

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ALAT LATIHAN PENGUATAN OTOT DELTOID DAN  
TRAPEZIUS BAGI PENGGUNA KURSI RODA**



Disusun oleh:

**Simplisius Seto Windiarso**

**62190130**

**PROGRAM STUDI DESAIN PRODUK  
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA**

**2024**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Simplisius Seto Windiarto  
NIM : 62190130  
Program studi : Desain Produk  
Fakultas : Arsitektur dan Desain  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:


**“PERANCANGAN ALAT LATIHAN PENGUATAN OTOT DELTOID  
DAN TRAPEZIUS BAGI PENGGUNA KURSI RODA”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta  
Pada Tanggal : 15 Januari 2024

Yang menyatakan

  
(Simplisius Seto Windiarto)  
62190130

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul:  
**PERANCANGAN ALAT LATIHAN PENGUATAN OTOT DELTOID DAN  
TRAPEZIUS BAGI PENGGUNA KURSI RODA**  
telah diajukan dan dipertahankan oleh  
**SIMPLISIUS SETO WINDIARTO**  
**62190130**

dalam ujian Tugas Akhir Program Studi Desain Produk,  
Fakultas Arsitektur dan Desain,  
Universitas Kristen Duta Wacana  
dan dinyatakan **DITERIMA** untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Desain  
pada tanggal 19 Desember 2023

Nama Dosen	Tanda Tangan
1. Winta Adhitia Guspara, S.T., M.Sn. (Dosen Pembimbing I)	1. 
2. Drs. Purwanto, S.T., M.T. (Dosen Pembimbing II)	2. 
3. Winta T. Satwikasanti, M.Sc., Ph.D. (Dosen Penguji I)	3. 
4. R. Tosan Tri Putro, S.Sn., M.Sn. (Dosen Penguji II)	4. 

**DUTA WACANA**  
Yogyakarta, 15 Januari 2024

Disahkan oleh :

Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain, Ketua Program Studi Desain Produk,



(Dr. Imelda I. Damanik, S.T., M.A (UD))

(Winta T. Satwikasanti, M.Sc., Ph.D.)

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir dengan judul

### **PERANCANGAN ALAT LATIHAN PENGUATAN OTOT DELTOID DAN TRAPEZIUS BAGI PENGGUNA KURSI RODA**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian syarat untuk menjadi Sarjana pada  
Program Studi Desain Produk, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas

Kristen Duta Wacana

adalah bukan hasil tiruan atau duplikasi dari karya pihak lain di Perguruan Tinggi  
atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya sudah  
dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika kemudian hari ditemukan bahwa hasil Tugas Akhir ini adalah hasil plagiasi  
dan tiruan dari karya pihak lain, maka saya bersedia dikenai sanksi yakni  
pencabutan gelar saya.

Yogyakarta, 19 Desember 2023

Simplisius Seto Windiarto

62190130



## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan karunia-NYA penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan display perhiasan untuk meningkatkan kemudahan membawa dan men-display dalam persiapan pameran produk” mulai dari penelitian hingga realisasi produk akhir. Semoga tulisan dan produk yang telah dibuat oleh penulis dapat bermanfaat bagi sekitar. Dalam penulisan dan penyelesaian produk akhir sering kali menemui berbagai permasalahan yang menghambat, namun dengan bantuan pihak-pihak berikut maka tulisan dan produk dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Winta Adhitia Guspara, S.T, M.Sn. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, solusi, kritik, dan dorongan moral dari awal hingga berakhirnya penulisan.
2. Bapak Drs. Purwanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang banyak memberikan solusi atas permasalahan yang penulis hadapi serta bimbingan akan penulisan tugas akhir.
3. Ibu Winta T. Satwikasanti, M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji 1 yang telah memberikan banyak kritik membangun sehingga penulis sadar akan kekurangan
4. Bapak R. Tosan Tri Putro, S.Sn., M.Sn. selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan banyak arahan pada kekurangan yang penulis hadapi.
5. Ibu Sri Lestari, Mas Kukuh, Bapak Sunarwoko, Bapak Kuntoro, dan Mas Fandi beserta Ibu yang telah menjadi narasumber, membantu memberi masukan dan uji coba produk.
6. Bapak Tri dan Bapak Agus yang telah membantu mewujudkan produk tugas akhir serta memberikan masukan solusi dan percobaan atas permasalahan dalam pembuatan produk.
7. Orang tua, kakak dan teman-teman yang banyak memberikan semangat, arahan dan dana dalam penyelesaian tugas akhir.

Yogyakarta, 19 Desember 2023

  
Simplisius Seto Windiarso

## ABSTRAK

### PERANCANGAN ALAT LATIHAN PENGUATAN OTOT DELTOID DAN TRAPEZIUS BAGI PENGGUNA KURSI RODA

Dalam melakukan kegiatan sehari-hari terutama saat mengayuh kursi roda, pengguna kursi roda memiliki risiko mengalami kelelahan otot pada area bahu mereka. Kelelahan otot tersebut terjadi ketika mengayuh kursi roda, ada beberapa faktor penyebabnya seperti kondisi fisik pengguna hingga jarak yang ditempuhnya. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan *Nordic Body Map*, ditemukan bahwa hasil analisa tingkat rasa sakit yang disebabkan oleh kelelahan otot pada saat aktivitas mengayuh menunjukkan hasil dengan nilai rata-rata skala likert body map 64,75 yang menunjukkan bahwa diperlukannya investigasi lebih lanjut dan diperlukan tindakan di kemudian hari. Dari beberapa kajian literatur ditemukan faktor lain selain kondisi fisik pengguna kursi roda dan jarak tempuhnya, ditemukan bahwa menurut Peter Vi (2000), postur kerja yang janggal menjadi faktor lain yang menyebabkan manusia mengalami kelelahan otot, postur janggal yang dimaksud oleh Peter Vi adalah postur dimana anggota tubuh manusia menjauhi pusat gravitasi pada bagian tubuh dan aktivitas tersebut dilakukan berulang atau repetitif hal ini juga dapat disebut faktor frekuensi. Dari hasil pengamatan dan penggunaan RULA sebagai alat ukur untuk mengetahui faktor postur kerja dalam melakukan aktivitas mengayuh kursi roda ditemukan bahwa gerakan dalam mengayuh kursi roda memiliki faktor risiko tinggi untuk terjadinya kelelahan yang disebabkan oleh postur kerja yang memiliki posisi yang janggal dengan nilai skor RULA dengan rata-rata 7 saat posisi mengambil kayuhan dengan posisi tangan ke belakang hendak mengambil kayuhan dan dari hasil pengamatan langsung bahwa gerakan dalam aktivitas tersebut merupakan gerakan yang repetitif. Rancangan ide arah proyek yang dilakukan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan peneliti adalah alat exercise bagi penyandang disabilitas tuna daksa yang akan membantu mereka dalam

meningkatkan toleransi tingkat lelah otot bagian bahu. Metode perancangan yang akan digunakan pada perancangan alat exercise ini adalah SCAMPER.

Kata kunci : alat *exercise*, kelelahan otot, aktivitas mengayuh kursi roda, otot bagian bahu.



## **ABSTRACT**

### **DESIGN OF EXERCISE DEVICE FOR STRENGTHENING DELTOID AND TRAPEZIUS MUSCLES FOR WHEELCHAIR USERS**

*In carrying out daily activities, especially when pedaling a wheelchair, wheelchair users are at risk of experiencing muscle fatigue in their shoulder area. Muscle fatigue occurs when pedaling a wheelchair, there are several factors that cause it, such as the user's physical condition and the distance traveled. From the results of previous research using the Nordic Body Map, it was found that the results of the analysis of the level of pain caused by muscle fatigue during pedaling activities showed results with an average body map Likert scale value of 64.75, which indicates that further investigation is needed and action is required at a later date. From several literature studies, it was found that other factors apart from the physical condition of wheelchair users and the distance traveled, it was found that according to Peter Vi (2000), awkward work postures are another factor that causes humans to experience muscle fatigue. The awkward posture referred to by Peter Vi is a posture where human body parts move away from the center of gravity of the body part and the activity is carried out repetitively, this can also be called the frequency factor. From the results of observations and the use of RULA as a measuring tool to determine work posture factors in carrying out wheelchair pedaling activities, it was found that the movement in pedaling a wheelchair has a high risk factor for fatigue caused by work postures that have an awkward position with an average RULA score. -an average of 7 when taking the pedaling position with the hand positioned backwards to take the pedal and from the results of direct observation, the movement in this activity is a repetitive movement. The design idea for the direction of the project, which was carried out based on the results of previous research that had been carried out by researchers, was an exercise tool for people with physical impairments that would help them increase their tolerance for shoulder muscle fatigue levels. The design method that will be used in designing this exercise tool is SCAMPER.*



*Key words: exercise equipment, muscle fatigue, wheelchair pedaling activity, shoulder muscles.*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.4 Ruang Lingkup.....	5
1.5 Metode Desain.....	5
1.5.1 Metode Riset.....	6
1.5.2 Metode Perancangan.....	7
1.5.3 Kerangka Berpikir .....	8
1.5.4 Alur Penelitian.....	9
<b>BAB II KAJIAN LITERATUR</b> .....	<b>10</b>
2.1 Penyandang Disabilitas .....	10
2.1.1 Definisi Penyandang Disabilitas.....	10
2.1.2 Definisi Pengguna Kursi Roda Aktif.....	10
2.2 Kursi Roda.....	10
2.2.1 Definisi kursi roda .....	10
2.2.2 Jenis-jenis Kursi Roda.....	11
2.2.3 Kursi Roda Untuk Pengguna Kursi Roda Aktif .....	13
2.3 Ergonomi .....	14
2.3.1 Definisi Ergonomi .....	14
2.3.2 Ergonomi Industri.....	14
2.4 Antropometri .....	16

2.4.1 Definisi Antropometri.....	16
2.4.2 Penentuan Antropometri (AT).....	17
2.4.3 Pengukuran Antropometri .....	21
2.5 Penguatan Bahu Pengguna Kursi Roda.....	22
2.6 Mekanisme Terjadinya Nyeri Bahu .....	22
2.7 Biomekanik mengayuh kursi roda.....	25
2.7.1 <i>Spatio-temporal</i> dan kinetik .....	27
2.7.2 <i>Kinematic</i> .....	27
2.7.3 Peran Otot Perut .....	29
2.7.4 Peran Otot Trapezius dan Deltoid .....	29
2.8 Perancangan Tangkai Pegangan.....	30
2.9 Gerakan Latihan Otot Umum.....	30
2.9.1 <i>Band Bent-Over Row</i> .....	30
2.9.2 <i>Upright Row</i> .....	31
2.9.3 <i>Cable Row</i> .....	32
2.9.4 <i>Lateral Raise</i> .....	32
2.9.5 <i>Dumbbell Raise</i> .....	33
2.9.6 <i>Rear Delt Fly</i> .....	34
2.9.7 <i>Cable Face Pulls</i> .....	35
2.9.8 <i>One Arm Row Seated</i> .....	36
2.10 NBM ( <i>Nordic Body Map</i> ) .....	37
2.10.1 Pengertian NBM.....	37
2.10.2 Pemilihan Metode NBM.....	38
2.10.3 Prosedur NBM.....	38
2.11 RULA .....	38
2.11.1 Pengertian RULA .....	38
2.11.2 Pemilihan Metode RULA.....	38
2.11.3 Prosedur <i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i> .....	38
2.12 Faktor Risiko Postur Kerja Janggal.....	39
2.13 Alat Latihan.....	39
2.13.1 <i>Low Pulley Row Machine</i> .....	40
2.13.2 <i>Shoulder Press Machine</i> .....	40

2.13.3 <i>Cable machine</i> .....	41
2.13.4 <i>Resistance Cable</i> .....	41
2.13.5 <i>Resistance Band</i> .....	42
2.13.6 <i>Chest Press</i> Untuk Pengguna Kursi Roda .....	42
2.13.7 <i>Wheelchair exercise and rehabilitation equipment</i> .....	43
2.14 <i>Endurance Training</i> .....	43
2.14.1 <i>Endurance Training</i> Pada Pengguna Kursi Roda.....	44
2.15 <i>Produksi</i> .....	45
2.15.1 <i>Aluminium</i> .....	45
2.15.2 <i>Pipa Besi</i> .....	46
2.16 <i>Usability Testing</i> .....	48
2.17 <i>Button Press locking</i> Untuk Sistem <i>Telescoping Tubing</i> .....	49
2.18 <i>Transfer</i> Pada Pengguna Kursi Roda .....	50
2.19 <i>Ragam Kondisi</i> Pengguna Kursi Roda.....	51
<b>BAB III STUDI LAPANGAN</b> .....	<b>52</b>
3.1 <i>Data Lapangan</i> .....	52
3.1.1 <i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i> .....	54
3.1.2 <i>Nordic Body Map</i> .....	56
3.1.3 <i>Observasi</i> .....	60
3.1.4 <i>Hasil Wawancara</i> .....	61
3.1.5 <i>Pengalaman Pengguna</i> .....	64
3.1.6 <i>Pengukuran Antropometri</i> .....	66
3.1.7 <i>Pembuatan Hierarchical Task Analysis (HTA)</i> .....	67
3.1.8 <i>Analisis Produk Sejenis</i> .....	68
3.1.9 <i>Existing Product</i> .....	71
3.1.10 <i>Pembahasan</i> .....	73
3.2 <i>Arah Rekomendasi Desain</i> .....	75
<b>BAB IV USULAN RANCANGAN PRODUK</b> .....	<b>81</b>
4.1 <i>Problem Statement</i> .....	81
4.2 <i>Desain Brief</i> .....	82
4.3 <i>Atribut Produk</i> .....	83
4.4 <i>Image Board</i> .....	84



4.5 Iterasi Desain.....	87
4.5.1 Pengembangan Gagasan.....	87
4.5.2 Pengembangan Pada Aspek Teknikal.....	94
4.6 Spesifikasi Produk.....	101
4.7 Prototipe .....	102
4.7.1 Detail Purwarupa .....	105
4.8 Hasil Evaluasi Produk Akhir.....	108
4.9 <i>Brand Identity</i> .....	115
4.10 <i>Zoning</i> dan <i>Blocking</i> .....	116
4.10.1 <i>Zoning</i> .....	116
4.11.2 <i>Blocking</i> .....	120
4.11 SCAMPER .....	120
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>122</b>
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran.....	123
<b>REFERENSI.....</b>	<b>124</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>132</b>
Lampiran 1 .....	132
Lampiran 2 .....	133
Lampiran 3 .....	138
Lampiran 4 .....	153
Lampiran 5 .....	168
Lampiran 6 .....	178
Lampiran 7 .....	186
Lampiran 8 .....	187
Lampiran 9 .....	194
Lampiran 10 .....	195

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Fase Mengayuh, A : Fase Kerja (Mengambil Kayuhan-Mendorong), B : Fase Istirahat/rilex. ....	3
<b>Gambar 1.2</b> <i>Double Diamond Framework</i> .....	6
<b>Gambar 1.3</b> <i>Double Diamond Framework</i> .....	6
<b>Gambar 1.4</b> Kerangka Berpikir .....	8
<b>Gambar 1.5</b> Alur Penelitian .....	9
<b>Gambar 2.1</b> <i>Manual Wheelchair</i> .....	11
<b>Gambar 2.2</b> <i>Manual Sport Wheelchair</i> .....	12
<b>Gambar 2.3</b> <i>Power Wheelchair</i> .....	12
<b>Gambar 2.4</b> <i>Power Alternatives</i> .....	13
<b>Gambar 2.5</b> Relasi Komponen K1 dengan Antropometri .....	17
<b>Gambar 2.6</b> Relasi Komponen K2 dengan Antropometri .....	18
<b>Gambar 2.7</b> Relasi Komponen K3 dengan Antropometri .....	19
<b>Gambar 2.8</b> Relasi Komponen K4 dengan Antropometri .....	19
<b>Gambar 2.9</b> Relasi Komponen K5 dengan Antropometri .....	20
<b>Gambar 2.10</b> Kuesioner Pengukuran .....	21
<b>Gambar 2.11</b> Anatomi Bahu .....	23
<b>Gambar 2.12</b> Arah kayuhan kursi roda manual .....	25
<b>Gambar 2.13</b> Biomekanik Saat Mengayuh dan Mengerem .....	26
<b>Gambar 2.14</b> Gerak Spasial .....	27
<b>Gambar 2.15</b> Pola Gerakan Tangan Saat Mengayuh .....	28
<b>Gambar 2.16</b> <i>Band Bent-Over Row</i> .....	31
<b>Gambar 2.17</b> <i>Upright Row</i> .....	31

<b>Gambar 2.18</b> <i>Cable Row</i> .....	32
<b>Gambar 2.19</b> <i>Lateral Raise</i> .....	33
<b>Gambar 2.20</b> <i>Dumbbell Raise</i> .....	34
<b>Gambar 2.21</b> <i>Rear Delt Fly</i> .....	35
<b>Gambar 2.22</b> <i>Cable Face Pulls</i> .....	35
<b>Gambar 2.23</b> <i>One Arm Row Seated</i> .....	36
<b>Gambar 2.24</b> Kuesioner NBM.....	37
<b>Gambar 2.25</b> <i>Low Pulley Row Machine</i> .....	40
<b>Gambar 2.26</b> <i>Shoulder Press Machine</i> .....	40
<b>Gambar 2.27</b> <i>Cable Machine</i> .....	41
<b>Gambar 2.28</b> <i>Resistance Cable</i> .....	41
<b>Gambar 2.29</b> <i>Resistance Band</i> .....	42
<b>Gambar 2.30</b> <i>Chest Press for Wheelchair Users</i> .....	42
<b>Gambar 2.31</b> <i>Wheelchair Exercise and Rehabilitation Equipment</i> .....	43
<b>Gambar 2.32</b> <i>Pipa Aluminium Seamless</i> .....	45
<b>Gambar 2.33</b> <i>Pipa Aluminium Welded</i> .....	46
<b>Gambar 2.34</b> <i>Pipa Besi Seamless</i> .....	47
<b>Gambar 2.35</b> <i>Pipa Besi Welded</i> .....	47
<b>Gambar 2.36</b> <i>Pipa Besi Galvanis</i> .....	48
<b>Gambar 2.37</b> <i>Pipa Besi Hitam</i> .....	48
<b>Gambar 2.38</b> <i>Button Press Locking</i> .....	50
<b>Gambar 2.39</b> <i>Mekanisme Button Press Locking</i> .....	50
<b>Gambar 3.1</b> <i>Jalan Paving Block di Area SLBN 1 Bantul</i> .....	52

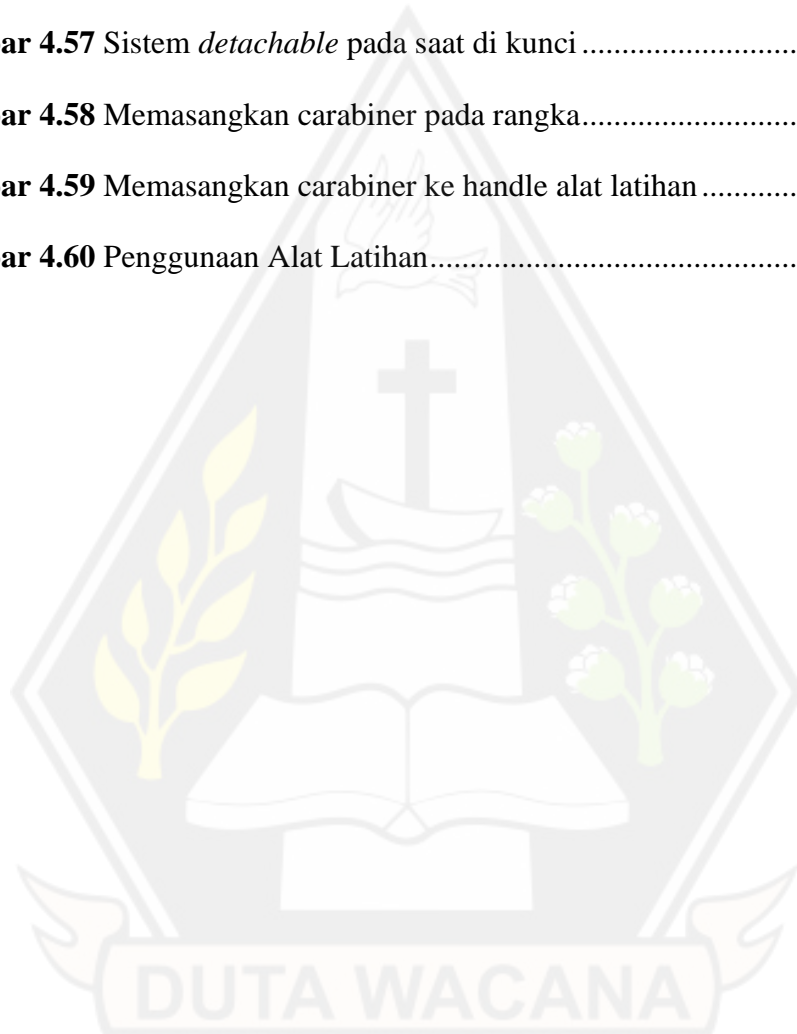
<b>Gambar 3.2</b> Jalan Semen dan Berpasir di Area Sakitar Rumah Narasumber S.....	53
<b>Gambar 3.3</b> Jalan Beraspal di Area Sekitar Kost Narasumber K dan KK .....	53
<b>Gambar 3.4</b> Jalan Tanah di Area Sekitar Rumah Narasumber S.....	54
<b>Gambar 3.5</b> HTA Aktivitas Mengayuh .....	68
<b>Gambar 3.6</b> <i>Resistance Bands</i> Dari " <i>Speeds</i> ".....	71
<b>Gambar 3.7</b> Penempatan Pada Sela-Sela Pintu .....	72
<b>Gambar 3.8</b> Gym DNA Limitless.....	73
<b>Gambar 3.9</b> Survey Seberapa Suka Aktivitas di Luar Ruangan.....	73
<b>Gambar 3.10</b> Jarak rentang tangan .....	74
<b>Gambar 3.11</b> Variasi jarak rentang tangan .....	75
<b>Gambar 4.1</b> <i>Styling Board</i> .....	85
<b>Gambar 4.2</b> <i>Usage Board</i> .....	85
<b>Gambar 4.3</b> <i>Mood Board</i> .....	86
<b>Gambar 4.4</b> <i>Lifestyle Board</i> .....	87
<b>Gambar 4.5</b> Sketsa Tahap Pertama Sketsa 1 .....	88
<b>Gambar 4.6</b> Sketsa Tahap Pertama Sketsa 2 .....	88
<b>Gambar 4.7</b> Sketsa Tahap Pertama Sketsa 3 .....	88
<b>Gambar 4.8</b> Sketsa Tahap Pertama Sketsa 4 .....	89
<b>Gambar 4.9</b> Desain 3D ke-1 .....	91
<b>Gambar 4.10</b> Desain 3D ke-2 .....	91
<b>Gambar 4.11</b> Desain 3D ke-3 .....	92
<b>Gambar 4.12</b> Desain 3D ke-4 .....	92
<b>Gambar 4.13</b> Desain 3D ke-5 .....	92



<b>Gambar 4.14</b> <i>Pin Lock</i> .....	93
<b>Gambar 4.15</b> <i>Snap Lock</i> .....	93
<b>Gambar 4.16</b> <i>Freeze Desain</i> .....	94
<b>Gambar 4.17</b> <i>Freeze Desain Detail 1</i> .....	94
<b>Gambar 4.18</b> <i>Freeze Desain Detail 2</i> .....	94
<b>Gambar 4.19</b> Gambar Teknik Sederhana .....	95
<b>Gambar 4.20</b> Lebar body rangka kursi roda.....	95
<b>Gambar 4.21</b> Studi Model Prototipe.....	96
<b>Gambar 4.22</b> Sistem Kunci <i>Button Press</i> Pada Prototipe Tahap Pertama..	97
<b>Gambar 4.23</b> Part L Bow .....	97
<b>Gambar 4.24</b> Part L Bow Pada Ide Desain.....	98
<b>Gambar 4.25</b> Ide Desain Tempat Mengkaitkan Carabiner .....	98
<b>Gambar 4.26</b> Tempat Untuk Mengkaitkan Carabiner .....	99
<b>Gambar 4.27</b> Ketebalan Pada Prototipe Pipa PVC.....	99
<b>Gambar 4.28</b> Ketebalan Pipa Besi dan Aluminium yang Digunakan Pada Prototipe Kedua.....	100
<b>Gambar 4.29</b> Prototipe tahap pertama .....	103
<b>Gambar 4.30</b> Ketebalan Pipa .....	103
<b>Gambar 4.31</b> Uji coba Pemasangan <i>Button Press</i> .....	103
<b>Gambar 4.32</b> Tampak Depan.....	104
<b>Gambar 4.33</b> Tampak Samping .....	104
<b>Gambar 4.34</b> Prespektif Produk .....	105
<b>Gambar 4.35</b> Detail Sambungan Kursi Roda Dengan Rangkaian Alat Latihan.....	105

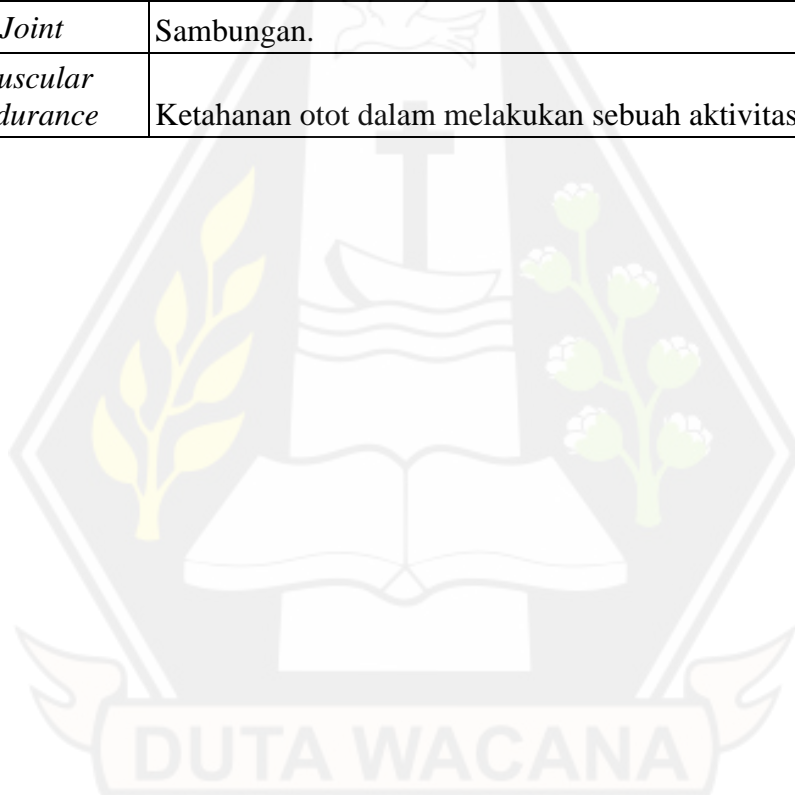
<b>Gambar 4.36</b> Tempat untuk memasang carabiner <i>resistance band</i> pada kanan kiri bagian rangka alat latihan .....	106
<b>Gambar 4.37</b> Tempat untuk mengkaitkan carabiner <i>resistance band</i> pada bagian tengah rangka... ..	106
<b>Gambar 4.38</b> Mengaitkan Carabiner Pada Rangka Alat Latihan .....	107
<b>Gambar 4.39</b> Sistem Penyesuaian Panjang Alat Latihan .....	107
<b>Gambar 4.40</b> Sistem Sambungan Antar Part .....	108
<b>Gambar 4.41</b> Pengenalan dan Pengarahan Penggunaan Produk Pada Narasumber KK dan K.....	109
<b>Gambar 4.42</b> Uji Coba Pemasangan Rangkaian Alat Latihan yang Dilakukan Narasumber KK .....	109
<b>Gambar 4.43</b> Narasumber KK Menggunakan Alat Latihan .....	110
<b>Gambar 4.44</b> Pemasangan Part Alat Latihan yang Dilakukan Narasumber K.....	110
<b>Gambar 4.45</b> Narasumber K Menggunakan Alat Latihan .....	110
<b>Gambar 4.46</b> Narasumber S Merakit Part Alat Latihan .....	111
<b>Gambar 4.47</b> Narasumber S Menggunakan Alat Latihan.....	111
<b>Gambar 4.48</b> Posisi Narasumber KK Ketika Membuka Tas Hendak Merakit alat latihan.....	114
<b>Gambar 4.49</b> Finishing Klem Selang .....	114
<b>Gambar 4.50</b> Logo Brand <i>Wheel Fit</i> .....	115
<b>Gambar 4.51</b> Pemasangan <i>detachable part</i> dengan <i>adjustment system</i> .....	116
<b>Gambar 4.52</b> Pemasangan <i>L bow part</i> dengan rangkaian sebelumnya.....	117
<b>Gambar 4.53</b> Pemasangan part sambungan depan dengan rangkaian sebelumnya.....	117

<b>Gambar 4.54</b> Pemasangan part penghubung depan dan rangkaian sebelumnya.....	118
<b>Gambar 4.55</b> Pemasangan part penghubung depan dengan kedua sisi rangkaiannya.....	118
<b>Gambar 4.56</b> Sistem <i>Detachable</i> .....	118
<b>Gambar 4.57</b> Sistem <i>detachable</i> pada saat di kunci .....	119
<b>Gambar 4.58</b> Memasangkan carabiner pada rangka.....	119
<b>Gambar 4.59</b> Memasangkan carabiner ke handle alat latihan .....	119
<b>Gambar 4.60</b> Penggunaan Alat Latihan.....	120



## DAFTAR ISTILAH

Istilah	Arti
<i>Progressive Overload</i>	Latihan dengan metode penambahan repetisi bisa juga penambahan beban untuk latihan.
<i>Kardiovaskular</i>	Bagi serangkaian gangguan yang menyerang jantung dan pembuluh darah, termasuk penyakit jantung koroner (CHD), penyakit serebrovaskular, hipertensi (tekanan darah tinggi), dan penyakit vaskular perifer (PVD).
<i>Upper Limb</i>	Area anggota tubuh bagian atas, area perut ke atas.
<i>muskuloskeletal</i>	Sistem yang mendukung anggota badan, leher, dan punggung. Muskuloskeletal merupakan sistem yang terdiri dari otot, saraf, jaringan ikat, tulang dan sendi.
<i>Joint</i>	Sambungan.
<i>Muscular endurance</i>	Ketahanan otot dalam melakukan sebuah aktivitas.





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara yang memiliki jumlah disabilitas tuna daksa yang cukup banyak berdasarkan data yang didapat dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2020 terdapat sekitar 8.795.033 jiwa (Hayati, 2023). Di Yogyakarta Berdasarkan data BPS Prov. Yogyakarta 2020, gangguan keterbatasan fisik terbanyak yang dialami oleh penduduk Yogyakarta adalah gangguan dalam berjalan, dari data tersebut diantaranya terdapat pengguna kursi roda (*BPS Provinsi D.I. Yogyakarta, n.d.*). Menurut WHO (World Health Organization) kursi roda merupakan alat bantu untuk meningkatkan mobilitas seseorang yang memiliki gangguan yang membatasi kemampuan seseorang tersebut untuk dapat berjalan.

Dalam Fact sheet yang diterbitkan oleh WHO (World Health Organization) menyatakan bahwa kursi roda seharusnya dirancang untuk memungkinkan penggunanya dapat menjalani kehidupan yang lebih aktif dan dapat membuat penggunanya mampu berpartisipasi dalam segala kegiatan tanpa harus mempengaruhi kesehatan dan keselamatan mereka (World Health Organization. Regional Office for South-East Asia, 2010). Kursi roda dipercaya mampu mendukung penggunanya untuk dapat beraktivitas diluar ruangan tanpa hambatan seperti cedera fisik (Arnet et al., 2012, 2013). Namun dalam observasi serta wawancara yang telah dilakukan kepada lima pengguna kursi roda aktif yang menggunakan kursinya untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti bekerja atau melakukan kegiatan di sekitar rumah, ditemukan bahwa dalam penggunaan kursi roda tersebut, pada aktivitas mengayuh kursi roda, pengguna kursi roda memiliki potensi untuk mengalami kelelahan otot. Kelelahan otot tersebut dapat mengganggu aktivitas pengguna kursi roda, di literatur yang diperoleh menjelaskan juga tentang rata-rata pengguna kursi roda mengalami nyeri pada bahu dikarenakan pada penggunaan kursi roda memerlukan tekanan yang besar pada tubuh bagian atas terutama pada bahu, karena beban berulang dan gerakan repetitif yang

disebabkan saat aktivitas mengayuh kursi roda (Mason et al., 2020; Whaley, 2023). Selain itu faktor lain yang diperoleh dari proses wawancara dan observasi faktor penyebab kelelahan otot itu dapat terjadi disebabkan oleh (1). kondisi fisik yang dialami oleh pengguna, (2). kondisi jalan, yang meliputi kondisi jalan yang datar atau tidak rata jalan, jalan menanjak, dan struktur kemiringan jalan umum (jalan aspal) yang menyebabkan pengguna kursi roda memiliki kecenderungan miring ke kiri, (3). jarak tempuh saat menggunakan kursi roda, dan (4). teknik dalam mengayuh juga berpengaruh untuk menjaga agar otot tidak cepat lelah. Faktor-faktor tersebut merupakan penyebab lain dari kelelahan otot, yang dapat mengganggu penggunaannya dalam beraktivitas. Dari literatur yang diperoleh juga memiliki keterhubungan dengan faktor-faktor yang diperoleh melalui wawancara dan observasi yang telah dilakukan sebelumnya. Literatur tersebut menjelaskan, terdapat tiga faktor untuk menentukan daya yang harus dikeluarkan pengguna untuk melakukan proses kayuhan. Tiga faktor tersebut yaitu, ketahanan saat memutar, kondisi jalan dan hambatan angin (McLaurin & Brubaker, 1991). Pengaruh utama dalam terjadinya nyeri pada bahu yang berhubungan dengan propulsi kursi roda manual merupakan hasil dari dugaan kompresi mekanis pada struktur subakromial dan penggunaan otot yang berlebihan (Carpenter, Flanagan, et al., 1998; Soslowsky et al., 2002). Temuan literatur lain menyebutkan bahwa, frekuensi stroke atau jumlah kayuhan per menit yang lebih tinggi, besar kekuatan dan sudut saat melakukan dorongan selama mengayuh kursi roda dipandang sebagai hal yang dapat meningkatkan risiko perkembangan nyeri bahu kronis (Boninger et al., 2002; Sawatzky et al., 2015).



**Gambar 1.1** Fase Mengayuh, A : Fase Kerja (Mengambil Kayuhan-Mendorong),  
 B : Fase Istirahat/rilex.  
 (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan observasi dan literatur yang diperoleh tentang interaksi antara pengguna dengan kursi roda ditemukan bahwa terdapat dua fase yang berlangsung pada saat mengayuh kursi roda yakni, 1). fase kerja, fase dimana pengguna mengambil kayuhan hingga mendorong pushrim ke depan dan 2). fase rilex, fase istirahat setelah mendorong ke depan hingga persiapan untuk mengambil kayuhan kembali. Dalam siklus fase yang terjadi tersebut, pengguna kursi roda lebih menghabiskan waktu pada fase kerja dibanding fase untuk istirahat atau rilex. Dalam studi biomekanika juga dijelaskan bahwa pengguna kursi roda, menghabiskan waktu untuk melakukan fase kerja dibandingkan dengan fase istirahat (McCann et al., 2019). Teknik dalam mengayuh juga dapat berpengaruh seperti yang dikatakan oleh salah satu narasumber bahwa mengayuh dengan menggunakan kedua tangannya secara bergantian lebih nyaman dan rileks ketimbang menggunakan kedua tangannya sekaligus.

Dari data yang diperoleh dari wawancara, observasi dan berdasarkan literatur mengerucut pada jawaban bahwa pengguna kursi roda memerlukan upaya penguatan otot bagian atas terutama bagian bahu yang terdiri dari otot trapezius dan deltoid serta penguatan pada lengan atas yang terdiri dari otot trisep dan bisep. Langkah penguatan tersebut perlu dilakukan sebagai bentuk persiapan diri bagi

pengguna kursi roda aktif, yang dimana kursi roda aktif tersebut dirancang untuk pengguna yang memiliki kekutan dan keseimbangan tubuh bagian atas yang baik. Sehingga dengan melakukan persiapan penguatan otot tersebut, pengguna dapat terhindar dari risiko cedera otot saat penggunaan kursi roda dan pengguna dapat memfungsikan kursi roda aktif secara mandiri dengan baik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan tentang perancangan alat exercise untuk meningkatkan toleransi tingkat lelah otot maka dirumuskan rumusan masalah perancangan ini adalah :

1. Mekanisme gerak apa yang dapat digunakan untuk melatih otot bahu yang dapat diaplikasikan dalam rancangan alat tersebut?
2. Pola latihan apa yang dapat digunakan pada alat olahraga untuk melatih otot bahu tersebut?
3. Fitur apa yang ada dalam rancangan alat tersebut?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

1. Perancangan alat latihan ini bertujuan untuk melatih serta meningkatkan toleransi tingkat lelah otot dan penguatan otot pengguna kursi roda, sehingga mampu mengurangi permasalahan tentang kelelahan otot yang dapat mengganggu dalam melakukan aktivitas sehari-hari.
2. Manfaat dari penggunaan alat latihan tersebut adalah mengurangi risiko pengguna mengalami kelelahan otot yang dapat menyebabkan sakit pada bagian tubuh.
3. Perancangan alat latihan yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah alat latihan portabel bagi pengguna kursi roda sebagai sarana latihan untuk melatih otot deltoid dan trapezius.
4. Manfaat dari penggunaan alat latihan tersebut adalah pengguna kursi roda dapat melakukan kegiatan latihan untuk melakukan penguatan otot deltoid dan trapezius dimanapun pengguna berada.

## 1.4 Ruang Lingkup

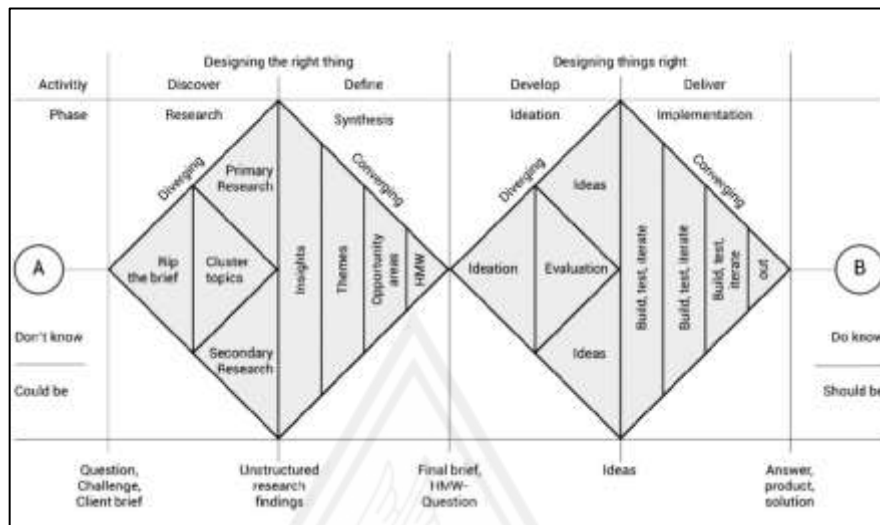
Berikut ini merupakan ruang lingkup dalam perancangan :

1. Berfokus dalam penelitian gerak yang cocok untuk otot bahu.
2. Pengguna kursi roda yang mampu menggerakkan tangannya secara baik (tidak dalam kondisi terapi dalam menggerakkan tangan).
3. Pengguna kursi roda aktif, pengguna yang menggunakan kursi rodanya untuk melakukan berbagai aktivitas secara mandiri.
4. Melakukan penelitian kepada pengguna kursi roda yang ada di area lingkup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. Alat latihan tidak sama dengan alat rehabilitasi.
6. Tidak mengukur keefektifitasan penggunaan alat latihan tersebut.
7. Tidak membahas dan meneliti secara spesifik tentang kekuatan genggam pengguna saat menggunakan alat latihan tersebut.
8. Menggunakan kursi roda jenis *Rough Rider* dengan lebar 17 inch.

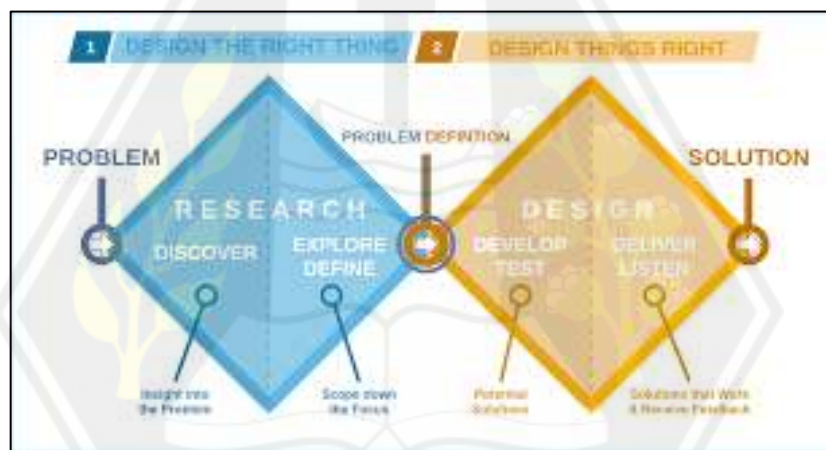
## 1.5 Metode Desain

Metode desain yang digunakan adalah SCAMPER dengan menggunakan metodologi *double diamond*. Metodologi *double diamond* adalah metode yang digunakan untuk mengeksplorasi masalah secara luas atau mendalam setelah itu mengambil tindakan yang terfokus. Metodologi *double diamond* memiliki empat fase yaitu, fase pertama adalah menemukan berbagai masalah yang dapat terjadi yang ditemui melalui wawancara dan observasi jadi bukanlah sebuah asumsi pribadi, fase kedua yakni mendefinisikan permasalahan menjadi sebuah pemikiran yang saling terkait, fase ketiga adalah mengembangkan definisi permasalahan dengan cara mencari artikel, kajian dan wawasan terkait definisi permasalahan, fase terakhir adalah menarik sebuah solusi dari temuan fase ketiga dan memasarkannya ke pemangku kepentingan dan melakukan iterasi dari *feedback* yang didapat hingga memperoleh solusi terbaik.





**Gambar 1.2 Double Diamond Framework**  
(Sumber : Jilka, 2019)



**Gambar 1.3 Double Diamond Framework**  
(Sumber : Jilka, 2019)

### 1.5.1 Metode Riset

Dalam penelitian ini terdapat beberapa teknik yang digunakan untuk mendapatkan data-data penelitian, teknik tersebut diantaranya sebagai berikut :

#### a. Pengamatan atau Observasi

Teknik observasi dilakukan dengan mendokumentasikan kegiatan yang dilakukan oleh subjek penelitian, serta mencatat perilaku yang dilakukan oleh subjek ketika melakukan kegiatan tersebut.



b. Pengukuran

Teknik pengukuran dilakukan dengan metode pendekatan RULA dan NBM untuk mengukur kemampuan dari subjek dalam melakukan aktivitas.

c. Pengukuran Tambahan

Pengukuran antropometri saat di kursi roda, dan pengukuran kekuatan genggam. Pengukuran antropometri saat di kursi roda bertujuan untuk mengetahui jarak rentang tangan saat berada di kursi roda yang nantinya akan mempengaruhi pemilihan jarak *extended* pada alat.

d. Wawancara

Teknik wawancara dilakukan dengan memberi pertanyaan berkaitan dengan topik yang diambil secara langsung, dari hasil wawancara diolah menjadi data transkrip wawancara dan koding. Teknik wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara semi terstruktur.

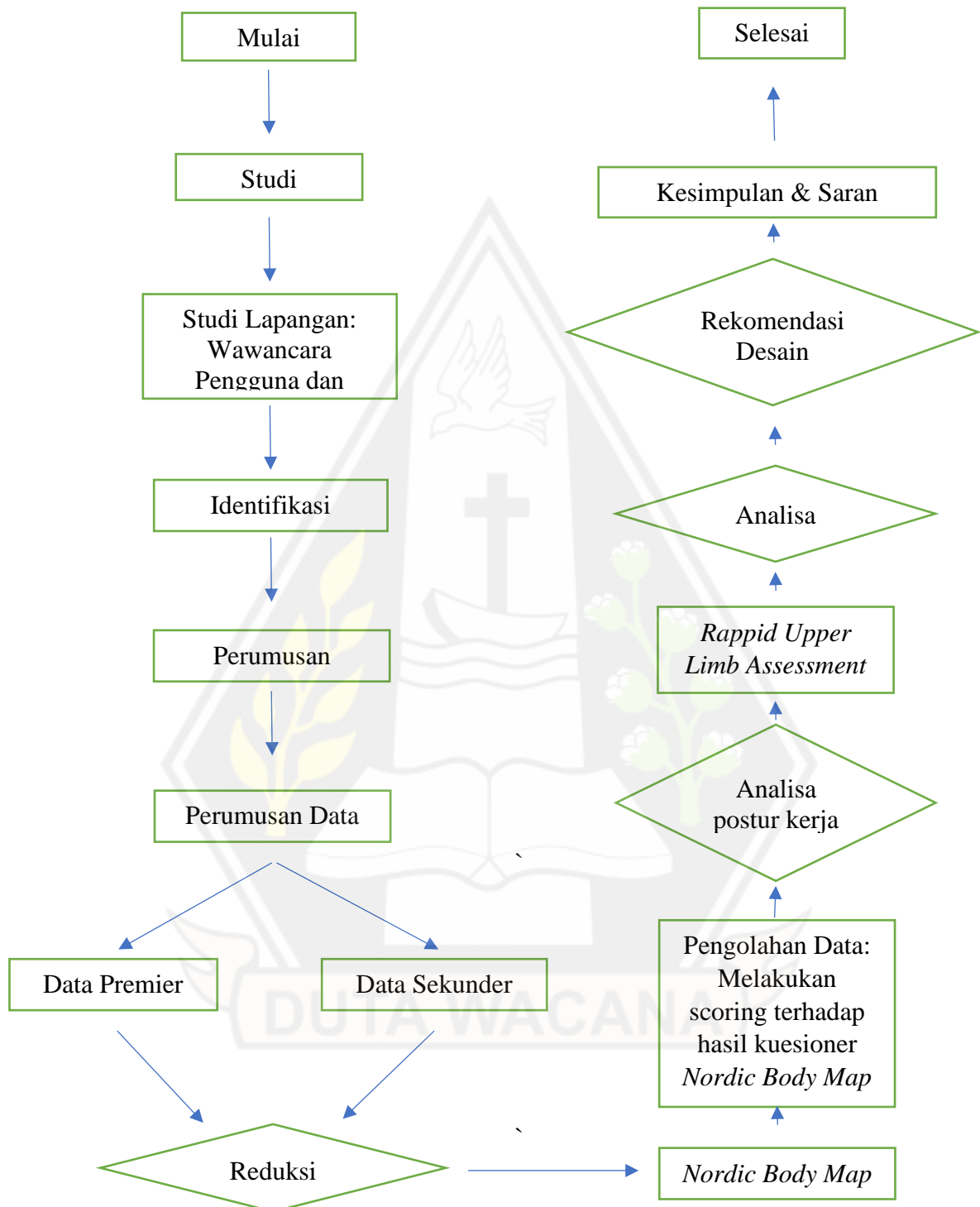
e. Kejenuhan Data

Menghentikan proses pengambilan data ketika hasil data yang diperoleh melalui wawancara, kuesioner, observasi dll memiliki kesamaan data.

### 1.5.2 Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan dalam perancangan produk adalah metode SCAMPER. Metode SCAMPER adalah metode perancangan yang sering digunakan dalam strategi pengembangan serta perancangan produk, SCAMPER sendiri merupakan akronim dari S= *Substitute*, C = *Combine*, A = *Adapt*, M = *Modify*, P = *Put to Another Use*, E = *Eliminate*, R = *Reverse*. Metode ini dikembangkan oleh seorang administrator pendidikan dan penulis bernama Bob Eberle.

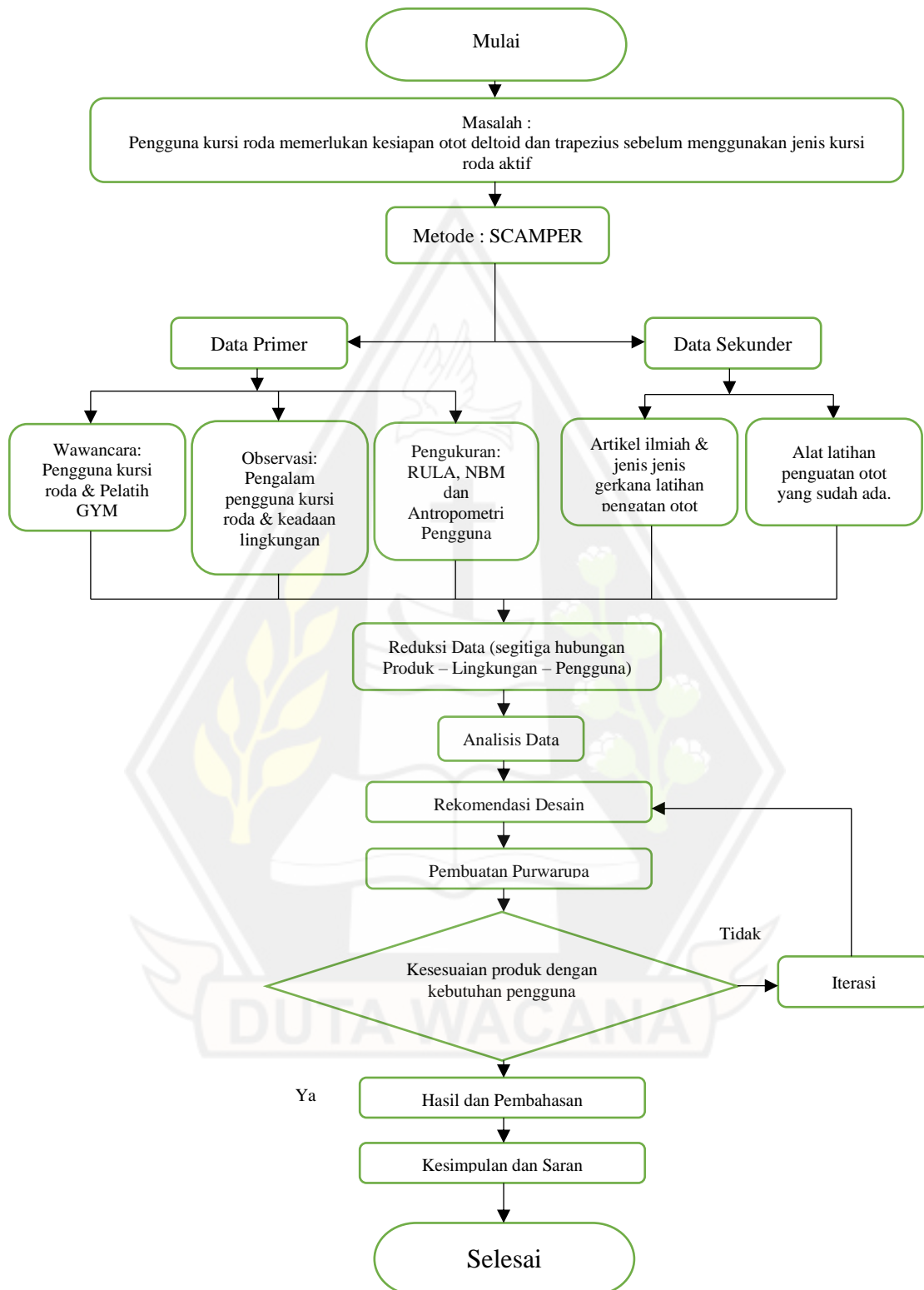
### 1.5.3 Kerangka Berpikir



**Gambar 1.4** Kerangka Berpikir

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

### 1.5.4 Alur Penelitian



**Gambar 1.5** Alur Penelitian  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang di dapat dari proses penelitian dan perancangan yang telah berlangsung dalam pengembangan rancangan alat latihan penguatan otot trapezius dan deltoid untuk pengguna kursi roda adalah, tidak semua pengguna kursi roda aktif memiliki kekuatan dan kestabilan tubuh bagian atas yang baik. Kursi roda jenis aktif di desain untuk membuat penggunaanya menjadi lebih aktif namun hal tersebut tidak berbanding lurus dengan pengalaman pengguna saat menggunakan kursi roda jenis tersebut. Pengguna kursi roda aktif masih mengalami risiko cedera otot setelah melakukan aktivitas mengayuh kursi roda. Jika disesuaikan dengan spesifikasi kursi roda, kursi roda jenis aktif didesain untuk pengguna yang memiliki kekuatan dan kestabilan tubuh bagian atas yang baik. Maka kesimpulan dari perancangan produk ini adalah :

- Hal yang dapat dilakukan adalah melakukan penguatan otot tubuh bagian atas agar dapat menggunakan kursi roda jenis aktif dengan nyaman dan terhindar dari risiko cedera otot.
- Latihan penguatan otot pada pengguna kursi roda dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot, yang bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan pengguna kursi roda agar memiliki kekuatan otot untuk mengayuh kursi roda yang baik dan agar tidak mudah lelah.
- Pola latihan yang dapat dilakukan untuk melakukan penguatan dan meningkatkan kestabilan tubuh bagian atas adalah pola latihan *endurance training*.
- Mekanisme gerak menggunakan alat gym yang dapat di implementasikan pada alat latihan untuk melakukan penguatan otot trapezius dan deltoid adalah gerakan, 1). *Bent-Over Row*, 2). *Upright Row*, 3). *Lateral Raise*, 4). *Rear Delt Fly*, 5). *Face pull*, 6). *Dumbbell Raise*, 7). *Cable Row*, 8). *One Arm Row*.

- Fitur yang ada dalam produk ini adalah *system adjustment*, untuk mengatur jarak tarikan. Sistem lepas pasang menggunakan *snap button press*, untuk membuatnya lebih ringkas untuk disimpan dan dibawa.
- Dengan sistem adanya sistem portable pada alat latihan ini, membuat alat latihan ini dapat ringkas untuk di bawa untuk digunakan di berbagai tempat.
- Pengguna sudah merasakan sendiri alat latihan ini mampu digunakan dan bermanfaat bagi mereka saat digunakan untuk melakukan latihan penguatan otot.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan produk alat latihan penguatan otot trapezius dan deltoid untuk pengguna kursi roda adalah :

1. Pengembangan tentang program latihan yang dapat dilakukan oleh pengguna alat latihan penguatan otot trapezius dan deltoid.
2. Pengembangan smart produk, untuk meningkatkan keefektivitasan latihan penguatan yang berlangsung.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pola latihan yang spesifik bagi pengguna kursi roda.
4. Melakukan kajian lebih lanjut mengenai pola latihan serta ke efektifitasan pada alat latihan penguatan otot tersebut dari segi bidang ilmu keolahragaan dan kesehatan.

## REFERENSI

- Ady, W. A. G. (2011). *Pengembangan desain kursi roda khususnya pada lansia berdasarkan citra (image) produk dengan metode kansei engineering*.  
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/17941/Pengembangan-desain-kursi-roda-khususnya-pada-lansia-berdasarkan-citra-image-produk-dengan-metode-kansei-engineering>
- Affairs, A. S. for P. (2013). *Usability Testing*. Department of Health and Human Services. <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/usability-testing.html>
- Akyol, E., Paskevicius, A., Ono, K., & Watanabe, M. (2014). A STUDY ON UNDERSTANDING OF WHEELCHAIR TRANSFERRING ACTION. *T H E S C I E N C E O F D E S I G N*, 61(1).
- Alexander, D. C. (1986). *The Practice and Management of Industrial Ergonomics*. Prentice-Hall.
- Ambrosio, F., Boninger, M. L., Souza, A. L., Fitzgerald, S. G., Koontz, A. M., & Cooper, R. A. (2005). Biomechanics and Strength of Manual Wheelchair Users. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 28(5), 407–414.
- Andrijanto, A., & Hutapea, B. P. (2019). Penentuan Data Anthropometri untuk Perancangan Ulang Produk Dengan Meninjau Interaksi Pengguna Studi Kasus Perancangan Ulang Kursi Roda ISO 7176 Untuk Anak-Anak Tuna Daksa. *Journal of Integrated System*, 2(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.28932/jis.v2i1.1721>
- Antropometri Indonesia*. (n.d.). Retrieved 7 January 2024, from [https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/sub/2/7/0/pengantar\\_antropometri](https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/sub/2/7/0/pengantar_antropometri)
- Arnet, U., van Drongelen, S., Scheel-Sailer, A., van der Woude, L. H. V., & Veeger, D. H. E. J. (2012). Shoulder load during synchronous handcycling



and handrim wheelchair propulsion in persons with paraplegia. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(3), 222–228. <https://doi.org/10.2340/16501977-0929>

Arnet, U., van Drongelen, S., Veeger, D. H., & van der Woude L, H. V. (2013).

Force application during handcycling and handrim wheelchair propulsion: An initial comparison. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(6), 687–695. <https://doi.org/10.1123/jab.29.6.687>

Boninger, M. L., Souza, A. L., Cooper, R. A., Fitzgerald, S. G., Koontz, A. M., & Fay, B. T. (2002). Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(5), 718–723. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.32455>

*BPS Provinsi D.I. Yogyakarta*. (n.d.). Retrieved 2 September 2023, from <https://yogyakarta.bps.go.id/>

Briley, S. J. (2021). *Shoulder pain and wheelchair propulsion biomechanics in manual wheelchair users*.

Carpenter, J. E., Blasier, R. B., & Pellizzon, G. G. (1998). The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 262–265. <https://doi.org/10.1177/03635465980260021701>

Carpenter, J. E., Flanagan, C. L., Thomopoulos, S., Yian, E. H., & Soslowsky, L. J. (1998). The Effects of Overuse Combined With Intrinsic or Extrinsic Alterations in an Animal Model of Rotator Cuff Tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(6), 801–807. <https://doi.org/10.1177/03635465980260061101>

Cavallone, P., Vieira, T., Quaglia, G., & Gazzoni, M. (2022). Electromyographic activities of shoulder muscles during Handwheelchair.Q vs pushrim wheelchair propulsion. *Medical Engineering & Physics*, 106, 103833. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2022.103833>

- Common Conditions*. (n.d.). Retrieved 14 December 2023, from <https://www.ottobock.com/en-au/common-conditions>
- Diong, J., & Boswell-Ruys, C. (2015). Exercise training programmes to improve hand-rim wheelchair propulsion capacity: PEDro systematic review update. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(19), 1284–1285. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094583>
- Ellapen, T. J., Hammill, H. V., Swanepoel, M., & Strydom, G. L. (2017). The health benefits and constraints of exercise therapy for wheelchair users: A clinical commentary. *African Journal of Disability*, *6*, 337. <https://doi.org/10.4102/ajod.v6i0.337>
- Elzanie, A., & Varacallo, M. (2023). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Deltoid Muscle. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537056/>
- Fitness advice for wheelchair users*. (2022). Nhs.Uk. <https://www.nhs.uk/live-well/exercise/exercise-guidelines/wheelchair-users-fitness-advice/>
- Giner-Pascual, M., Alcanyis-Alberola, M., Querol, F., Salinas-Huertas, S., García-Massó, X., & Gonzalez, L.-M. (2011). Transdermal nitroglycerine treatment of shoulder tendinopathies in patients with spinal cord injuries. *Spinal Cord*, *49*(9), 1014–1019. <https://doi.org/10.1038/sc.2011.41>
- Ginting, R. (2010). *Perancangan produk*. Graha Ilmu. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=706201#>
- Hayati, I. (2023). *6 Juta Penyandang Disabilitas Tak Punya Kursi Roda*. Tempo. <https://difabel.tempo.co/read/1678315/6-juta-penyandang-disabilitas-tak-punya-kursi-roda>
- Howarth, S. J., Polgar, J. M., Dickerson, C. R., & Callaghan, J. P. (2010). Trunk muscle activity during wheelchair ramp ascent and the influence of a geared wheel on the demands of postural control. *Archives of Physical Medicine*

- and Rehabilitation*, 91(3), 436–442.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.10.016>
- Jilka, M. (2019). Application of the Double Diamond framework to prepare the communication strategy of a great sports event. *Studia Sportiva*, 13, 100.  
<https://doi.org/10.5817/StS2019-1-10>
- Kong, Y.-K., & Lowe, B. (2005). Optimal cylindrical handle diameter for grip force tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 495–507.  
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.11.003>
- Liampas, A., Neophytou, P., Sokratous, M., Varrassi, G., Ioannou, C., Hadjigeorgiou, G. M., & Zis, P. (2021). Musculoskeletal Pain Due to Wheelchair Use: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain and Therapy*, 10(2), 973–984. <https://doi.org/10.1007/s40122-021-00294-5>
- Manuaba, A. (1992). *Ergonomi Meningkatkan Kinerja Tenaga Kerja Dan Perusahaan*. Proseding Simposium Ergonomi Indonesia.
- Martinez, K., & Hecht, M. (2020). *Shoulder Muscles: Anatomy, Function, and More*. Healthline. <https://www.healthline.com/health/shoulder-muscles>
- Mason, B., Warner, M., Briley, S., Goosey-Tolfrey, V., & Vegter, R. (2020). Managing shoulder pain in manual wheelchair users: A scoping review of conservative treatment interventions. *Clinical Rehabilitation*, 34(6), 741–753. <https://doi.org/10.1177/0269215520917437>
- Masse, L. C., Lamontagne, M., & O’Riain, M. D. (1992). Biomechanical analysis of wheelchair propulsion for various seating positions. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 29(3), 12.  
<https://doi.org/10.1682/JRRD.1992.07.0012>
- McCann, E. A., Schwartz, Z., Wood, C. R., Bourassa, H. L., & Juarez, K. M. (2019). *Attachable Arm Bike for Alternative Wheelchair Propulsion*. Worcester Polytechnic Institute.

- McDowell, T. W., Wimer, B. M., Welcome, D. E., Warren, C., & Dong, R. G. (2012). Effects of handle size and shape on measured grip strength. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(2), 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.01.004>
- McLaurin, C., & Brubaker, C. (1991). Biomechanics and the wheelchair. *Prosthetics and Orthotics International*, 15, 24–37. <https://doi.org/10.3109/03093649109164272>
- Medical Health Issues Requiring Wheelchair*. (n.d.). Karman® Wheelchairs. Retrieved 14 December 2023, from <https://www.karmanhealthcare.com/medical-health-issues/>
- Mobility Impairments DO-IT*. (n.d.). Retrieved 14 December 2023, from <https://www.washington.edu/doit/mobility-impairments>
- Mulroy, S. J., Gronley, J. K., Newsam, C. J., & Perry, J. (1996). Electromyographic activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion by paraplegic persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(2), 187–193. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(96\)90166-5](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(96)90166-5)
- Natasha Freutel. (2016). *Wheelchair Exercises: A Routine for Strength*. Healthline. <https://www.healthline.com/health/fitness-exercise/wheelchair-users>
- Neer, C. S. (1972). Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: A preliminary report. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 54(1), 41–50.
- Orthopedic Impairment | New York City Employment Discrimination Lawyer*. (n.d.). Retrieved 14 December 2023, from <https://www.laborlawfirm.org/orthopedic-impairment.html>
- Ourieff, J., Scheckel, B., & Agarwal, A. (2023). Anatomy, Back, Trapezius. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK518994/>

- Peter, V. (2000). *Musculoskeletal Disorder.: Vol. vol.11*. Available from:<http://www.csao.org/uploadfiles/magazine/vol.11no3/musculo.html>.
- Pricilia, P. (2022). Analisis Postur Janggal dan Keluhan Musculoskeletal Disorders Pada Karyawan Underwiting di PT BNI Life Insurance Tahun 2022. *Universitas Binawan*. <https://repository.binawan.ac.id/2063/1/K3-2022-PUTRI%20ANINDYA%20PRICILIA.pdf>
- Pulat, M. (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics* (New Jersey). Prentice Hall. [//opac.uma.ac.id/index.php?p=show\\_detail&id=4706](http://opac.uma.ac.id/index.php?p=show_detail&id=4706)
- redmanpowerdev. (2019). *Disabilities that Require Wheelchairs*. Redman Power Chair. <https://www.redmanpowerchair.com/disabilities-that-require-wheelchairs/>
- Rouvier, T., Louessard, A., Simonetti, E., Hybois, S., Bascou, J., Pontonnier, C., Pillet, H., & Sauret, C. (2022). Manual wheelchair biomechanics while overcoming various environmental barriers: A systematic review. *PLOS ONE*, *17*(6), e0269657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269657>
- Safhira, I., & Satrya, C. (2022). Kajian Tingkat Keparahan Postur Janggal yang Berkontribusi kepada Gangguan Sistem Muskuloskeletal (Studi Pustaka Naratif). *National Journal of Occupational Health and Safety*, *2*(2), Article 2. <https://doi.org/10.59230/njohs.v2i2.5835>
- Safithry, C. Y., & Susilawati, S. (2023). ANALISIS POSTUR KERJA DAN KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDS) PADA PETANI: (STUDI LITERATURE RIVIEW). *ZAHRA: JOURNAL OF HEALTH AND MEDICAL RESEARCH*, *3*(4), Article 4.
- Sawatzky, B., DiGiovine, C., Berner, T., Roesler, T., & Katte, L. (2015). The need for updated clinical practice guidelines for preservation of upper extremities in manual wheelchair users: A position paper. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *94*(4), 313–324. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000203>

- Sendic, G. (2023, October). *Trapezius muscle*. Kenhub.  
<https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/trapezius-muscle>
- Shepard, D. S., & Karen, S. L. (1984). *The Market for Wheelchairs Innovations and Federal Policy (Health Technology case Study 30)*.  
<https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1984/8418/8418.PDF>
- Song, S., & Kelsey, G. (2017). Shoulder Problems—Pain in the Wheelchair Athlete. *PM&R KnowledgeNow*. <https://now.aapmr.org/shoulder-problems-pain-in-the-wheelchair-athlete/>
- Soslowsky, L. J., Thomopoulos, S., Esmail, A., Flanagan, C. L., Iannotti, J. P., Williamson, Iii, J. D., & Carpenter, J. E. (2002). Rotator Cuff Tendinosis in an Animal Model: Role of Extrinsic and Overuse Factors. *Annals of Biomedical Engineering*, 30(8), 1057–1063.  
<https://doi.org/10.1114/1.1509765>
- Spinal cord injury—Symptoms and causes*. (n.d.). Mayo Clinic. Retrieved 14 December 2023, from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/spinal-cord-injury/symptoms-causes/syc-20377890>
- Study of Specialized Weights Aims to Make Manual Wheelchair Users Stronger Faster*. (2017). University of Pittsburgh.  
<https://www.pitt.edu/pittwire/features-articles/study-specialized-weights-aims-to-make-manual-wheelchair-users-stronger-faster>
- Susanti, L., Zadry, H., & Yuliandra, B. (2015). *Pengantar Ergonomi Industri*.
- Tarwaka, Hadi A, S., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. (1st ed.). UNIBA PRESS.  
 file:///C:/Users/seto/Downloads/Tarwaka,%202004%20K3.pdf
- van der Woude, L. H., Dallmeijer, A. J., Janssen, T. W., & Veeger, D. (2001). Alternative modes of manual wheelchair ambulation: An overview. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(10), 765–777.  
<https://doi.org/10.1097/00002060-200110000-00012>



- van der Woude, L. H. V., Veeger, H. E. J., Dallmeijer, A. J., Janssen, T. W. J., & Rozendaal, L. A. (2001). Biomechanics and physiology in active manual wheelchair propulsion. *Medical Engineering & Physics*, 23(10), 713–733. [https://doi.org/10.1016/S1350-4533\(01\)00083-2](https://doi.org/10.1016/S1350-4533(01)00083-2)
- Veeger, H. E. J., Rozendaal, L. A., & van der Helm, F. C. T. (2002). Load on the shoulder in low intensity wheelchair propulsion. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 17(3), 211–218. [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(02\)00008-6](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(02)00008-6)
- Whaley, K. (2023). Wheelchair Propulsion Techniques to Prevent Shoulder Injuries. *Propel Physiotherapy*. [https://propelphysiotherapy.com/company-news/wheelchair-propulsion-techniques-to-prevent-shoulder-injuries/Wheelchair\\_Skills\\_Training—Transfers](https://propelphysiotherapy.com/company-news/wheelchair-propulsion-techniques-to-prevent-shoulder-injuries/Wheelchair_Skills_Training—Transfers). (n.d.). Physiopedia. Retrieved 10 November 2023, from [https://www.physio-pedia.com/Wheelchair\\_Skills\\_Training\\_-\\_Transfers](https://www.physio-pedia.com/Wheelchair_Skills_Training_-_Transfers)
- Wiginton, K. (2023). *Fitness for People in Wheelchairs*. WebMD. <https://www.webmd.com/fitness-exercise/features/fitness-people-wheelchairs>
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna Widya.
- Wilson, G. (2022). *A Guide to Active User Wheelchairs*. Vivid Care. <https://www.vivid.care/insights/advice-tips/guide-active-user-wheelchairs/>
- World Health Organization. Regional Office for South-East Asia. (2010). *Fact sheet on wheelchairs*. WHO Regional Office for South-East Asia. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/205041>
- Yoo, I. (2015). The effects of backrest thickness on the shoulder muscle load during wheelchair propulsion. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(6), 1767–1769. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1767>