



Perancangan Alat Bantu Pemegang Glidecam Untuk Meminimasi Beban Pada Lengan Pengguna

Sugih Sudharma Tjandra¹, Hanky Fransiscus², Farrelius Anthony Junior³

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan

Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141

Email: ¹sugih.sudharma@unpar.ac.id, ²hanky.fransiscus@unpar.ac.id

Abstract

One of the tools used by cameramen to help stabilize while recording is Glidecam. Glidecam works based on the use of additional weights to compensate the load from the camera. However, there are still weaknesses in the use of Glidecam, including the fatigue and aches felt by the cameraman after Glidecam's use. In addition, it may cause disruption to joint, ligament, muscle, nerve and tendon function, and spine, for continuous Glidecam use. One alternative tool to overcome this problem is the use of Arm Brace. Arm Brace in the form of a passive exoskeleton that will compensate for part of the load from Glidecam. The product design process includes creating mission statements, identifying customer needs, determining product specifications, developing concepts, selecting concepts, making prototypes and evaluating prototypes. In this study two prototypes were made and evaluation with statistical tests showed that there was a significant increase in the endurance time of using Glidecam on the use of the two prototypes compared to that without the tools. The selection of the final prototype is done with a qualitative evaluation from the user. Qualitative evaluation is carried out with six assessment criteria: ease of use and installation, product mobility, product mass, product robustness, product support and product mechanism.

Keywords: *Glidecam, Arm Brace, Eksoskeleton*

Abstrak

Salah satu alat yang digunakan juru kamera untuk membantu kestabilan saat merekam adalah Glidecam. Glidecam bekerja berdasarkan penggunaan pemberat tambahan untuk mengimbangi beban dari kamera. Namun masih ada kelemahan-kelemahan dalam penggunaan Glidecam ini, diantaranya adalah rasa lelah dan pegal yang dirasakan juru kamera setelah penggunaan Glidecam serta gangguan pada fungsi sendi, ligamen, otot, saraf dan tendon, serta tulang belakang, untuk pemakaian Glidecam secara terus menerus. Salah satu alternatif alat bantu untuk mengatasi masalah ini adalah penggunaan Arm Brace. Arm Brace berbentuk rangka luar (eksoskeleton) pasif yang akan mengkompensasi sebagian beban dari Glidecam. Proses perancangan produk meliputi pembuatan mission statement, identifikasi kebutuhan konsumen, penentuan spesifikasi produk, pengembangan konsep, pemilihan konsep, pembuatan prototipe dan evaluasi prototipe. Pada penelitian ini dibuat dua buah prototipe dan evaluasi dengan uji statistik menunjukkan terdapat peningkatan waktu ketahanan pemakaian Glidecam yang cukup signifikan pada penggunaan kedua prototipe tersebut dibandingkan dengan tanpa alat bantu. Pemilihan prototipe akhir dilakukan dengan evaluasi kualitatif dari pengguna. Evaluasi kualitatif dilakukan dengan enam kriteria penilaian: kemudahan untuk digunakan dan dipasang, mobilitas produk, massa produk, kekokohan produk, support yang diberikan produk dan mekanisme produk.

Kata kunci: *Glidecam, Arm Brace, Eksoskeleton*

Pendahuluan

Industri fotografi banyak mengalami inovasi pada era kemajuan teknologi. Salah satu yang paling signifikan adalah transisi dari sistem analog menjadi digital. Dari transisi inilah, muncul inovasi-inovasi lain yang terus berkembang. Kamera yang pada awalnya hanya berfokus pada pengambilan foto,

sekarang berkembang pesat untuk pengambilan video. Harga kamera pun menjadi cukup terjangkau dengan fitur-fitur yang semakin canggih. Hal ini menyebabkan meningkatnya pengguna kamera baik amatir maupun profesional

Salah satu hal penting dalam hal kualitas foto atau video adalah kestabilan pengambilan gambar. Semakin stabil pengambilan gambar

maka semakin tajam gambar dan video yang didapat. Beberapa alat yang biasa dipakai untuk mendapatkan kestabilan dalam pengambilan gambar atau video adalah *tripod*, *monopod*, *Glidecam*, *flycam*, *slider*, atau gimbal yang terdapat pada *drone*.

Glidecam sebagai salah satu *camera stabilizer* untuk gerak dinamis dipakai untuk menghasilkan *tracking shot* (juru kamera mengikuti gerakan objek). Terdapat dua jenis *Glidecam*, yaitu *handheld stabilizer* dan *body mounted stabilizer*. Pada Gambar 1 tampak sebuah *handheld stabilizer Glidecam*. Bobot kamera yang dapat ditopang bergantung dari bobot *Glidecam*.



Gambar 1. *Handheld Stabilizer Glidecam* Seri HD (Sumber: <http://Glidecam.com/product-hd-series>.)

Berdasarkan wawancara awal pada enam orang pengguna *handheld stabilizer Glidecam* didapatkan pernyataan bahwa *Glidecam* sangat membantu pengguna dalam menghasilkan kestabilan gambar yang baik ketika proses pengambilan video. Namun dalam pemakaiannya, para juru kamera menyatakan keluhannya terhadap penggunaan *Glidecam* yang tidak bisa terlalu lama karena terasa lelah dan pegal. Akibat penggunaan yang tidak bisa terlalu lama ini, juru kamera kadang kehilangan momen penting pengambilan gambar. Selain itu, terdapat potensi cedera akibat penggunaan *Glidecam* yang terpaksa dilakukan cukup lama. Cedera biasanya dirasakan pada sendi, ligamen, otot, saraf dan tendon, serta tulang belakang.

Pemakaian *Glidecam* dengan beban yang cukup berat merupakan salah satu aktivitas dari *manual material handling*. Menurut Deros, Daruis dan Basir (2015) kegiatan *manual material handling* merupakan penyebab umum gangguan *musculoskeletal*, yaitu kondisi yang mengganggu fungsi sendi, ligamen, otot, saraf dan tendon, serta tulang belakang. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan menyelesaikan masalah *musculoskeletal* ini adalah pendekatan biomekanika seperti yang dijelaskan oleh Bienkowski, Asfour, Waly dan

Genaidy (1986). Pada pendekatan biomekanika ini, tubuh diperlakukan sebagai suatu sistem mekanika dan digambarkan sebagai sebuah diagram benda bebas (DBB). DBB ini menggambarkan gaya dan torsi yang bekerja pada suatu bagian tubuh. Pada lengan, terdapat empat gaya yang bekerja yaitu gaya luar, massa lengan, torsi otot dan gaya sendi.

Saat ini sudah ada alat bantu berupa *forearm brace* yang dapat dipakai mendistribusikan beban dari *handheld stabilizer Glidecam*. Pergeseran beban akan mempengaruhi torsi pada siku. Dengan situasi tersebut pada penelitian ini akan dilakukan perancangan produk *arm brace* dalam bentuk rangka luar (*eksoskeleton*) pasif untuk mengurangi masalah-masalah yang masih dirasakan oleh juru kamera saat mengoperasikan *Glidecam*.

Body mounted stabilizer adalah salah satu alternatif lain yang dipakai oleh pengguna *Glidecam*, di mana bobot kamera ditopang oleh tubuh bagian atas pengguna. Namun dalam perkembangannya, alternatif ini jarang dipakai karena memerlukan keahlian khusus dalam menyeimbangkan pemberat pada tiga sumbu untuk mempertahankan posisi horizontal sebelum dapat digunakan. Waktu penyetulan yang lama dan massa yang cukup besar, juga menjadi alasan mengapa jenis *Glidecam* ini jarang dipakai. Atas dasar hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada *handheld stabilizer Glidecam*.

Metodologi Penelitian

Penelitian bertujuan untuk merancang *Arm Brace Glidecam* sebagai alat bantu untuk memegang *Glidecam* dan mampu mengurangi beban dan torsi pada lengan pengguna. Metodologi penelitian mengikuti proses perancangan produk berdasarkan Ulrich dan Epingier (2012). Proses dimulai dengan pembuatan *mission statement*, identifikasi kebutuhan konsumen, penentuan spesifikasi produk, proses pengembangan konsep, pemilihan konsep, pembuatan prototipe, evaluasi prototipe, dan penentuan spesifikasi akhir.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi peluang pasar dengan membuat *mission statement*. Setelah *mission statement* dirancang, maka perlu dilakukan identifikasi kebutuhan juru kamera. Wawancara dilakukan untuk mengetahui

kebutuhan juru kamera. Selain kebutuhan juru kamera, wawancara juga dibutuhkan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari produk yang sudah ada.

Tahap kedua adalah memprioritaskan dan menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi spesifikasi teknik dan menetapkan target yang akan dicapai.

Tahapan ketiga adalah mencari ide-ide secara internal ataupun eksternal. Berdasarkan ide-ide tersebut diperoleh beberapa konsep produk.

Tahapan keempat adalah pemilihan beberapa konsep produk yang ada menjadi dua buah konsep yang akan dikembangkan menjadi prototipe.

Tahapan kelima adalah evaluasi dari kedua prototipe dengan melakukan uji ketahanan penggunaan *Glidecam* dan penilaian kualitatif dari para pengguna.

Output dari penelitian ini adalah *glidecam arm brace* yang mampu meminimasi beban dan torsi pada lengan.

Hasil dan pembahasan

Pada bagian ini akan diuraikan hasil penelitian dan pembahasannya.

Pembuatan *mission statement*

Sebagai landasan proses pengembangan produk dibuatlah sebuah *mission statement* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Beberapa informasi penting yang akan dipakai untuk proses selanjutnya antara lain adalah *primary market* dan batasan. *Primary market* berguna untuk mengidentifikasi kebutuhan dari para pengguna *arm brace*, yaitu pengguna *handheld stabilizer Glidecam*. Informasi penting lain dari *mission statement* ini adalah batasan bahwa *Glidecam* yang cocok dengan produk *arm brace* adalah *Glidecam* seri HD yang merupakan *handheld stabilizer Glidecam* yang paling berat dibandingkan dengan *handheld stabilizer Glidecam* yang lain.

Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Identifikasi kebutuhan konsumen merupakan suatu metode untuk menghubungkan keinginan dan kebutuhan konsumen dengan perancang produk. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode wawancara dengan teknik *purposive sampling*. Wawancara dilakukan terhadap

sembilan orang juru kamera yang sudah pernah memakai dan cukup berpengalaman dalam menggunakan *handheld stabilizer Glidecam* untuk proses dokumentasi. Metode wawancara dipilih agar dapat menggali lebih banyak informasi dari para pengguna.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan, terdapat enam buah kebutuhan dari narasumber yaitu :

1. Produk yang mudah digunakan dan *disetup*.
2. Produk yang ringan.
3. Produk yang dapat memberikan *support* berat *Glidecam*.
4. Produk yang memiliki mobilitas tinggi.
5. Produk dengan sistem mekanik (non-elektrik).
6. Produk yang kokoh.

Rekapitulasi dari kebutuhan narasumber ditunjukkan pada Tabel 2. Tanda “v” melambangkan kebutuhan yang diutarakan oleh narasumber sedangkan kolom yang kosong melambangkan kebutuhan yang tidak diutarakan narasumber.

Tabel 1. *Mission Statement Arm Brace* untuk *Glidecam*

Mission Statement	
Deskripsi Produk	Produk yang dapat membantu mencegah kelelahan dari para pengguna <i>Glidecam</i> , beban yang awalnya terkonsentrasi pada pergelangan tangan akan didistribusikan ke lengan dari pengguna <i>Glidecam</i> .
Benefit Proposition	1. Pendistribusian beban ke seluruh lengan pengguna <i>Glidecam</i>
	2. Pengurangan beban pada pergelangan tangan
	3. Peningkatan durasi pemakaian dari <i>Glidecam</i>
Key Business Goals	1. Menjadi pelopor <i>complementary product</i> untuk bidang fotografi dan videografi
	2. Menyediakan produk yang berkualitas dengan harga yang adil
Primary Market	Pengguna <i>handheld stabilizer Glidecam</i>
Secondary Market	Tempat penyewaan peralatan fotografi dan videografi
Batasan	1. Hanya cocok untuk produk <i>Glidecam</i> seri HD
Asumsi	1. Tidak ada perubahan yang signifikan pada teknologi VR (<i>Vibration Reduction</i>) untuk kamera
	2. Data Antropometri TI Unpar 2013 dapat mewakili antropometri populasi masyarakat Indonesia
Stakeholders	1. Konsumen
	2. Investor
	3. <i>Supplier</i> bahan baku
	4. <i>Retailer</i>
	5. Produsen / Manufaktur

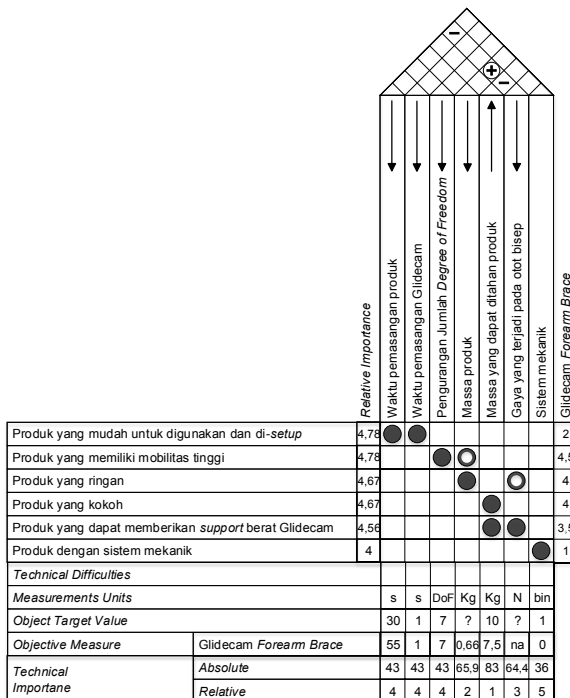
House of Quality (HOQ)

Salah satu *tool* yang dipakai di dalam metode *Quality Function Deployment* (QFD) adalah *House of Quality* (HOQ). Pada HOQ ini, informasi yang diperoleh dari para pengguna akan diterjemahkan menjadi spesifikasi teknis untuk produk. Dari keenam kebutuhan ini diperoleh tujuh buah spesifikasi teknis seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Kebutuhan Konsumen

Kebutuhan	Narasumber								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Produk yang mudah digunakan dan di-setup			v	v				v	v
Produk yang ringan	v	v	v		v		v		v
Produk yang dapat memberikan support berat <i>Glidecam</i>	v	v	v	v	v	v		v	
Produk yang memiliki mobilitas tinggi	v	v			v	v	v	v	
Produk dengan sistem mekanik						v			v
Produk yang kokoh		v	v		v		v		

Selain itu, pada HOQ dapat ditunjukkan spesifikasi target dari produk yang akan dibuat dan diperoleh dari produk pesaing yang telah terdapat di pasaran yaitu *forearm brace Glidecam*.



Gambar 2. House of Quality (HOQ) Arm Brace

Proses Pengembangan Konsep

Pengembangan konsep untuk produk *arm brace* dilakukan dengan pencarian eksternal dan pencarian internal. Berdasarkan proses

pencarian eksternal, terdapat tiga buah produk dan sebuah mekanisme yang dapat diaplikasikan pada perancangan sebuah *arm brace*. Hasil rekapitulasi pencarian eksternal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pencarian secara Eksternal

Produk	Paten / Produk	Fitur	Kelebihan	Kekurangan
Donjoy X-Act ROM Elbow	Produk	- Ukuran <i>Universal</i> . - <i>Locking Elbow Mechanism</i> .	- Ukuran dapat disesuaikan dengan tangan pamakai. - Mekanisme <i>locking</i> membantu pengguna untuk menahan beban dari tangan.	- Mekanisme <i>locking</i> harus diatur dengan tangan yang tidak memakai <i>arm brace</i> sehingga akan merepotkan dalam pergantian <i>angle shoot</i> .
US 4370977 A	Paten	- Ukuran <i>Universal</i> . - Mekanisme penahan berupa pegas.	- Mekanisme pegas membantu kompensasi beban yang ditanggung tangan. - Tangan dapat dengan mudah bergerak.	- Harus memilih pegas terlebih dahulu yang cocok sehingga pegas yang dipakai tidak terlalu kuat maupun terlalu lemah. - Dapat mengganggu mekanisme pengaturan panjang <i>arm brace</i>
US 4665905 A	Paten	- Ukuran <i>Universal</i> . - Ringan.	- Ringan karena hanya memakai bingkai kawat.	- Mekanisme pegas dari bingkai kawat berpotensi menimbulkan deformasi plastis atau terlalu kaku sehingga menyulitkan mobilitas.

Pencarian secara internal dilakukan dengan metode *brainstorming* dari lima orang juru kamera pengguna *handheld stabilizer Glidecam*. Pendekatan yang dilakukan adalah mencari solusi melalui sub fungsi yang terdapat dalam produk, hingga diperoleh alternatif-alternatif yang dapat diaplikasikan pada produk tersebut. Solusi-solusi sub fungsi *arm brace* dicari dengan *morphological chart* sebagai pendekatan serupa dengan *concept combination table* menurut Otto dan Wood (2001). Metode ini dilakukan dengan mencari dan mengkombinasikan solusi secara sistematis guna menghasilkan konsep pada sebuah produk. Pada Tabel 4 ditunjukkan rekapitulasi dari konsep-konsep *arm brace* yang telah dibuat dari *morphological chart*.

Pemilihan Konsep Rancangan

Tahapan selanjutnya adalah proses seleksi dari lima konsep produk *arm brace* yang telah dibuat. Metode yang digunakan untuk proses seleksi adalah *concept screening* and *concept scoring*. Hasil penilaian dari kedua metode tersebut akan dipakai sebagai acuan dalam proses pengembangan untuk direalisasikan menjadi prototipe.

Tabel 4. Rekapitulasi Kombinasi Konsep *Arm Brace*

	Kombinasi				
	1	2	3	4	5
Mekanisme <i>Telescoping</i>	<i>Tele scoping Tube</i>	<i>Tele scoping Plate</i>	<i>Tele scoping Plate</i>	<i>Tele scoping Plate</i>	<i>Pantograph</i>
Mekanisme Pemasangan <i>Arm Brace</i> pada tangan	<i>Snapfit + Velcro</i>	<i>Snapfit + Velcro</i>	<i>Velcro</i>	<i>Velcro</i>	<i>Velcro</i>
Mekanisme Pemasangan <i>Glidecam</i> pada <i>Arm Brace</i>	Mekanisme <i>Slot</i>	Mekanisme <i>Slot</i>	Mekanisme <i>Slot</i>	Mekanisme <i>Slot</i>	Mekanisme <i>Slot</i>
Mekanisme <i>Support</i> Pada <i>Arm Brace</i>	Mekanisme <i>Pengunci</i>	Mekanisme <i>Gravity Compensation</i>	Mekanisme <i>Gravity Compensation + Mekanisme Pengunci</i>	Mekanisme <i>Pengunci</i>	Mekanisme <i>Gravity Compensation</i>

Concept screening dilakukan untuk evaluasi masing-masing konsep secara cepat dengan tujuan mempersempit pilihan konsep-konsep yang telah dihasilkan. Setiap alternatif konsep yang telah dibuat akan dibandingkan dan dinilai berdasarkan enam kriteria yang didapat pada proses identifikasi kebutuhan konsumen. Tabel 5 menunjukkan hasil *concept screening* untuk *arm brace*.

Setelah *concept screening* dilakukan *concept scoring* terhadap alternatif konsep produk *arm brace* dengan melakukan pembobotan tingkat kepentingan relatif. Penilaian dilakukan pada konsep dua dan konsep tiga yang sebelumnya terpilih pada *concept screening*.

Bobot yang diberikan pada *concept scoring* diperoleh dari penilaian *relative importance* pengguna terhadap kriteria dari *Glidecam*. Perhitungan dilakukan dengan membagi nilai yang diberikan konsumen dengan jumlah nilai kriteria yang ada (Ulrich & Eppinger, 2012). Persamaan untuk perhitungan bobot *concept scoring* dapat dilihat pada Pers. 1.

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \quad \text{Pers. 1}$$

Keterangan:

w_i = bobot untuk kriteria i^{th}

r_i = *relative importance* untuk kriteria i^{th}

Setelah perhitungan bobot, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Weighted Score* (WS). Nilai WS diperoleh dengan mengalikan nilai bobot dengan *rating* untuk masing-masing kriteria. Berikutnya dilakukan penjumlahan nilai WS untuk masing-masing kriteria. Persamaan untuk menghitung total nilai WS dapat dilihat pada Pers. 2 (Ulrich & Eppinger, 2012). Hasil *concept scoring arm brace* dapat dilihat pada Tabel 6.

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} \cdot w_i \quad \text{Pers. 2}$$

Keterangan:

S_j = *Total Score* untuk konsep j

r_{ij} = *rating* = peringkat baku kriteria i^{th} untuk konsep j

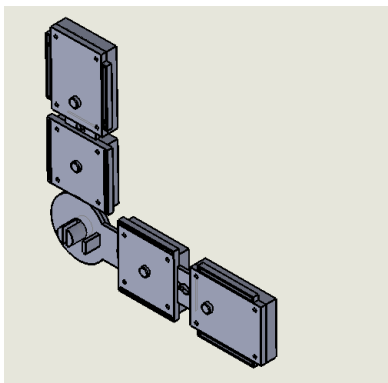
Tabel 5. Hasil *Concept Screening Arm Brace*

No.	Selection Criteria	Concept				
		1	2	3	4 (ref)	5
1	Produk yang mudah digunakan dan di-setup	+	+	0	0	-
2	Produk yang memiliki mobilitas tinggi	0	+	0	0	+
3	Produk yang ringan	0	0	0	0	-
4	Produk yang kokoh	0	0	+	0	-
5	Produk yang dapat memberikan support berat <i>Glidecam</i>	0	+	+	0	+
6	Produk dengan sistem mekanik	0	+	+	0	+
Sum +’s		1	4	3	0	3
Sum -’s		0	0	0	0	3
Sum 0’s		5	2	3	6	0
Net Score		1	4	3	0	0
Rank		3	1	2	4	4
Continue		No	Yes	Rev	No	No

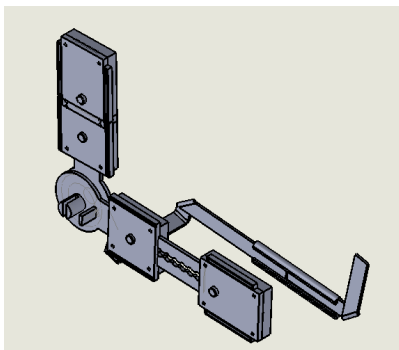
Tabel 6. Hasil *Concept Scoring Arm Brace*

No.	Selection Criteria	Weight	Concept			
			2 (ref)		3	
			r_{ij}	WS	r_{ij}	WS
1	Produk yang mudah digunakan dan di-setup	17.41%	3	0.5223	2	0.3482
2	Produk yang memiliki mobilitas tinggi	17.41%	3	0.5223	2	0.3482
3	Produk yang ringan	17.01%	3	0.5103	3	0.5103
4	Produk yang kokoh	17.01%	3	0.5103	4	0.6804
5	Produk yang dapat memberikan support berat <i>Glidecam</i>	16.61%	3	0.4983	3	0.4983
6	Produk dengan sistem mekanik	14.57%	3	0.4371	4	0.5828
Total Score			3.0006		2.9682	
Rank			1		2	
Continue			Rev		Rev	

Berdasarkan penilaian yang dilakukan, maka terpilih dua alternatif prototipe, yaitu alternatif konsep kedua dengan mekanisme *gravity compensation* dan alternatif konsep ketiga dengan kombinasi mekanisme *gravity compensation* dan mekanisme pengunci. CAD prototipe pertama (alternatif konsep dua) dapat dilihat pada Gambar 3 dan CAD prototipe kedua (alternatif konsep tiga) dapat dilihat pada Gambar 4. Baik prototipe pertama dan prototipe kedua, terdiri dari 3 bagian utama, yaitu komponen lengan atas, komponen lengan bawah dan *hinge connector*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.



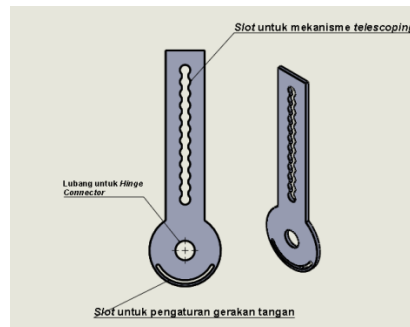
Gambar 3. CAD awal alternatif prototipe pertama



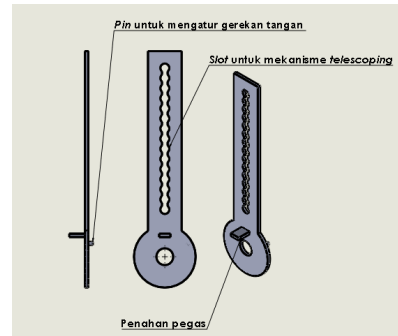
Gambar 4. CAD awal alternatif prototipe kedua

Uji Statis Model CAD

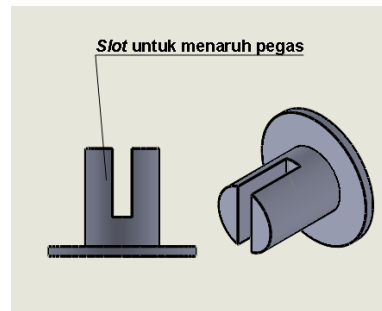
Sebelum pembuatan protipe dilakukan pertimbangan kekuatan material dengan menggunakan fitur simulasi yang terdapat pada Program Solidworks. Gaya-gaya yang bekerja pada prototipe ditunjukkan dengan diagram benda bebas (DBB) pada Gambar 8.



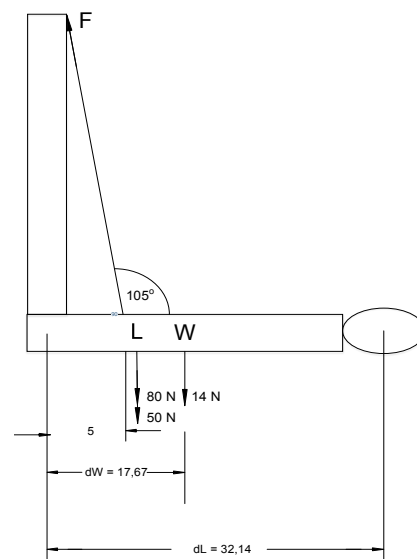
Gambar 5. Rancangan Komponen Pelat Lengan Atas



Gambar 6. Rancangan Komponen Pelat Lengan Bawah



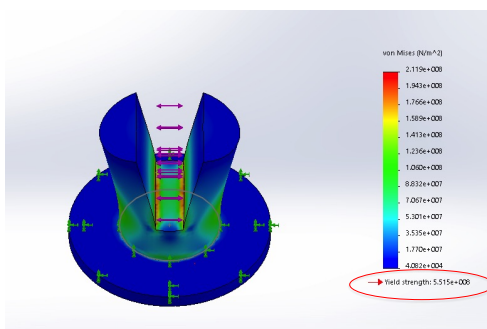
Gambar 7. Rancangan Komponen Hinge Connector



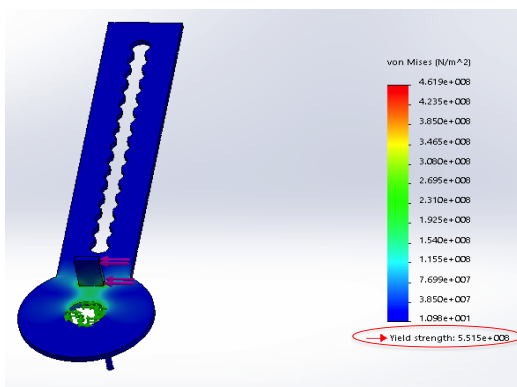
Gambar 8. DBB gaya pada prototipe

Komponen-komponen yang akan diuji pada bagian ini adalah komponen-komponen yang mengalami tekanan besar pada saat pengujian yaitu *hinge connector* dan pelat lengan bawah untuk kedua prototipe. Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 menunjukkan hasil uji statis dengan menggunakan Solidworks Simulation pada komponen-komponen tersebut.

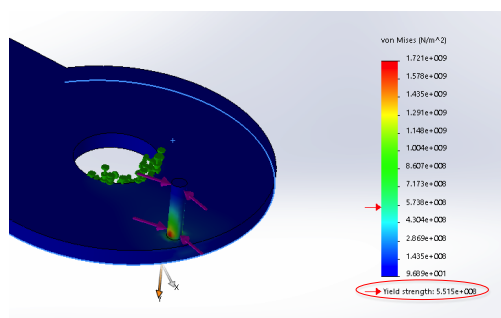
Berdasarkan uji yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa pemilihan material komponen yang dibuat dengan dimensi yang telah ditentukan, memiliki kekuatan yang cukup terhadap gaya-gaya yang bekerja pada komponen tersebut



Gambar 9. Hasil Uji Statis Solidworks *Hinge Connector*



Gambar 10. Hasil Uji Statis Solidworks Pelat Lengan Bawah (Prototipe 1)



Gambar 11. Hasil Uji Statis Solidworks Pelat Lengan Bawah (Prototipe 2)

Pembuatan dan Pengujian Prototipe

Material yang akan digunakan untuk kedua prototipe adalah besi dan aluminium. Besi digunakan pada bagian utama rangka, untuk mendapat kekuatan yang cukup dan mudah untuk dilas. Aluminium digunakan pada mekanisme pemasangan *arm brace* pada lengan. Aluminium digunakan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan besi. Hal ini untuk mengurangi massa beban *arm brace* terhadap lengan pengguna.

Pegas yang digunakan pada prototipe adalah pegas *constant force spring*. Pegas jenis ini akan menghemat tempat sehingga tidak mengganggu mekanisme pengatur pada lengan. Selain itu, modulus elastisitas pegas jenis ini cukup besar.

Komponen lain adalah *connector* yang berfungsi memasang *Glidecam* pada prototipe *arm brace* dengan cara diselipkan langsung. Komponen ini langsung menggunakan dari produk pesaing *forearm brace* yang sudah terdapat di pasar.

Untuk memasang prototipe *arm brace* pada tangan pengguna digunakan *velcro*. *Velcro* mampu disesuaikan dengan ukuran tangan pengguna dengan pemasangan yang mudah dan kuat.

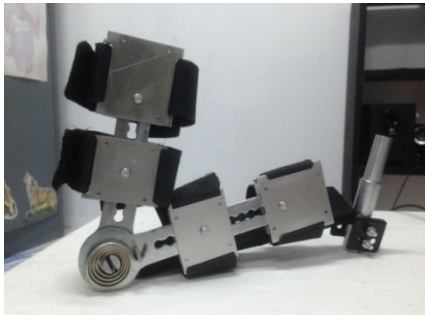
Hasil rancangan prototipe kemudian direalisasikan dalam bentuk fisik. Jenis prototipe yang akan dibuat pada proses perancangan berupa prototipe beta. Diharapkan prototipe bisa menjalankan sebagian besar dari fungsinya sehingga dapat memudahkan dalam proses uji lapangan yang dilakukan pada proses evaluasi.

Terdapat satu penyederhanaan pada proses pembuatan prototipe. Semula, pada proses penilaian prototipe, *snap-fit* dan *velcro* digunakan untuk mekanisme pemasangan *arm brace* pada lengan. Namun dalam pembuatannya, kedua prototipe hanya akan menggunakan *velcro*. Pada Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14 dapat dilihat hasil dari proses pembuatan prototipe I dan prototipe II beserta *handle* untuk prototipe II.

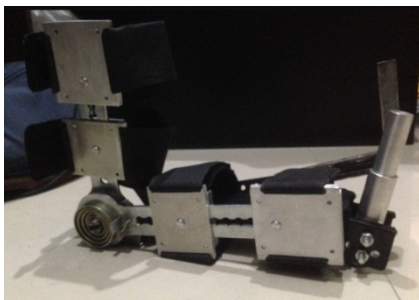
Evaluasi Performansi Prototipe

Pengujian performansi prototipe dilakukan dengan menggunakan eksperimen sederhana. Fokus dari eksperimen ini adalah menguji apakah prototipe dapat memperbesar waktu ketahanan pemakaian *Glidecam*.

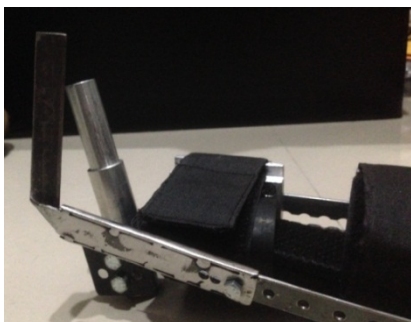
Pengujian dilakukan dengan empat kondisi yang berbeda yang menjadi variabel independen. Pada kondisi pertama pengguna akan mengoperasikan *Glidecam* tanpa bantuan alat apapun. Pada kondisi kedua pengguna akan menggunakan alat bantu yang sudah ada di pasar berupa *forearm brace*. Pada kondisi ketiga dan keempat pengguna akan mengoperasikan *Glidecam* dengan menggunakan prototipe yang telah dibuat.



Gambar 12. Prototipe I



Gambar 13. Prototipe II



Gambar 14. Handle pada Prototipe II

Proses pengujian dilakukan pada seorang pengguna, untuk menghilangkan variabel berupa kemungkinan perbedaan ketahanan pengguna. Pengguna pada pengujian ini merupakan anggota dari Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) POTRET Unpar yang sudah berpengalaman dalam mengoperasikan *handheld stabilizer*.

Beberapa variabel yang akan dikontrol pada uji ini adalah lokasi dan jalur pengujian, jenis *Glidecam* yang akan digunakan, jenis

kamera dan jenis lensa yang dipakai oleh pengguna. Lokasi tempat pengujian akan dilakukan di aula UKM dengan jalur yang sudah ditentukan. Jenis *Glidecam* yang akan dipakai oleh pengguna adalah *Glidecam* HD-4000. Kamera yang akan digunakan berupa Nikon D7000 dengan lensa Nikon 18-105 mm f/3.5-5.6 VR dengan resolusi rekaman pada 720p (24 fps) dan *picture control* standar.

Prosedur pengujian dimulai saat pengguna berdiri pada titik *start*. Setelah waktu dimulai, pengguna akan bergerak sesuai dengan jalur yang telah dibuat. Gambar 15 dan Gambar 16 menggambarkan tangan pengguna ketika menggunakan prototipe.



Gambar 15. Prototipe I *Arm Brace* pada tangan Pengguna



Gambar 16. Prototipe II *Arm Brace* pada tangan Pengguna

Pengguna diminta untuk memberitahu pengukur saat timbul ketidaknyamanan pada tangan pengguna. Replikasi diakhiri dan waktu ketahanan penggunaan untuk replikasi tersebut dicatat. Pengguna akan diberikan waktu istirahat sebelum melanjutkan replikasi berikutnya. Pengukuran waktu dilakukan dengan bantuan *stopwatch* yang terdapat pada ponsel. Waktu dan urutan pengujian

akan diacak untuk menghilangkan kebiasaan pengukuran.

Pada Tabel 7 dapat dilihat urutan pengujian dan hasil pengukuran waktu ketahanan pemakaian *Glidecam* yang dilakukan dengan empat kondisi yang berbeda. Waktu pengukuran yang dihasilkan pada replikasi pertama menunjukkan hasil yang berbeda jauh dibandingkan dengan replikasi lain pada kondisi yang sama. Hal ini dikarenakan pengguna terpaku pada waktu yang terdapat layar kamera saat merekam. Untuk mencegah kebiasaan tersebut, mulai replikasi kedua, sebagian dari layar kamera ditutup dengan *post-it* sehingga pengguna tidak terpaku pada waktu yang terdapat pada kamera dan bisa fokus pada kondisi lengan.

Data-data hasil pengukuran kemudian diuji statistik dengan menggunakan *one-way ANOVA* untuk melihat perbedaan rata-rata waktu ketahanan dengan tiga kondisi yang ada. Sebelum melakukan uji *one-way ANOVA* maka beberapa asumsi harus lebih dahulu terpenuhi (Montgomery dan Runger, 2004). Asumsi tersebut terdiri dari normalitas data untuk masing-masing kondisi, data harus independen, dan terdapat homogenitas dari variansi. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan Minitab. Data pada replikasi pertama (shading pada Tabel 7) tidak dihitung karena nilai tersebut merupakan nilai *outlier* yang dapat menyebabkan kebiasaan data. Nilai *outlier* tersebut sesuai dengan kondisi pengujian yang disebutkan di paragraf sebelumnya, yaitu pada pengujian pertama, layar kamera yang menghadap perekam belum ditutup sehingga pengguna terpaku pada waktu yang terdapat layar kamera saat merekam.

Berdasarkan uji asumsi Anova yang dilakukan, semua data terdistribusi normal, independen dan variansi yang homogen. Setelah semua asumsi ANOVA dipenuhi, uji ANOVA dilakukan pada data-data tersebut. Hasil dari uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata waktu ketahanan dari kondisi-kondisi yang diuji. Hasil dari ANOVA juga menunjukkan dapat dilihat bahwa kedua prototipe dapat memperbesar waktu ketahanan dalam menggunakan *handheld stabilizer Glidecam*.

Setelah prototipe diuji secara statistik langkah berikutnya adalah menggali umpan balik dari responden pengguna terhadap prototipe yang telah digunakan. Umpan balik

diperlukan untuk memastikan bahwa prototipe yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan pengguna serta menggali umpan balik untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk untuk kedepannya. Kriteria penilaian terhadap prototipe akan dilakukan berdasarkan kebutuhan-kebutuhan konsumen pada HOQ.

Tabel 7. Daya Tahan dan Urutan Pengujian

Replikasi	Kondisi	Waktu (detik)
1	2	181
2	4	237
3	1	80
4	1	79
5	2	75
6	3	182
7	2	92
8	2	89
9	1	77
10	2	93
11	3	204
12	4	262
13	1	93
14	3	162
15	4	261
16	3	194
17	4	206
18	4	227
19	3	211
20	1	57
21	2	95
22	2	107

Penilaian dilakukan oleh empat orang responden pengguna yang sudah berpengalaman menggunakan *Glidecam*. Nilai-nilai yang diberikan oleh pengguna akan dirata-rata sehingga menghasilkan satu angka. Penilaian akan dilakukan untuk dua buah prototipe. Hasil penilaian ini dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Beberapa komentar yang diberikan oleh responden pengguna menyatakan bahwa kedua prototipe sudah baik namun masih dapat diperbaiki. Responden lebih cenderung menyukai prototipe I dibandingkan dengan prototipe II karena Prototipe I tidak mengganggu mobilitas dari dari lengan pengguna dibandingkan dengan prototipe II. Semua responden menyatakan kesulitan dalam pemasangan kedua prototipe dan memerlukan waktu terlebih dahulu untuk mempelajari cara memasang *strap* pada prototipe. Namun semua responden memberikan komentar bahwa prototipe II merupakan prototipe yang lebih sulit untuk

dipasang terutama karena adanya *handle* yang dinilai mengganggu bagi posisi tangan pengguna.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Pengguna untuk Prototipe I

Kriteria	Bobot	Nilai (1-5)	B*N
Produk yang mudah untuk digunakan dan di setup	17.41%	3.25	0.5658
Produk yang memiliki mobilitas tinggi	17.41%	4.5	0.7834
Produk yang ringan	17.01%	4.25	0.7229
Produk yang kokoh	17.01%	4	0.6804
Produk yang dapat memberikan support berat <i>Glidecam</i>	16.61%	4.75	0.7890
Produk dengan sistem mekanik	14.57%	4.25	0.619
TOTAL			4.161

Tabel 9. Hasil Evaluasi Pengguna untuk Prototipe II

Kriteria	Bobot	Nilai (1-5)	B*N
Produk yang mudah untuk digunakan dan di setup	17.41%	2.75	0.4788
Produk yang memiliki mobilitas tinggi	17.41%	3.25	0.5658
Produk yang ringan	17.01%	4	0.6804
Produk yang kokoh	17.01%	3.5	0.5954
Produk yang dapat memberikan support berat <i>Glidecam</i>	16.61%	4	0.6644
Produk dengan sistem mekanik	14.57%	3.5	0.5099
TOTAL			3.4947

Kesimpulan

Perancangan *arm brace* untuk pengguna *Glidecam* telah berhasil untuk direalisasikan sampai bentuk prototipe versi beta.

Kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan oleh para pengguna *handheld stabilizer* dapat dibagi menjadi enam kebutuhan. Kebutuhan-kebutuhan ini antara lain kebutuhan akan produk yang mudah untuk digunakan dan di-*setup*, memiliki mobilitas yang tinggi, ringan, kokoh, dapat memberikan *support* pada berat *Glidecam*, dan produk dengan sebuah sistem mekanik.

Bentuk rancangan yang dibutuhkan oleh pengguna *handheld stabilizer Glidecam* adalah sebuah rancangan yang mencakup seluruh

tangan sehingga dapat memberikan kompensasi terhadap otot bisep dari beban *handheld stabilizer Glidecam*. Bentuk dari rancangan pun harus sederhana sehingga pengguna dapat dengan mudah mempelajari sistem mekanik yang terdapat pada rancangan, sehingga pengguna tidak perlu menghabiskan waktu yang lama untuk mempelajari sistem alat bantu.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kedua prototipe yang dibuat mampu memperpanjang waktu ketahanan dari pengguna *handheld stabilizer Glidecam* hingga hampir tiga kali lipat lebih lama dibandingkan dengan tangan kosong. Meskipun prototipe II menunjukkan durasi waktu ketahanan yang lebih lama dibandingkan dengan prototipe I, namun mobilitas prototipe II dapat dikatakan kurang baik karena terkadang mengganggu pengguna ketika melakukan pengambilan gambar. Hal ini ditunjukkan dengan hasil yang diperoleh dari evaluasi pengguna terhadap prototipe dimana total nilai yang diperoleh oleh prototipe I lebih besar dibandingkan dengan nilai prototipe II.

Daftar Pustaka

- Bienkowski, T. L., Asfour, S. S., Waly, S. M., & Genaidy, A. M. (1986). A Comprehensive Data Base for the Design of Manual Materials Handling. *Computers & Industrial Engineering*, 11(1-4), 351-354. doi: [10.1016/0360-8352\(86\)90109-9](https://doi.org/10.1016/0360-8352(86)90109-9)
- Deros, B. M., Daruis, D. D. I., & Basir, I. M. (2015). A Study on Ergonomic Awareness among Workers Performing Manual Material Handling Activities. *Procedia – Social and Behavioral Science*, 195, 1666-1673. doi: [10.1016/j.sbspro.2015.06.238](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.238)
- Montgomery, D. C. & Runger G. C. (2004). *Applied Statistics and Probability for Engineers (3rd edition)*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Otto, K. N., & Wood, K. L. (2001). *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development (5th edition)*. New York: McGraw-Hill.