsistensi C3	63
Tabel 5.20. Kesimpulan subkriteria C3	64
Tabel 5.21. Matriks perbandingan berpasangan C4	64
Tabel 5.22. Matriks Nilai Kriteria C4	64
Tabel 5.23. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C4	65
Tabel 5.24. Rasio Konsistensi C4	65



Tabel 5.25. Kesimpulan subkriteria C4	65
Tabel 5.26. Matriks perbandingan berpasangan C5	66
Tabel 5.27. Matriks Nilai Kriteria C5	66
Tabel 5.28. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C5	66
Tabel 5.29. Rasio Konsistensi C5	67
Tabel 5.30. Kesimpulan subkriteria C5	67
Tabel 5.31. Matriks perbandingan berpasangan C6	67
Tabel 5.32. Matriks Nilai Kriteria C6	68
Tabel 5.33. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C6	68
Tabel 5.34. Rasio Konsistensi C6	68
Tabel 5.35. Kesimpulan subkriteria C6	68
Tabel 5.36. Matriks perbandingan berpasangan C7	69
Tabel 5.37. Matriks Nilai Kriteria C7	69
Tabel 5.38. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C7	69
Tabel 5.39. Rasio Konsistensi C7	70
Tabel 5.40. Kesimpulan subkriteria C7	70
Tabel 5.41. Matriks perbandingan berpasangan C8	70
Tabel 5.42. Matriks Nilai Kriteria C8	71
Tabel 5.43. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C8	71
Tabel 5.44. Rasio Konsistensi C8	71
Tabel 5.45. Kesimpulan subkriteria C8	71
Tabel 5.46. Matriks perbandingan berpasangan C9	72
Tabel 5.47. Matriks Nilai Kriteria C9	72
Tabel 5.48. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C9	72
Tabel 5.49. Rasio Konsistensi C9	73
Tabel 5.50. Kesimpulan subkriteria C9	73
Tabel 5.51. Matriks perbandingan berpasangan C10	73
Tabel 5.52. Matriks Nilai Kriteria C10	74
Tabel 5.53. Matriks Penjumlahan Tiap Baris C10	74
Tabel 5.54. Rasio Konsistensi C10	74
Tabel 5.55. Kesimpulan subkriteria C10	74
Tabel 5.56. Rekapitulasi Nilai Prioritas	75
Tabel 5.57. Rekapitulasi Subkriteria Prioritas	75
Tabel 5.58. Rekap Data Keputusan Akhir Penilaian	75
Tabel 5.59. Rekap penilaian Stakeholder	75

Tabel 5.60. Rekapitulasi Ukuran Antropometri	80
Tabel 5.61. Koefisien Gesekan	89
Tabel 5.62. Perhitungan Gaya Pada Poros Pedal dan Pedal	90
Tabel 5.63. Simulasi Posisi Pedal $0^{\circ}$	93
Tabel 5.64. Simulasi Posisi Pedal $30^{\circ}$	93
Tabel 5.65. Simulasi Posisi Pedal $45^{\circ}$	94
Tabel 5.66. Simulasi Posisi Pedal $60^{\circ}$	95
Tabel 5.67. Simulasi Posisi Pedal $90^{\circ}$	96

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Hierarki	11
Gambar 2.2. Skala Fundamental	12
Gambar 2.3. Struktur Utama QFD	15
Gambar 2.4. Urutuan QFD	16
Gambar 2.5. Otot <i>Gastrocnemius</i>	20
Gambar 2.6. Otot <i>Rectus Femoris</i> dan <i>Vastus Lateris</i>	21
Gambar 2.7. Otot <i>Tibialis Anterior</i>	21
Gambar 2.8. Otot <i>Biceps Femoris</i>	22
Gambar 2.9. Otot <i>Gluteus</i>	22
Gambar 2.10. Otot Tambahan	23
Gambar 2.11. Tulang Kaki Manusia	24
Gambar 2.12. Sistem Saraf Otonom	26
Gambar 2.13. Proporsi Tubuh Manusia	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Tahap <i>Empathize</i>	32
Gambar 3.2. Diagram Alir Tahap <i>Define</i>	34
Gambar 3.3. Diagram Alir Tahap <i>Ideate</i>	35
Gambar 3.4. Diagram Alir Tahap <i>Testing with Simulation</i>	37
Gambar 4.1. Fishbone Diagram	45
Gambar 4.1. 5 Whys Keterediaan alat	46
Gambar 4.2. 5 Whys Alat yang ada	46
Gambar 4.3. 5 Whys Alat yang tersedia didominasi	47
Gambar 4.4. 5 Whys Alat tidak mampu menjaga lingkup	48
Gambar 4.5. 5 Whys Belum ada alat yang mampu	48
Gambar 4.6. <i>House of Quality</i>	54
Gambar 5.1. Hierarki AHP	56
Gambar 5.2. Draft Desain Alternatif 1	76
Gambar 5.3. Draft Desain Alternatif 2	77
Gambar 5.4. Draft Desain Alternatif 3	77
Gambar 5.5. Tinggi Bahu Duduk	78
Gambar 5.6. Tinggi Popliteal Duduk	78
Gambar 5.7. Dimensi Tinggi Siku	79
Gambar 5.8. Panjang Telapak Kaki	79
Gambar 5.9. Lebar Telapak Kaki	80

Gambar 5.10. Desain Final Alat	81
Gambar 5.11. Drafting 2D Alat	82
Gambar 5.12. Gambar Final Kursi	83
Gambar 5.13. Drafting 2D Kursi	84
Gambar 5.14. Desain Lengkap	84
Gambar 5.15. Gaya yang Bekerja	86
Gambar 5.16. Lengan Torsi	87
Gambar 5.17. Lintasan Gerak Pedal	88
Gambar 5.18. Gaya yang Bekerja pada Sistem	91
Gambar 5.19. Posisi kaki dan Pedal	97
Gambar 5.20. Profil Torsi pada Kaki	98
Gambar 5.21. Stimulasi pada Otot Kaki	99

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Data di Rumah Sakit	102
Lampiran 2. Kuisisioner Likert 5 Skala	104
Lampiran 3. Penjelasan Atribut Kebutuhan Konsumen	105
Lampiran 4. Hasil Kuisisioner Likert 5	106
Lampiran 5. Pemilihan Alternatif alat oleh Stakeholder	107
Lampiran 6. Perbandingan Berat Beban Setting dengan Gaya yang Bekerja pada Kaki	108

## INTISARI

Kasus kelumpuhan sementara khususnya *stroke* sampai saat ini masih menjadi perhatian dunia kesehatan, Penyakit ini menempati posisi kedua berdasarkan tingkat pertumbuhan kasusnya dan posisi ketiga dalam penyebab kecacatan dunia. *Stroke* di Indonesia menempati posisi pertama sebagai penyakit penyebab kematian tertinggi. Pertumbuhan kasus yang tinggi membutuhkan penanggulangan yang cepat dan tepat. Hal ini mendorong pemerintah untuk menyelenggarakan taraf kesehatan setinggi-tingginya dengan meningkatkan kualitas tenaga medis dan peralatan yang mendukung pula.

Penelitian merancang alat bantu terapi gerak kaki menggunakan pendekatan *design thinking* dengan sedikit penyesuaian yaitu *empathize, define, ideate, testing with simulation*. *Design thinking* merupakan metodologi yang banyak digunakan untuk merancang produk, jasa, atau sistem yang baru dengan berfokus pada pelanggan serta elemen kualitasnya. Kebutuhan pelanggan didapatkan dengan wawancara serta menggunakan survei likert skala 5. Kebutuhan pelanggan tersebut digunakan sebagai dasar untuk membangkitkan alternatif desain dengan menggunakan metode QFD (*quality function feployment*) serta menggunakan *tools AHP (analytical hierarchy process)* untuk kebutuhan pemilihan desain alternatif di mana para fisioterapis berperan sebagai penentu pilihan desain. Pendekatan bionekanika digunakan dalam penelitian ini untuk mempelajari perilaku mekanis manusia saat berjalan.

Berdasarkan penelitian perancangan alat bantu, diperoleh desain alat bantu terapi gerak kaki yang berbentuk seperti *stationary bike*. Alat yang dirancang dilengkapi dengan dudukan kursi supaya memudahkan penggunaan oleh pasien dengan kondisi kekuatan otot di bawah skala lima. Penelitian ini menggunakan pengujian simulasi untuk membuktikan alat yang dirancang berfungsi dengan semestinya.

**Kata Kunci :** Kelumpuhan, *Stroke*, *Desain thinking*, QFD-AHP, Biomekanika.