

---

## Desain Ergonomi Kursi Roda Listrik Dengan *Lumbar Support* Dan Penggerak *Joystick* Sebagai Teknologi Asistif

Eko Nurmianto<sup>1</sup>, Mashuri<sup>2</sup>, Muhammad Hilman Fatoni<sup>3</sup>, Achmad Arifin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dep Teknik Sistem dan Industri, <sup>2</sup>Dep Teknik Mesin Industri, <sup>3</sup>Dep Teknik Biomedik  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya  
e-mail: ekonurmianto1@gmail.com

### ABSTRAK

Kursi roda listrik digunakan untuk membantu mobilitas penderita kelumpuhan lebih mandiri. Pada studi sebelumnya mengenai kursi roda listrik dengan *myoelectric*, pada bagian punggung belum menggunakan *lumbar support*, *LS* (sandaran lumbar). Dalam penelitian ini merancang *lumbar support*, selanjutnya membandingkan kursi roda *tanpa lumbar support* dengan kursi roda yang menggunakan *lumbar support*. Pengendalian naik turun *lumbar support* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu membuat beberapa alternatif *Lumbar Support*. Penelitian ini bertujuan untuk menjaga pengendalian *lumbar support* pada kursi roda listrik. Dalam penelitian ini didapatkan kesesuaian hasil antara antropometri punggung dengan kursi roda listrik. Metode pengukuran kenyamanan *lumbar support* dengan menggunakan *Nordic Body Map*, Tingkat kepentingan dan kepuasan, dan Tingkat kelelahan (*Nordic Body Map*).

**Kata kunci** : *lumbar support*, pengendalian *lumbar support*, *Nordic Body Map*, kursi roda listrik.

### ABSTRACT

*Electric wheelchairs are used to help people with paralysis move more independently. In a previous study on electric wheelchairs with myoelectric, the back has not used lumbar support, LS (lumbar support). In this study, designing a lumbar support, then comparing a wheelchair without lumbar support with a wheelchair using lumbar support. The control up and down of the lumbar support used in this study is to make several alternatives to the lumbar support. This study also aims to maintain control of lumbar support in electric wheelchairs. In this study, the results obtained between the anthropometry of the back and the electric wheelchair. The method of measuring the comfort of the lumbar support using the Nordic Body Map, the level of importance and satisfaction, and the level of fatigue (Nordic Body Map).*

**Keywords** : *lumbar support, lumbar support control, Nordic Body Map, electric wheelchair.*

## PENDAHULUAN

Penderita kelumpuhan kerap mengalami kesulitan mobilitas dalam melakukan aktivitas kehidupan sehari-hari. Alat yang sesuai untuk membantu mobilitas para penderita kelumpuhan yaitu dengan menggunakan kursi roda. Pengembangan kursi roda untuk penderita kursi roda untuk penderita kelumpuhan dimulai dari kursi roda konvensional kemudian beralih ke kursi roda listrik. Penggunaan kursi roda

konvensional cenderung berfokus pada penggunaan manual yang masih mengasumsikan pengguna dapat menggunakan tangan mereka untuk menggerakkan kursi roda secara maksimal (Sumit *et al*, 2017). Penggunaan kursi roda konvensional masih menggunakan gerakan dorong dengan jari-jarinya. Ini kurang efektif bagi para penyandang cacat dalam menggerakkan kursi roda karena membutuhkan daya yang cukup besar untuk mengayuh kursi roda menggunakan gerakan tangan. Terlebih lagi, ketika pengguna melewati suatu daerah yang memiliki kemiringan, daya itu perlu digandakan dari biasanya. Sejumlah sinyal biomedis seperti *electroencephalography (EEG)*, *electrooculography (EOG)*, dan *myoelectric* telah digunakan sebagai salah satu sarana penghubung khusus yang memungkinkan para penderita kelumpuhan untuk mengontrol kursi roda listrik tanpa menggunakan *joystick* atau *keyboard* (Jan *et al.*, 2016). Pada penelitian Nudra (2019) yang telah dilakukan oleh Nudra, kursi roda listrik dikontrol menggunakan sinyal *myoelectric*. Informasi dari sinyal *myoelectric* digunakan untuk memberikan kontrol berupa perintah maju, berhenti, belok kiri, dan belok kanan (Nudra, 2019). Dalam penelitian Nudra (2019), proses *thresholding* dilakukan dengan memberi nilai *threshold* secara tetap, sehingga ketika digunakan dengan pengguna berbeda perlu dilakukan kalibrasi ulang untuk nilai *threshold*. Hal ini disebabkan karena setiap orang memiliki rentang sinyal *myoelectric* yang berbeda. Penelitian Nudra (2019) yang sudah dilakukan hanya berfokus pada kontrol navigasi kursi roda listrik menggunakan sinyal *myoelectric*, tidak ada pilihan perubahan kecepatan pada pergerakan kursi roda listrik.

Pengendali *PID (Proportional, Integral, Derivative)* merupakan suatu pengendalian yang mampu memperbaiki tingkat akurasi dari sistem plan yang memiliki karakteristik umpan balik/*feedback* pada sistem tersebut. Pengendali *PID* menghitung dan meminimalisasi nilai *error*/selisih antara keluaran dari proses terhadap masukan/*setpoint* yang diberikan ke sistem. Sistem kontrol *PID* dimanfaatkan dalam sistem *loop* tertutup yang menyertakan *feedback* dari keluaran sistem untuk mendapat respon yang sesuai. Untuk mengendalikan masukan, agar keluaran tercapai bisa dengan cara menggunakan *PID*. Nantinya akan didapat masukan baru untuk mendapatkan nilai yang sesuai (Nise Norma, 2004).

Pengendali *PID* dipilih karena pengoperasiannya yang sederhana tetapi dapat menjamin performansi sistem dengan mengurangi nilai *error* dari sistem. Pada penelitian Widyotriatmo *et al.* (2012) menunjukkan efektivitas pengendali *PID*, bahwa pengendali *PID* yang digunakan pada kursi roda listrik *joystick* mampu berjalan di jalan yang miring. Kursi roda listrik harus cukup cepat untuk menghindari rintangan dan

memastikan berkendara yang aman untuk kursi roda ketika menghadapi masalah darurat (seperti munculnya hambatan yang tiba-tiba). Dalam perkembangan kursi roda listrik, aspek keselamatan pengguna menjadi hal yang penting. Untuk menunjang aspek keselamatan pengguna kursi roda diperlukan sistem deteksi hambatan dan tabrakan. Hal ini diperlukan ketika pengguna kursi roda listrik menggunakan pada ruang terbuka.

*Lumbar support (LS)* akan mengurangi keluhan dan kelelahan pengguna kursi roda saat memakainya. Merubah posisi lumbar dari kifosis menjadi lordosis. Metode pengukuran kenyamanan lumbar support dengan menggunakan *Nordic Body Map*, Tingkat kepentingan dan kepuasan, dan Tingkat kelelahan (*Nordic Body Map*).

## **METODE**

### **1. Lumbar Support**

#### **1.1. Definisi**

Kursi harus memberikan dukungan di daerah lumbar punggung. (Introduction to Human Factor by Mark Lehto and James Buck 2008). Penyangga regio lumbal dari tulang belakang harus diberikan mulai dari titik sekitar 20 cm (8 inci) di atas bagian bawah kursi dan memanjang ke atas setidaknya 10 cm. (4 inci) lebih tinggi. Karena kelengkungan tubuh manusia pada bidang horizontal di daerah lumbal, banyak orang merekomendasikan agar bagian sandaran tempat duduk yang memberikan penyangga lumbal dilengkungkan dengan radius sekitar 41 cm (16 in).

#### **1.2. Pedoman Desain Kursi Roda**

Beberapa pedoman untuk desain kursi roda :

- a. Biarkan postur duduk maju dan bersandar ke belakang.
- b. Sediakan sandaran dengan kemiringan yang dapat disesuaikan yang memanjang 480 hingga 520 mm (19 hingga 20 inci) secara vertikal di atas permukaan kursi. Bagian punggung atas harus sedikit cekung, dengan lebar 320 hingga 360 mm (13 hingga 14 inci) dan cekung pada bidang horizontal dengan radius sekitar 400 hingga 500 mm (16 hingga 20 inci).
- c. Sediakan bantalan lumbar yang pas di antara vertebra ke-3 dan sakrum, yaitu sekitar 100 hingga 200 mm (4 hingga 8 inci) di atas ketinggian tempat duduk.
- d. Sediakan permukaan kursi dengan lebar sekitar 400 hingga 450 mm (16 hingga 18 inci) dan 380 hingga 420 mm dari belakang ke depan dengan sedikit lubang

pada kursi dan tepi depan menghadap ke atas 4 hingga 6 derajat tepi menghadap ke atas 4 hingga 6 derajat ke mencegah bokong meluncur ke depan. Karet bantalan ringan dengan ketebalan sekitar 20 mm dan bahan penutup anti selip yang permeabel.

- e. Sediakan sandaran kaki untuk orang yang lebih pendek yang kakinya tidak mencapai.
- f. Berisi ketinggian yang dapat disesuaikan dari 380 hingga 540 mm (15 hingga 21 inci), putar, tepi depan permukaan kursi yang membulat, alas kursi dengan 5 lengan masing-masing berisi roda atau luncur, dan kontrol untuk penyesuaian yang mudah digunakan.
- g. Fitur lain yang diinginkan untuk kursi kantor adalah sandaran kursi sedikit diturunkan saat kursi dimiringkan ke belakang.

Kelebihan fitur ini tentu saja pada kemampuannya membuat otot pinggang lebih rileks. Selain itu, fitur ini juga mampu mengurangi pegal tubuh bagian atas saat terlalu lama duduk di kursi (gambar 1 dan gambar 2, tabel 1).

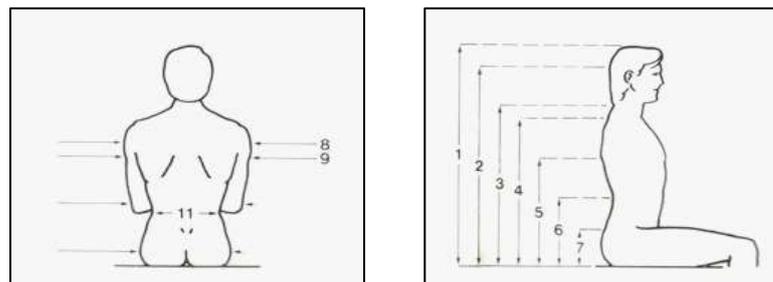


Tampak samping kanan

Tampak depan

Tampak samping kirim

Gambar 1. Kursi roda yang dirancang

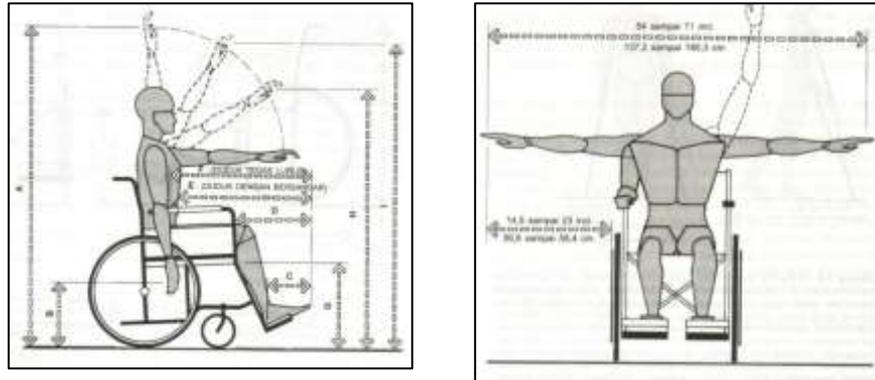


Gambar 2. Metode pengukuran tinggi lumbar

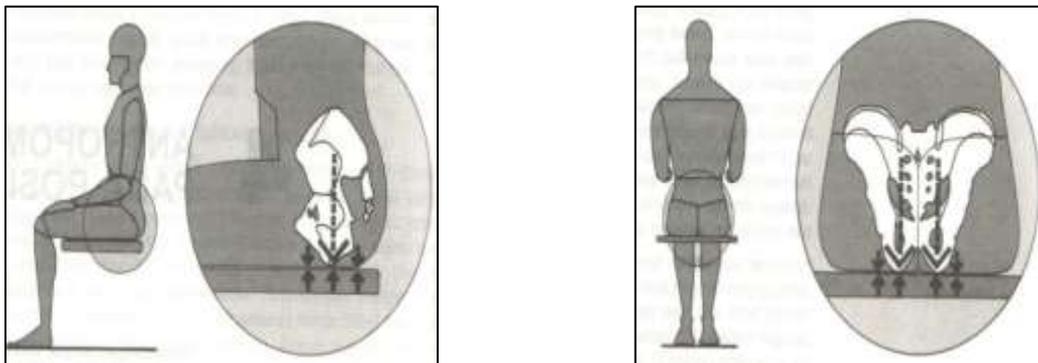
Keterangan : Tinggi badan posisi duduk (1), Tinggi leher (3), Tinggi lumbar (6),  
Lebar bahu (8), dan Lebar lumbar (11)

### 1.3. Kesesuaian Antara Antropometri Dengan Kursi Roda Listrik

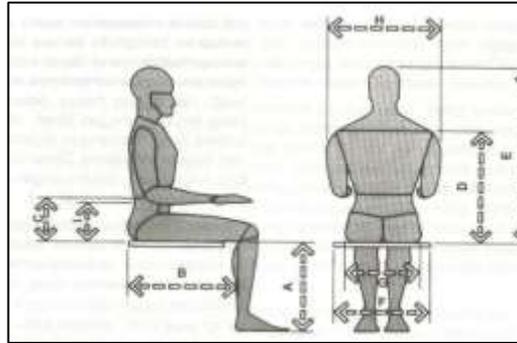
Tampak pada tabel 1, gambar 3 – gambar 5 yang menunjukkan kursi roda dan pemakainya ini menjelaskan beberapa hal penting dari pengukuran antropometri. Baik untuk kelompok pria maupun kelompok wanita.



Gambar 3. Antropometri untuk pemakai kursi roda.



Gambar 4. Posisi lumbar saat duduk



Gambar 5. Pedoman dimensi antropometri yang dibutuhkan bagi perancangan kursi roda



Gambar 6. Menunjukkan uji prototipe kursi roda listrik berbasis ergonomi



Gambar 7. Atlet Paralimpik yang melaksanakan Uji Coba Kursi Roda Listrik



Gambar 8. Satu Tim Atlet Paralimpik

## 2. Metode pengukuran kenyamanan lumbar *support*

### 2.1 *Nordic Body Map*

*Nordic Body Map* merupakan salah satu bentuk kuisioner *checklist* ergonomi yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan seseorang terhadap produk atau benda yang digunakan (Kroemer, 2001). *Nordic Body Map* juga bertujuan untuk memetakan tingkat keluhan seseorang sebagai bahan analisis dan tindakan tertentu. Kuisioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu a) leher, b) bahu, c) punggung bagian atas, d) siku, e) punggung bagian bawah, f) pergelangan tangan, g) pinggang, h) lutut, dan i) tumit/kaki.

### 2.2. Tingkat kepentingan dan kepuasan

Tingkat kepentingan digunakan untuk melihat penting atau tidaknya sesuatu dan tingkat kepuasan digunakan untuk melihat puas atau tidak terhadap sesuatu. Untuk melihat tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan ini dilihat dari berbagai atribut dari suatu produk. Atribut adalah sifat yang menjadi ciri khas suatu barang/benda. Sehingga diharapkan dengan adanya atribut akan memberikan suatu image atau ciri khas yang akan diingat dan selalu melekat dalam pikiran seorang konsumen akan produk tersebut. Oleh karena itu, penentuan atribut-atribut yang akan dilekatkan kepada suatu produk harus benar-benar dipikirkan secara matang dan dapat memberikan dampak dan pengaruh yang positif serta manfaat kepada konsumen.

## HASIL, PEMBAHASAN DAN DAMPAK

Dalam pengembangan produk kursi roda, atribut yang dimunculkan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Atribut Pengembangan Kursi Roda

No	Atribut
1	Harga
2	Bahan
3	Kemudahan Pengoperasian
4	Kemudahan Perawatan
5	Manfaat Kursi Roda
6	Posisi Lumbar Support

Berikut ini adalah kuisisioner Tingkat Kepuasan yang digunakan untuk mengetahui seberapa puas responden terhadap atribut-atribut yang tercantum di bawah ini, menggunakan skala likert, dimana :

- a) Skala 1 menunjukkan Sangat Tidak Puas
- b) Skala 2 menunjukkan Tidak Puas
- c) Skala 3 menunjukkan Netral
- d) Skala 4 menunjukkan Puas
- e) Skala 5 menunjukkan Sangat Puas

Tabel 2. Kuesioner Tingkat Kepuasan

No	Atribut	Tingkat Kepuasan				
		1	2	3	4	5
1	Harga					
2	Bahan					
3	Kemudahan Pengoperasian					
4	Kemudahan Perawatan					
5	Manfaat Kursi Roda					
6	Posisi Lumbar <i>Support</i>					

Berikut ini adalah kuisisioner Tingkat Kepentingan untuk mengetahui seberapa penting atribut yang tercantum di bawah ini, menurut responden menggunakan skala likert, dimana :

- a) Skala 1 menunjukkan Sangat Tidak Penting
- b) Skala 2 menunjukkan Tidak Penting
- c) Skala 3 menunjukkan Netral
- d) Skala 4 menunjukkan Penting
- e) Skala 5 menunjukkan Sangat Penting

Tabel 3. Kuesioner Tingkat Kepentingan

No	Atribut	Tingkat Kepentingan				
		1	2	3	4	5
1	Harga					
2	Bahan					
3	Kemudahan Pengoperasian					
4	Kemudahan Perawatan					
5	Manfaat Kursi Roda					
6	Posisi Lumbar <i>Support</i>					

Berikut ini adalah tabel rekapitulasi hasil kuesioner tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Tingkat Kepentingan

No	Harga	Bahan	Kemudahan Pengoperasian	Kemudahan Perawatan	Manfaat Kursi Roda	Posisi Lumbar Support
1	4	4	4	4	5	5
2	5	5	5	5	5	4
3	5	4	5	5	5	4
4	4	4	4	4	5	4
5	4	5	5	5	5	5
6	4	4	5	5	4	5
7	3	4	4	4	4	4
8	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5
10	4	4	5	5	5	4
11	5	5	5	4	5	5
12	4	4	4	4	4	4
Modus	4	4	5	5	5	4,5

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Tingkat Kepuasan

No	Harga	Bahan	Kemudahan Pengoperasian	Kemudahan Perawatan	Manfaat Kursi Roda	Posisi Lumbar Support
1	5	5	5	5	5	5
2	4	5	5	5	5	5
3	2	4	4	4	4	3
4	5	4	3	5	5	5
5	2	4	4	4	5	4
6	5	5	4	5	5	5
7	4	5	5	4	4	4
8	3	5	5	5	5	5
9	3	4	3	4	4	4
10	5	4	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	4
12	3	4	4	4	5	4
Modus	5	4,5	5	5	5	5

**Tingkat kelelahan (*Nordic Body Map*)**

Tingkat kelelahan ini digunakan untuk melihat respon seseorang terhadap kursi roda ini mengalami kelelahan pada bagian tubuh tertentu atau tidak. Untuk melihat tingkat

kelelahan ini dilihat dari berbagai bagian tubuh. Dalam pengembangan produk kursi roda bagian tubuh yang diamati untuk melihat tingkat kelelahan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Bagian Tubuh yang Diamati

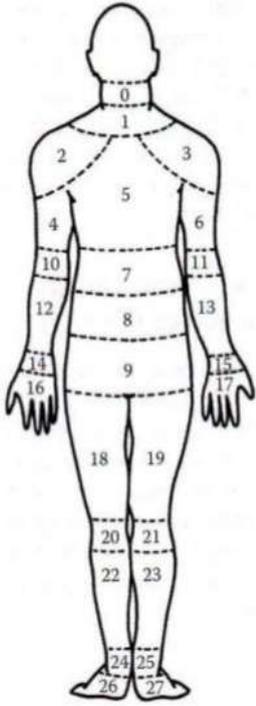
No	Bagian Tubuh	No	Bagian Tubuh
1	Leher Atas	15	Pergelangan Tangan Kiri
2	Leher Bawah	16	Pergelangan Tangan Kanan
3	Bahu Kiri	17	Tangan Kiri
4	Bahu Kanan	18	Tangan Kanan
5	Lengan Atas Kiri	19	Paha Kiri
6	Punggung	20	Paha Kanan
7	Lengan Atas Kanan	21	Lutut Kiri
8	Pinggang	22	Lutut Kanan
9	Pantat (buttock)	23	Betis Kiri
10	Pantat (bottom)	24	Betis Kanan
11	Siku Kiri	25	Pergelangan Kaki Kiri
12	Siku Kanan	26	Pergelangan Kaki Kanan
13	Lengan Bawah Kiri	27	Kaki Kiri
14	Lengan Bawah Kanan	28	Kaki Kanan

Berikut ini adalah kuisisioner Tingkat Kelelahan yang digunakan untuk mengetahui seberapa lelah atau merasa sakit responden saat menggunakan alat pengasapan ikan ini pada bagian tubuh yang tercantum di bawah ini, menggunakan skala *likert*, dimana :

- a) Skala 1 menunjukkan Sangat Sakit (D)
- b) Skala 2 menunjukkan Sakit (C)
- c) Skala 3 menunjukkan Sedikit Sakit (B)
- d) Skala 4 menunjukkan Tidak Terasa Sakit (A)

**NORDIC BODY MAP QUESTIONARE**

Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada gambar. Apakah bagian tubuh yang sudah diberikan nomor tersebut tidak terasa sakit (pilih A), sedikit sakit(pilih B), sakit (pilih C) dan sangat sakit (pilih D). Pilih dengan memberikan tanda √ pada kolom huruf pilihan anda.

No.	Lokasi	Tingkat Kesakitan				Peta Bagian Tubuh
		A	B	C	D	
0	Sakit / kaku pada leher atas					
1	Sakit pada leher bawah					
2	Sakit pada bahu kiri					
3	Sakit pada bahu kanan					
4	Sakit pada lengan atas kiri					
5	Sakit pada punggung					
6	Sakit pada lengan atas kanan					
7	Sakit pada pinggang					
8	Sakit pada pantat (buttock)					
9	Sakit pada pantat (bottom)					
10	Sakit pada siku kiri					
11	Sakit pada siku kanan					
12	Sakit pada lengan bawah kiri					
13	Sakit pada lengan bawah kanan					
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri					
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan					
16	Sakit pada tangan kiri					
17	Sakit pada tangan kanan					
18	Sakit pada paha kiri					
19	Sakit pada paha kanan					
20	Sakit pada lutut kiri					
21	Sakit pada lutut kanan					
22	Sakit pada betis kiri					
23	Sakit pada betis kanan					
24	Sakit pada peergelangan kaki kiri					
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan					
26	Sakit pada kaki kiri					
27	Sakit pada kaki kanan					

Gambar 9. Kuesioner Tingkat Kelelahan (Kroemer, 2001).

Berikut ini adalah tabel rekapan hasil kuesioner Tingkat Kelelahan.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Tingkat Kelelahan

No	Leher Atas	Leher Bawah	Bahu Kiri	Bahu Kanan	Lengan Atas Kiri	Punggung	Lengan Atas Kanan	Pinggang	Pantat (buttock)	Pantat (bottom)	Siku Kiri
1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4
3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3
4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
5	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4
8	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4

9	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3
10	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3
<b>Modus</b>	4	3,4	3,4	3,4	4	4	4	4	4	3	3,4
<b>No</b>	<b>Siku Kanan</b>	<b>Lengan Bawah Kiri</b>	<b>Lengan Bawah Kanan</b>	<b>Pergelangan Tangan Kiri</b>	<b>Pergelangan Tangan Kanan</b>	<b>Tangan Kiri</b>	<b>Tangan Kanan</b>	<b>Paha Kiri</b>	<b>Paha Kanan</b>	<b>Lutut Kiri</b>	<b>Lutut Kanan</b>
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4
4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3
5	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
8	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3
9	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3
<b>Modus</b>	3,4	4	4	3,4	4	4	4	4	4	3	4
<b>No</b>	<b>Betis Kiri</b>	<b>Betis Kanan</b>	<b>Pergelangan Kaki Kiri</b>	<b>Pergelangan Kaki Kanan</b>	<b>Kaki Kiri</b>	<b>Kaki Kanan</b>					
1	4	3	3	3	3	3					
2	4	3	4	4	4	4					
3	3	3	3	3	3	3					
4	4	4	4	4	4	4					
5	3	3	3	4	3	3					
6	4	4	4	4	4	4					
7	4	3	4	4	4	4					
8	3	3	4	4	3	3					
9	4	4	3	4	4	4					
10	4	4	3	4	4	4					
11	4	4	4	4	4	4					
12	4	4	3	4	4	4					
<b>Mod</b>	4	3,4	4	4	4	4					

## PEMBAHASAN

Beberapa penelitian sebelumnya tentang kursi roda belum ada yang menekankan pentingnya lumbar support. Penelitian Yunyi *et al* (2014), Rifai Sarraj *et al* (2021), dan Batan (2006) masing-masing meneliti hal yang berbeda. Ketiganya belum ada yang menekankan pada saspek lumbar support support. Yunyi *et al* (2014) telah mengevaluasi desain pakaian fungsional yang ergonomis untuk pengguna kursi roda. Telah dilakukan karya desain ergonomis pakaian fungsional pengguna kursi roda. Sebuah sistem evaluasi yang berasal dari kedokteran rehabilitasi dan turnamen olahraga digunakan. Pakaian fungsional yang baru dirancang dapat memfasilitasi aktivitas kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan pakaian bagi pengguna kursi roda. Rifai Sarraj *et al* (2010) telah mengevaluasi prototipe kursi roda dengan penggerak manual non-konvensional. Untuk mengevaluasi hasil kuesioner kepuasan pengguna pada jenis baru kursi roda dengan penggerak tuas yang dirancang untuk menghindari ketidaknyamanan dan potensi cedera regangan berulang yang terkait dengan penggerak pelek tangan konvensional. Batan (2006) telah meneliti tentang kursi roda yang dirancang dan didesain untuk bisa digerakkan dengan tangan pemakai kursi roda itu sendiri. Disamping itu kursi roda ini juga bisa dipakai pada jalanan naik, dengan sudut kenaikan maksimal 30°. Untuk mengevaluasi keergonomisan kursi roda ini dipakai metode *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. Dengan metode ini akan dihitung tingkat risiko cedera yang muncul pada setiap organ tubuh yang bergerak pada saat menggerakkan kursi roda. Dari penelitian ini akan dapat dikembangkan kursi roda yang lebih ringan dan multifungsi, sehingga penderita cacat tidak perlu khawatir dengan masa depan mereka, karena cacat tubuh, serta tidak merasa kalah dari orang lain yang memiliki tubuh normal.

Pada penelitian saat ini, *lumbar support* ditambahkan untuk mengurangi kelelahan dan menambah kenyamanan bagi pengguna kursi roda. Pengembangan kursi roda ditekankan pada kepuasan dan kepentingan serta tingkat kelalahannya dengan menggunakan *Nordic Body Map*. Untuk tingkat kepentingan dengan variable: harga, bahan, kemudahan pengoperasian, kemudahan perawatan manfaat kursi roda posisi *lumbar support*. Masing-masing memberikan nilai penting dan sangat penting dalam pertimbangan pengguna saat memilih kursi roda. Dalam hal kepuasan pengguna kursi roda penelitian ini dikonfirmasi oleh peneliti terdahulu (Rifai Sarraj *et al.*, 2010).

## SIMPULAN

Lumbar Support telah memberikan manfaat meningkatnya kenyamanan bagi pengguna kursi roda. Pengukuran kenyamanan dilakukan dengan menggunakan *Nordic Body Map*. Untuk lebih meningkatkan kenyamanan dapat ditambahkan dengan *head support*. Selain itu, dapat juga ditambahkan prospek pengembangan hasil penelitian dan prospek aplikasi penelitian selanjutnya ke depan dengan menambahkan *Head support* yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya ke depan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kemendikbudristek melalui Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Bantuan Dana Inovasi Pembelajaran dan Teknologi Bantu (Teknologi Asistif) Untuk Mahasiswa Berkebutuhan Khusus di Perguruan Tinggi Tahun 2021 Nomor : 59/E2/PPK/SPK/PENSUS/2021 Tanggal 5 Juli 2021 antara Dirbelmawa dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Widyotriatmo, S.K. Rauzanfiqr, dan Suprijanto, "A Modified PID Algorithm for Dynamic Control of An Automatic Wheelchair", IEEE Conference on Control, Systems and Industrial Informatics, Bandung, 2012
- Batan, Made Londen (2006) Perancangan Kursi Roda Yang Ergonomis. Prosiding Seminar Nasional Ergonomi dan K3 2006 © Lab.E&PSK-TI-FTI-ITS-2006 Surabaya, 29 Juli 2006
- D. Sumit, S.S. Mantha, dan V.M. Phalle, "Advances in Smart Wheelchair Technology", 2017 International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE), Navi Mumbai, 2017.
- Eko Nurmianto (2004) Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya (Edisi Kedua), Guna Widya, Jakarta
- Eko Nurmianto, Arino Anzip, Dwi Endah Kusri (2019). The ergonomic, mobile, and portable Design of Porang Cutting and Drying Machine on Motorcycle International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development. 23-24 Oktober 2019, Yogyakarta, Indonesia.
- G. Jan, J. Kim, S. Lee, dan Y. Choi, "EMG-Based Continuous Control Scheme with Simple Classifier for Electric-Powered Wheelchair", IEEE Access, Vol. 63, No. 6, Hal. 3695-3705, 2016.
- I. W. Nudra, "Desain Perintah Myoelectric Control Sebagai Perintah Kursi Roda Listrik untuk Mobilitas Penyandang Disabilitas", Tugas Akhir, Program S1 Teknik

Biomedik, Fakultas Teknologi Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2019.

Nise Norma S., Control System Engineering, Hoboken, NJ: Wiley, 2004.

Pradita, A.A.; Priadythama, I.; Susmartini, S. (2018). “Perancangan ulang kursi roda manual menggunakan kriteria standar ISO 7176-5”. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 17 (1), 54– 60. doi: 10.20961/performa.17.1.19068

Rifai Sarraj A., R. Massarelli, F. Rigal, E. Moussa, C. Jacob, A. Fazah, M. Kabbara(2010) Evaluation of a wheelchair prototype with non-conventional, manual propulsion Évaluation d’un prototype de fauteuil roulant avec une technique non-conventionnelle de propulsion manuelle. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 53 (2010) 105–117

Yunyi Wang, Daiwei Wu, Mengmeng Zhao, Jun Li (2014) Evaluation on an ergonomic design of functional clothing for wheelchair users. *Applied ergonomic*, 2014, Volume 45, Issue 3, May 2014, Pages 550-555