

# ANALISIS DAN PENGEMBANGAN PROTOTYPE PRODUK ALAT BANTU BERJALAN KAKI TIGA (TRIPOD) BAGI PENDERITA STROKE SECARA ERGONOMIS

Rindra Yusianto<sup>1</sup>, Andreas Setiawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Dian Nuswantoro  
Jalan Nakula I No. 5-11 Semarang  
Email : rindra@staff.udinus.ac.id

## Abstrak

Stroke merupakan penyakit akibat terganggunya aliran darah ke otak yang menimbulkan ketidakmampuan seseorang. Gangguan bisa berupa perdarahan yang disebut *stroke hemorrhagi* atau *stroke bukan perdarahan/non-hemorrhagi* atau *stroke infark*. Ada juga tipe serangan stroke yang hanya sesaat, kurang dari 24 jam, disebut *T.I.A (Transient Ischaemic Attack)*. Untuk itu dengan melakukan analisis kebutuhan pelanggan selanjutnya mengembangkan dalam bentuk prototype produk alat bantu berjalan kaki tiga akan bermanfaat pada penderita stroke.

Perancangan dan pembuatan alat bantu berjalan kaki tiga (tripod) dengan kesesuaian tinggi yang ergonomis berdasarkan data antropometri TBJ (Tinggi Buku Jari), BB (Berat Badan) dan DG (Diameter Genggam). Nilai masing-masing dimensi adalah sebagai berikut :TBJ (Tinggi Buku Jari) untuk tiga jenis ukuran tinggi yaitu 75 cm, 79 cm, dan 83 cm. Dimensi ini digunakan untuk menentukan tinggi alat, BB (Berat Badan) dari persentil 95 % yaitu 73 kg. Dimensi ini digunakan untuk menentukan beban terberat yang dibebankan pada alat, DG (Diameter Genggam) dari persentil 5 % yaitu 33 mm. Dimensi ini digunakan untuk menentukan diameter pegangan alat

**Kata kunci :** Tripod, ergonomis, antropometri

## 1. PENDAHULUAN

Manusia pada umumnya pernah mengalami sakit, baik sakit ringan maupun sakit berat. Berbagai jenis penyakit yang pernah di derita manusia banyak jenisnya diantaranya adalah stroke (Yusianto dkk, 2007). Stroke merupakan penyakit akibat terganggunya aliran darah ke otak yang menimbulkan ketidakmampuan seseorang. Gangguan bisa berupa perdarahan yang disebut *stroke hemorrhagi* atau *stroke bukan perdarahan/non-hemorrhagi* atau *stroke infark*. Ada juga tipe serangan stroke yang hanya sesaat, kurang dari 24 jam, disebut *T.I.A (Transient Ischaemic Attack)* (Ambarwati, 2005). Untuk kondisi ini penderita bisa sembuh total tanpa meninggalkan gejala klinik. Serangan yang terjadi pada otak bervariasi letaknya, sehingga manifestasi gangguan klinis yang timbul juga bermacam-macam tergantung pusat otak di bagian mana yang terkena serangan. Misalnya belahan otak sebelah kanan maka gangguan gerak yang muncul adalah anggota sebelah kiri, misalnya pusat bicara yang terkena maka akan timbul gangguan bicara, dsb. Hal ini bisa diketahui dengan pemeriksaan penunjang berupa CT-Scan kepala atau MRI sehingga bisa dilihat lokasi kerusakannya. Serangan stroke dapat mengakibatkan kerusakan jaringan otak yang tidak bisa dipulihkan secara sempurna dengan berbagai macam obat-obatan. Penanganan mencegah tidak meluas kerusakannya, sementara gejala yang timbul akan menetap sepanjang masa, sehingga kelanjutan penanganan penderita stroke masih terus diupayakan melalui program rehabilitasi medik.

Sejak beberapa tahun belakangan stroke menjadi penyebab kematian nomor satu di rumah sakit (Siswono, 2001). Efek atau akibat dari penyakit stroke secara umum adalah otot-otot pada persendian kaki maupun tangan tidak dapat digerakkan atau kaku. Akibatnya

penderita penyakit stroke pada umumnya mengalami hambatan dalam melakukan aktifitas dengan baik, sebagai contoh dalam berjalan. Siapapun kalau bisa ingin terhindar dari stroke. Selain penanganan secara medis sangat diperlukan, masalah lain yang dihadapi penderita yaitu lingkungan di sekitar kehidupannya, baik di masyarakat maupun lingkungan dalam pekerjaan. Misalnya dulu sebelum sakit bisa naik tangga untuk mencapai ruang kerjanya, tetapi karena kantornya tidak ada lift, penderita pascastroke kesulitan naik tangga. Bila seorang PNS masih bisa dialih tugaskan ke bagian yang kiranya mampu dikerjakan, tetapi bagaimana nasibnya bila bekerja di swasta? Mungkin pemutusan hubungan kerja? Alangkah lebih menderitanya (Ambarwati, 2005).

Sisa kemampuan pasien diupayakan berfungsi semaksimal mungkin. Kalaupun tetap lumpuh, diupayakan bisa bergerak sendiri dengan tongkat maupun alat bantu lain, melakukan kegiatan sehari-hari sendiri, seperti makan, minum, berpakaian, dan mandi. Bahkan kalau bisa kembali ke pekerjaan semula atau melakukan alih pekerjaan (Siswono, 2001). Untuk itu dilakukan berbagai terapi, seperti terapi fisik, terapi okupasi, terapi wicara dan penyediaan alat bantu. Juga penanganan psikologis pasien, seperti berbagi rasa, terapi wisata, dan sebagainya. Selain itu, juga dilakukan *community based rehabilitation* (rehabilitasi bersumber daya masyarakat) dengan melakukan penyuluhan dan pelatihan masyarakat di lingkungan pasien agar mampu menolong, setidaknya bersikap tepat terhadap penderita. Hal ini akan meningkatkan pemulihan dan integrasi dengan masyarakat (Siswono, 2001).

Untuk melakukan aktifitas berjalan misalnya penderita stroke harus melakukan terapi berjalan yang intensif dengan suatu pengawasan. Terapi berjalan yang dilaksanakan penderita stroke bisa dengan melakukan pergerakan pada kaki dan tangan secara teratur dan sesuai petunjuk yang telah diatur agar otot-otot pada kaki yang semula kaku dapat digerakan kembali. Setelah melakukan serangkaian terapi secara teratur, penderita stroke dapat melakukan aktifitas berjalan tanpa dibimbing oleh orang lain. Aktifitas ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu berjalan yang disebut kaki tiga (*tripod*) agar keseimbangan berjalan lebih dapat terjaga (Yusianto dkk, 2007).

Aktifitas berjalan dapat dilaksanakan dengan baik dan nyaman apabila didukung dengan alat bantu berjalan yang memiliki tingkat kenyamanan dan mudah digunakan. Karena alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) yang ada saat ini belum memenuhi tingkat kesesuaian tinggi yang diinginkan oleh penderita, karena hanya ada satu ukuran tinggi (Yusianto dkk, 2007). Adapun kendala-kendalanya yaitu (Yusianto dkk, 2007) :

1. Penderita stroke yang memiliki postur tubuh yang tinggi, harus sedikit membungkuk untuk dapat menggunakan alat bantu tersebut yang berakibat pegal-pegal pada pinggang. atau cepat capek.
2. Sebaliknya penderita yang memiliki postur tubuh yang lebih pendek, tangannya harus terangkat sedikit untuk dapat menggunakan alat bantu tersebut yang berakibat pegal pada pergelangan tangannya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka alat yang sudah ada saat ini perlu ditinjau kembali tingkat kesesuaian tingginya (ergonomis) agar didapatkan rasa yang nyaman dan aman untuk digunakan tanpa merasakan pegal saat menggunakan alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Kepuasan Pelanggan dalam Penggunaan Produk  
Produk yang ada saat ini adalah produk *tripod* hanya dengan satu ukuran yaitu 80 cm. *Tripod* berbeda dengan *walker* ataupun *kruk*. Sehingga apabila pelanggan atau Rumah Sakit menghendaki *tripod* dengan ukuran yang ergonomis, pelanggan atau Rumah Sakit tidak memiliki kemampuan untuk memilih. Berbeda dengan *walker* dan *kruk* yang saat ini ketinggiannya sudah bisa di *adjustment*. Sehingga diperlukan *tripod* dengan ketinggian yang bisa di *adjustment* sehingga penggunaan *tripod* sebagai alat bantu berjalan bagi penderita stroke yang dalam taraf penyembuhan dapat berfungsi efektif.
2. Faktor Ergonomis dan Kesesuaian dengan Dimensi Tubuh Manusia (*Anthropometri*)  
Untuk mencapai tingkat keamanan dan kenyamanan maka produk dibuat dengan mempertimbangkan faktor-faktor dimensi tubuh manusia agar didapatkan produk yang sesuai dengan ergonomis tubuh manusia (Nurmianto, 1992). Suatu desain peralatan harus tidak menyebabkan kesalahan jika dioperasikan oleh sebagian besar orang. Dalam kasus

ini data *anthropometri* yang digunakan adalah Tinggi Buku Jari (TBJ) pada saat berdiri, Berat Badan (BD) dan Diameter Genggam (DG). Jika melihat data *anthropometri* tersebut, maka produk yang saat ini ada di pasaran belum dapat mewakili kesesuaian dimensi tubuh, karena produk yang saat ini tidak bisa di-*customize* sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan dimensi tubuh yang berbeda.

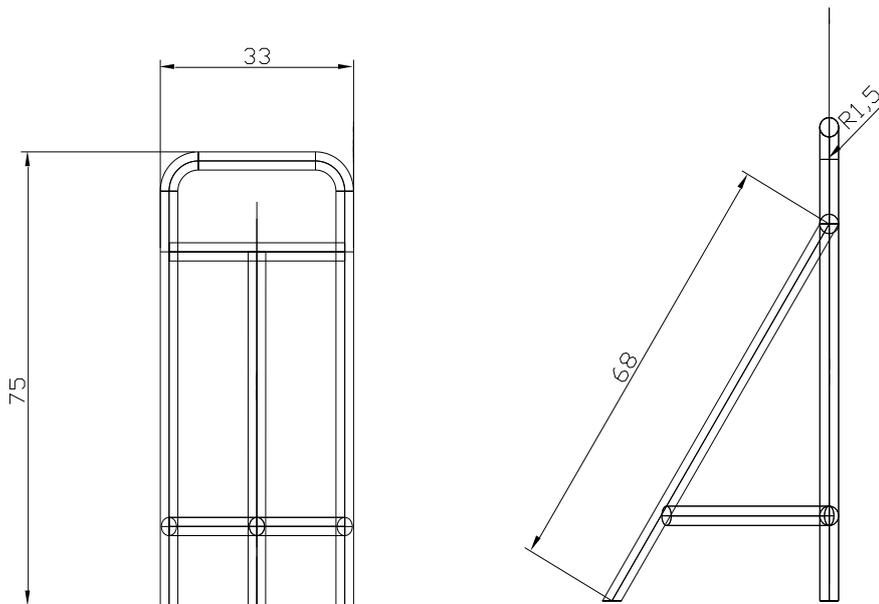
3. Faktor Kemudahan dalam Penyimpanan

Kemudahan penyimpanan produk dalam hal ini *tripod* adalah salah satu masalah yang saat ini ada. Produk yang saat ini, tidak bisa dilipat sehingga membutuhkan *space* penyimpanan yang relatif luas. Oleh sebab itu diperlukan produk *tripod* yang memiliki desain yang lebih fleksibel terutama berkenaan dengan kemudahan penyimpanan, misalnya dengan memberikan fasilitas lipat.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan Pelanggan

1. Analisis Produk Sebelumnya



Gambar 1. Tripod Tampak Depan dan Tampak Samping (Yusianto dkk, 2007)

Alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) pada kondisi awal diproduksi hanya ada satu ukuran ketinggian yaitu **80 cm**. Selama ini pihak produsen belum memperhitungkan tinggi yang ideal untuk alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*). Pengukuran yang dilakukan selama ini adalah dengan memperkirakan jangkauan tangan pengguna terhadap alat bantu yang disesuaikan dengan tinggi tubuh pengguna. Selanjutnya ukuran tersebut digunakan sebagai pola dasar ukuran pembuatan alat bantu yang akan diproduksi (Yusianto dkk, 2007).

2. Uji Validitas Data Hasil Survey Kebutuhan Pelanggan

Data *anthropometri* pasien hasil survey di RS Pantiwilasa Citarum Semarang terlampir. Berdasarkan data yang dikumpulkan dari hasil survey kebutuhan pelanggan/konsumen, maka dilakukan uji validitas data yang meliputi :

Uji Kenormalan Data

**Tabel 1. Uji Kenormalan Data**

Data	Nilai table chi	Derajat kebebasan	Nilai chi hitungan	keterangan
Tbj	5,991	2	3,361305	<b>Normal</b>
Bb	3,841	1	1,74998	<b>Normal</b>
Dg	5,991	2	2,218506	<b>Normal</b>

Sumber : Yusianto dkk, 2007

a. Uji Keseragaman Data

**Tabel 2. Uji Keseragaman Data**

Data	Batas kontrol bawah	Batas kontrol atas	keterangan
Tbj	71,76859	86,63766	<b>Seragam</b>
Bb	46,25714	81,24286	<b>Seragam</b>
Dg	31,37749	60,22876	<b>Seragam</b>

Sumber : Yusianto dkk, 2007

b. Uji Kecukupan Data

**Tabel 3. Uji Kecukupan Data**

Data	Jumlah pengukuran	Nilai N hitungan	keterangan
bj	32	0,3760915	<b>Cukup</b>
Bb	32	3,213887	<b>Cukup</b>
Dg	32	0,652198	<b>Cukup</b>

Sumber : Yusianto dkk, 2007

c. Standard Deviasi

**Tabel 4. Standard Deviasi**

Data	Jumlah pengukuarn	Rata-rata	Standar deviasi
Tbj	32	79,20	<b>1,531</b>
Bb	32	63,75	<b>3,646</b>
Dg	32	35,80	<b>0,917</b>

Sumber : Yusianto dkk, 2007

d. Nilai Persentil

**Tabel 5. Nilai Persentil**

Data	Persentil ke-5	Persentil ke-50	Persentil ke-95
Tbj	75,12	79,20	<b>83,27</b>
Bb	54,15	63,75	<b>73,34</b>
Dg	33,37	35,80	<b>38,22</b>

Sumber : Yusianto dkk, 2007

**3. Analisis Produk Setelah Memperhitungkan Persentil Tinggi Alat**

Penentuan posisi tinggi alat bantu diambil dari hasil pengolahan data *anthropometri* menunjukkan hasil sebagai berikut :

- Nilai persentil dari 5% adalah 75,12652 cm dibulatkan 75 cm
- Nilai persentil dari 50% adalah 79,20313 cm dibulatkan 79 cm
- Nilai persentil dari 95% adalah 83,27973 cm dibulatkan 93 cm

### Gaya Berat

Gaya berat terhadap produk diambil dari berat badan berdasarkan persentil 95% yaitu sebesar 73,34192 kg dibulatkan 73 kg.

### Diameter Pipa Pegangan

Diameter pipa pegangan diambil dari persentil 5% yaitu 33,3764 mm dibulatkan 33 mm.

## 3.2 Perancangan Produk

Tujuan perancangan produk adalah mendapatkan alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) yang memiliki kesesuaian tinggi yang ergonomis sesuai dengan data *anthropometri* pengguna alat bantu. Untuk itu model alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) harus mempunyai spesifikasi yang sesuai dengan hasil pengolahan data *anthropometri* dan data kuisioner yang memberikan input yang berhubungan dengan kekurangan alat yang sudah ada. Spesifikasi tersebut adalah sebagai berikut (Setaiwan dkk, 2007) :

1. Aman (dapat menjaga keseimbangan tubuh )
2. Kesesuaian tinggi alat.
3. Murah.
4. Bobot alat yang digunakan.

### 1. Fase Informasi Rancang Ulang (*Re-Design*)

Tujuan dari tahap ini adalah memahami seluruh aspek yang berkaitan dengan rancangan ulang alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*). Informasi yang dibutuhkan dalam usulan perbaikan rancangan alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) meliputi :

- a. Kuisioner kepada responden (pengguna alat)
- b. Wawancara (tanya jawab kepada pihak produsen dan pemakai produk)
- c. Riset pasar yang berhubungan dengan bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan produk.

### Metode Zero One

Kondisi awal dari alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan kesesuaian tinggi alat bantu yang belum memperhitungkan aspek ergonomis bagi pengguna. Urutan kriteria kepentingan berdasarkan metode zero - one adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Metode Zero-One

Kriteria	Kriteria				$\Sigma$	Ranking
	1	2	3	4		
1	X	1	1	1	3	1
2	0	X	1	1	2	2
3	0	0	X	1	1	3
4	0	0	0	X	0	4

Sumber : Yusianto dkk, 2007

dimana :

1. Aman ( dapat menjaga keseimbangan tubuh ).
2. Kesesuaian tinggi alat
3. Murah
4. Bobot alat yang digunakan

Urutan kriteria kepentingan  $1 > 2 > 3 > 4$  ( tanda " > " berarti " lebih penting" ).

### Probabilitas kriteria ke-i ( $a_i$ )

$$a_i = 1 - P ( X < Z_{R_i} )$$

dimana :

P = Probabilitas

$$a_1 = 1 - P ( X < (1 - 2,5) / 1,5 ) = 1 - P ( X < -1 ) \\ = 0,8413$$

$$a_2 = 1 - P ( X < (2 - 2,5) / 1,5 ) = 1 - P ( X < - 0,33 ) \\ = 0,6293$$

$$a_3 = 1 - P ( X < (3 - 2,5) / 1,5 ) = 1 - P ( X < - 0,33 ) \\ = 0,3707$$

$$a_4 = 1 - P ( X < (4 - 2,5) / 1,5 ) = 1 - P ( X < 1 ) \\ = 0,1587$$

$$\sum a_i = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \\ = 0,8413 + 0,6293 + 0,3707 + 0,1587 \\ = 2$$

**Bobot masing – masing kriteria (  $W_i$  )**

$$W_i = \frac{a_i}{\sum a_i} \times 100\%$$

$$W_1 = \frac{0,8413}{2} \times 100\% = 42,065\%$$

$$W_2 = \frac{0,6293}{2} \times 100\% = 31,465\%$$

$$W_3 = \frac{0,3707}{2} \times 100\% = 18,535\%$$

$$W_4 = \frac{0,1587}{2} \times 100\% = 7,935\%$$

Hasil pembobotan kriteria dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut :

**Tabel 7. Ranking Setiap Kriteria**

Kriteria	Ranking	Bobot ( % )
Aman ( dapat menjaga keseimbangan tubuh )	1	<b>42,065</b>
Kesesuaian tinggi alat	2	<b>31,465</b>
Murah	3	<b>18,535</b>
Bobot alat yang digunakan	4	<b>7,935</b>

**Sumber : Yusianto dkk, 2007**

## 2. Fase Kreatif (Analisis Morfologi dengan Dua Elemen)

Tahap ini bertujuan untuk menampilkan alternatif yang memenuhi fungsi utama sebuah alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*). Salah satu teknik pada fase ini adalah analisis morfologi dengan dua elemen.

a. Elemen Bahan Utama, meliputi :

- Pipa besi
- Pipa alumunium
- Pipa stainless

b. Konstruksi Kesesuaian Tinggi Alat, meliputi :

- Dengan *system height adjustment*
- Tanpa *system height adjustment*

Berdasarkan analisis morfologi tersebut maka ide-ide dapat dikombinasikan satu ide dengan ide yang lainnya, sehingga diperoleh sejumlah alternatif yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Alternatif yang mungkin ditunjukkan pada tabel berikut :

**Tabel 8.** Alternatif Konstruksi Model Alat Bantu Berjalan Kaki Tiga (*Tripod*)

No	Alternatif	
	Bahan	Konstruksi Alat
1	Pipa besi	Dengan sistem height adjusment
2	Pipa besi	Tanpa sistem height adjusment
3	Pipa alumunium	Dengan sistem height adjusment
4	Pipa alumunium	Tanpa sistem height adjusment
5	Pipa stanless	Dengan sistem height adjustment
6	Pipa stanless	Tanpa sistem height adjustment

Sumber : Yusianto dkk, 2007

### 3. Fase Analisis Biaya *Redesign* Produk Hasil Rancangan

Redesign produk yang akan dilakukan diklasifikasikan ke dalam 2 model, yaitu :

- Model 1 (model yang saat ini beredar di pasaran namun dimodifikasi untuk beberapa ukuran ketinggian) tanpa menggunakan system penyetelan ketinggian (*height adjustment*)
- Model 2 (model rancangan baru yang ergonomis dengan 3 persentil) dengan menggunakan system penyetelan ketinggian (*height adjustment*)

Kebutuhan material yang digunakan dalam perancangan ulang untuk masing-masing alternatif pilihan antara lain :

**Tabel 9.** Biaya Bahan Per 27 Desember 2007

No	Jenis bahan	Harga persatuan ( Rp )
1	Pipa besi $\varnothing \frac{5}{8}$ inc	24.000,00 / 6 m
2	Pipa besi $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ inc	46.000,00 / 6 m
3	Pipa besi $\varnothing \frac{3}{4}$ inc	28.000,00 / 6 m
4	Pipa stanless $\varnothing \frac{5}{8}$ inc	210.000,00 / 6 m
5	Pipa stanless $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ inc	320.000,00 / 6 m
6	Pipa stanless $\varnothing \frac{3}{4}$ inc	270.000,00 / 6 m
7	Pipa aluminium $\varnothing \frac{5}{8}$ inc	42.000,00 / 6 m
8	Pipa aluminium $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ inc	108.000,00 / 6 m
9	Pipa aluminium $\varnothing \frac{3}{4}$ inc	58.000,00 / 6 m
10	Asitelin	170.000,00 / 20 bar
11	Oksigen	84.000,00 / 140 bar
12	Kawat pengisi	500,00 / batang
13	Cat	16.000,00 / 1 kg
14	Karet sepatu	250,00 / buah
15	Karet penutup	350,00 / buah
16	Amplas	1.000,00 / lembar
17	Dempul	6.000,00 / 1 kg
18	Baut M6	800,00 / buah
19	Mur sayap M6	200,00 / buah

Sumber : Data yang diolah, 2007

#### Model 1

Model 1 dengan pengelasan asitelin satu *tripod* untuk satu ukuran :

Waktu pengelasan	= 1,5jam
Biaya kawat las	= Rp. 500 / batang
Biaya gas asitelin	= Rp. 170.000 / 20 bar

Biaya gas oksigen = Rp. 84.000 / 140 bar  
 Biaya operator = Rp. 2500 / jam

Perhitungan :

Biaya gas asitelin yang digunakan :

$$\begin{aligned}\Delta P &= ( P_1 - P_2 ) \times \text{harga gas asitelin / bar} \\ &= ( 15 - 14 ) \times \text{Rp. } 170.000 / 20 \text{ bar} \\ &= \text{Rp. } 8.500,00\end{aligned}$$

Biaya gas oksigen

$$\begin{aligned}\Delta P &= ( P_1 - P_2 ) \times \text{harga gas oksigen / bar} \\ &= ( 72 - 70 ) \times \text{Rp. } 84.000 / 140 \text{ bar} \\ &= \text{Rp. } 1200,00\end{aligned}$$

Biaya kawat las

$$\begin{aligned}&= \text{Rp. } 500 / \text{meter} \times 5 \text{ batang} \\ &= \text{Rp. } 2500,00\end{aligned}$$

Biaya tenaga kerja

$$\begin{aligned}&= ( w.\text{setup} + w.\text{operasi} ) \times \text{biaya operator} \\ &= ( 0,5 \text{ jam} + 1 \text{ jam} ) \times \text{Rp. } 2500,00 / \text{jam} \\ &= \text{Rp. } 3750,00\end{aligned}$$

#### Total biaya pengelasan asitelin

$$\begin{aligned}&= \text{Biaya gas asitelin} + \text{biaya gas oksigen} + \text{biaya} \\ &\quad \text{pemakaian kawat las} + \text{biaya tenaga kerja} \\ &= \text{Rp. } 8500,00 + \text{Rp. } 1200,00 + \text{Rp. } 2500,00 + \\ &\quad \text{Rp. } 3750,00 \\ &= \text{Rp. } 15.950,00\end{aligned}$$

Sehingga total keseluruhan untuk pembuatan satu alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) tanpa menggunakan system penyetelan ketinggian (*non height adjustment*) adalah sebagai berikut :

-	Total biaya las asitelin	= Rp. 15.950,00
-	Pipa besi $\varnothing \frac{3}{4}$ ", p = 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> m	= Rp. 25.000,00
-	Cat	= Rp. 16.000,00
-	3 Karet sepatu	= Rp. 750,00
-	2 Karet penutup	= Rp. 700,00
-	2 Amplas	= Rp. 2.000,00
-	Dempul	= Rp. 6.000,00
	<b>Jumlah</b>	<b>= Rp. 66.400,00</b>

#### Model 2

Model 2 dengan pengelasan asitelin satu *tripod* untuk tiga jenis ukuran :

Waktu pengelasan = 1,5jam  
 Biaya kawat las = Rp. 500 / batang  
 Biaya gas asitelin = Rp. 170.000 / 20 bar  
 Biaya gas oksigen = Rp. 84.000 / 140 bar  
 Biaya operator = Rp. 2500 / jam

Perhitungan :

Biaya gas asitelin yang digunakan :

$$\begin{aligned}\Delta P &= ( P_1 - P_2 ) \times \text{harga gas asitelin / bar} \\ &= ( 15 - 14 ) \times \text{Rp. } 170.000 / 20 \text{ bar} \\ &= \text{Rp. } 8.500,00\end{aligned}$$

Biaya gas oksigen

$$\begin{aligned}\Delta P &= ( P_1 - P_2 ) \times \text{harga gas oksigen / bar} \\ &= ( 72 - 70 ) \times \text{Rp. } 84.000 / 140 \text{ bar} \\ &= \text{Rp. } 1200,00\end{aligned}$$

Biaya kawat las

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 500 / \text{meter} \times 5 \text{ batang} \\
&= \text{Rp. } 2500,00 \\
\text{Biaya tenaga kerja} &= (w.\text{setup} + w.\text{operasi}) \times \text{biaya operator} \\
&= (0,5 \text{ jam} + 1 \text{ jam}) \times \text{Rp. } 2500,00 / \text{jam} \\
&= \text{Rp. } 3750,00
\end{aligned}$$

**Total biaya pengelasan asitelin**

$$\begin{aligned}
&= \text{Biaya gas asitelin} + \text{biaya gas oksigen} + \text{biaya} \\
&\quad \text{pemakaian kawat las} + \text{biaya tenaga kerja} \\
&= \text{Rp. } 8500,00 + \text{Rp. } 1200,00 + \text{Rp. } 2500,00 + \\
&\quad \text{Rp. } 3750,00 \\
&= \text{Rp. } 15.950,00
\end{aligned}$$

Biaya pembuatan lubang pada pipa penyetelan ketinggian

Biaya mesin bor = Rp. 1000 / jam

Biaya operator = Rp. 3000 / jam

$$\begin{aligned}
\text{Biaya tenaga kerja} &= (w.\text{setup} + w.\text{operasi}) \times \text{biaya operator} \\
&= (0,3 \text{ jam} + 0,5 \text{ jam}) \times \text{Rp. } 3000,00/\text{jam} \\
&= \text{Rp. } 2400,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya pemesinan} &= \text{Lama pengerjaan} \times \text{biaya mesin} \\
&= 0,8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1000,00 \\
&= \text{Rp. } 800,00
\end{aligned}$$

**Total biaya pembuatan lubang dengan mesin bor**

$$\begin{aligned}
&= \text{Biaya tenaga kerja} + \text{biaya mesin} \\
&= \text{Rp. } 2.400,00 + \text{Rp. } 800,00 \\
&= \text{Rp. } 3.200,00
\end{aligned}$$

Sehingga total keseluruhan untuk pembuatan satu alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan menggunakan system penyetelan ketinggian (*height adjustment*) adalah sebagai berikut :

-	Total biaya las asitelin	= Rp. 15.950,00
-	Total biaya pembuatan lubang	= Rp. 3.200,00
-	Pipa besi Ø ¾ "	= Rp. 25.000,00
-	Cat	= Rp. 16.000,00
-	3 Karet sepatu	= Rp. 750,00
-	2 Karet penutup	= Rp. 700,00
-	2 Amplas	= Rp. 2000,00
-	Dempul	= Rp. 6000,00

**Jumlah = Rp. 69.600,00**

**Kesimpulan Hasil Analisis**

Jika perusahaan atau Rumah Sakit atau konsumen lainnya menghendaki *tripod* dengan 3 ukuran ketinggian yang berbeda maka perusahaan atau Rumah Sakit dapat memilih model 1 ataupun model 2.

Jika perusahaan atau Rumah Sakit atau konsumen lainnya memilih alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) (Model 1) maka biaya operasional yang dikeluarkan yaitu :

$$\text{Rp. } 66.400,00 \times 3 = \text{Rp. } 199.200,00$$

Sedangkan jika memilih model 2 maka biaya operasional yang dikeluarkan yaitu :

$$\text{Rp. } 69.600,00 \times 1 = \text{Rp. } 69.600,00$$

Faktor pengali adalah 1 karena dalam model 2 ukuran ketinggian bisa di *adjustment* sehingga konsumen cukup membeli 1 buah *tripod* yang dapat digunakan untuk 3 buah ukuran ketinggian yang berbeda.

#### 4. Fase Pengembangan

Fase pengembangan merupakan tindak lanjut dari fase analisis. Berdasarkan matrik evaluasi maka alternatif model alat bantu berjalan kaki tiga (*tripot*) yang dipilih untuk dikembangkan adalah alternatif yang memiliki nilai total pembobotan yang tertinggi, sehingga alternatif yang dipilih untuk pengembangan perbaikan adalah alternatif 2 (Model 2), yaitu model alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan menggunakan system penyetelan kesesuaian tinggi alat (*height adjustment*).

#### Perbandingan Desain Lama dengan Desain Baru

Berikut adalah perbandingan antara desain lama dan desain baru :

**Tabel 10.** Perbandingan Antara Desain Lama Dan Desain Baru

	Desain lama	Desain baru
Model alat	Satu produk dengan satu macam ukuran tinggi	Satu produk dengan tiga macam untuk ukuran tinggi
Biaya pembelian	Jika dibutuhkan 3 tripod maka biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 199.200,00	Biaya pembelian yang ditimbulkan untuk pembelian tripod dengan 3 ukuran ketinggian hanya Rp. 69.600,00

Sumber : Yusianto dkk, 2007

#### 5. Fase Rekomendasi

Fase rekomendasi pada proses analisis nilai perancangan dan pembuatan ulang (*redesign*) alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan kesesuaian tinggi yang ergonomis adalah presentasi laporan yang bertujuan untuk meyakinkan pengambil keputusan, bahwa alternatif yang telah diusulkan benar-benar merupakan alternatif yang terbaik dan dapat diterima oleh pengambil keputusan. Dalam fase rekomendasi ini penulis bekerja sama dengan mahasiswa membuat *prototype* dari alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) yang sudah dirancang ulang (*redesign*) dengan tidak memperhitungkan teknik pengujian bahan.

#### IPR PRODUK TRIPOD MODEL 2 DENGAN ADJUSTMENT

Berdasarkan informasi yang didapat dari website <http://www.patentfree.com> dan <http://alva.staff.ugm.ac.id> belum tercatat sebagai patent. Sehingga memungkinkan untuk dikembangkan dan diteliti lebih lanjut.

#### 4. KESIMPULAN

1. Perancangan dan pembuatan alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan kesesuaian tinggi yang ergonomis berdasarkan data *anthropometri* TBJ (Tinggi Buku Jari), BB (Berat Badan) dan DG (Diameter Genggam). Nilai masing-masing dimensi adalah sebagai berikut:
  - a. TBJ (Tinggi Buku Jari) untuk tiga jenis ukuran tinggi yaitu 75 cm, 79 cm, dan 83 cm. Dimensi ini digunakan untuk menentukan tinggi alat.
  - b. BB (Berat Badan) dari persentil 95 % yaitu 73 kg. Dimensi ini digunakan untuk menentukan beban terberat yang dibebankan pada alat.
  - c. DG (Diameter Genggam) dari persentil 5 % yaitu 33 mm. Dimensi ini digunakan untuk menentukan diameter pegangan alat.
2. Dari analisis nilai terhadap perancangan dan pembuatan alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan kesesuaian tinggi yang ergonomis dihasilkan alternatif terbaik yaitu alat bantu berjalan kaki tiga (*tripod*) dengan konstruksi penyetelan kesesuaian tinggi (*height adjustment*). Total biaya produksi untuk pembuatan alat adalah Rp. 66.900,00
3. Biaya operasional pelanggan atau Rumah Sakit untuk pengadaan *tripod* menjadi lebih ringan karena dengan harga Rp. 66.900,00 satu *tripod* mempunyai 3 macam ukuran tinggi yang dapat disesuaikan tinggi pengguna (pasien stroke fase penyembuhan).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambarwati Endang., 1991 , “ **Masalah Sosial Penderita Stroke** “ , Suara Merdeka edisi Kamis 23 Juni 2005, Semarang
- [2] Nurmianto, E., 1992, “ **Ergonomi Konsep dan Aplikasinya** “ , edisi 1, Guna Widya, Jakarta.
- [3] Yusianto Rindra, Setiawan Andreas, 2007, “ **Desain Alat Bantu Kaki Tiga (Tripod) yang Ergonomis** “ , Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro, Semarang
- [4] Siswono, 2001, “ **Penderita Stroke Harus Segera Ditangani** ” , Kompas edisi 23 Nopember 2001, Jakarta