RANCANGAN ALAT BANTU PELEPAS *WINDSHIELD* PADA PESAWAT *KING AIR* B200 GT

Affan Huda Mukhlison[1], Oka Fatra[2], Iwan Engkus Kurniawan[3]

[1, 2, 3] Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia

Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Kabupaten Tangerang, Banten 15820

email : 21418012@ppicurug,.ac.id [1], *oka.fatra@ppicurug.ac.id* [2], *iwan.engkus@ppicurug.ac.id* [3]

Abstrak

King Air adalah jenis pesawat yang didukung dengan mesin ganda yaitu mesin model PT6A-52, mesin ini merupakan mesin dengan model terbaru dari tipe sejenisnya yaitu mesin PT6. Perawatan pesawat *Beechcraft King Air* B200 rutin dilakukan dalam *phase 1, phase 2, phase 3, phase 4, special inspection program, lubrication program*, dan *continuous corrosion control inspection.* Termasuk perawatan *windshield* yang masuk dalam perawatan *On-condition* bila ditemukan *crack, delamination* pada kaca, atau *heater* pada *windshield* tidak bekerja maka harus dilakukan penggantian. Dengan berat *windshield* dan beban Tarik dari sealent sebesar 47.75 kg. Maka dibutuhkan alat untuk membantu melepas *windshield.* Pada penelitian ini berfokus bagaimana membuat rancangan alat pelepas *windshield* dengan menggunakan perangkat lunak *Solidworkss* yang mampu menarik beban dari *windshield* dan mampu menahan *windshield* tersebut hingga dibawa ke *ground*. Proses perancangannya menggunakan metode VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2221 yang meliputi beberapa kombinasi desain, lalu kemudian dipilih desain terbaik yang sesuai dengan yang diinginkan. Desain alat pelepas *windshield* menggunakan 4 vakum *suction* untuk mengangkat *windshield* berbahan *silicon* dan NBR dengan diameter masing-masing 100 milimeter dengan kekuatan hisap satu vakum adalah sebesar 353.25 N dan total untuk 4 vakum menjadi 1413 N. Dan untuk rangka utama menggunakan besi dengan jenis *ductile iron* yang memiliki *yield strength* sebesar 379 MPa dan ulir dengan menggunakan *Stainless Steel* 304 dengan *Yield Strength* 205 MPa.

Kata kunci: *King Air B200GT, Windshield, VDI2221, Solidworks*.

Abstract

King Air is a type of aircraft that is supported by a dual engine, namely the PT6A-52 engine model, this engine is an engine with the latest model of its type, namely the PT6 engine. Routine maintenance of the Beechcraft King Air B200 is carried out in phase 1, phase 2, phase 3, phase 4, special inspection program, lubrication program, and continuous corrosion control inspection. Including windshield maintenance which is included in On-condition maintenance, if cracks, delamination on the glass are found, or the heater on the Windshield does not work, it must be replaced. With the weight of the windshield and the tensile load of the sealent of 47.75 kg. Then a tool is needed to help remove the Windshield. This research focuses on how to design a windshield release device using Solidworks software that is able to pull the load from the windshield and is able to hold the windshield until it is brought to the ground. The design process uses the VDI (Verein Deutscher Ingenieure) 2221 method which includes several design combinations, and then the best design is selected as desired. The design of the windshield release device uses 4 vacuum suctions to lift the windshield made of silicon and NBR with a diameter of 100 millimeters each with a suction power of one vacuum of 353.25 N and the total for 4 vacuums is 1413 N. And for the main frame, ductile iron is used. Which has a yield strength of 379 MPa and threaded using Stainless Steel 304 with a Yield Strength of 205 MPa.

Key words: *King Air B200GT, Windshield, VDI2221, Solidworks.*

PENDAHULUAN

Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) adalah Unit Pelaksana Teknis (UPT) dari Direktorat Jenderal perhubungan yang melayani layanan kalibrasi untuk maskapai penerbangan sipil maupun militer. Lingkup layanannya meliputi kalibrasi, inspeksi, dan peralatan pengujian yang mendukung transportasi udara sebagai alat navigasi, radar dan komunikasi serta Peralatan pendukung transportasi udara. Memiliki 8 armada pesawat yang digunakan seperti *Beecraft King Air* B200GT

berjumlah 4, Pesawat, *Super King Air* 350i berjumlah 2 pesawat, 1 pesawat jenis *Learjet* dan 1 Helikopter BELL. BBKFP sebagai pemegang Sertifikasi AMO (*Approved Maintenance Organization*) dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara sehingga dapat melakukan perawatan pesawat udara khususnya pesawat *King Air* B200 GT di *hangar* 04 kalibrasi yang diatur dalam AAIP (*Approved Aircraft Inspection Program*)[1].

Program perawatan di BBKFP dilakukan secara rutin dan berkala dan dikenal dengan istilah *Scheduled Inspection Programe*. Progam perawatan untuk pesawat Beechcraft *King Air* B200 seperti pada gambar 1 terbagi dalam beberapa bagian yaitu, phase 1, phase 2, phase 3, phase 4, *Special Inspection Program, Lubrication Program, dan Continuous Corrosion Control Inspection.* Perawatan dan pelaksanaan pemeliharaan Pesawat *King Air* B200 GT berada dihanggar 04 Kalibrasi[2].

Gambar 1 Pesawat King Air B200 GT PK-CAC

Termasuk Program perawatan di BBKFP adalah program perawatan untuk komponen *Windshield* seperti pada gambar 2. Perawatan dan penggantian *Windshield* termasuk perawatan *On-condition* yang memerlukan inspeksi untuk menentukan kondisi suatu komponen pesawat. Bila memenuhi syarat penggantian, maka *Windshield* harus diganti [3][4].

Gambar 2 Windshield

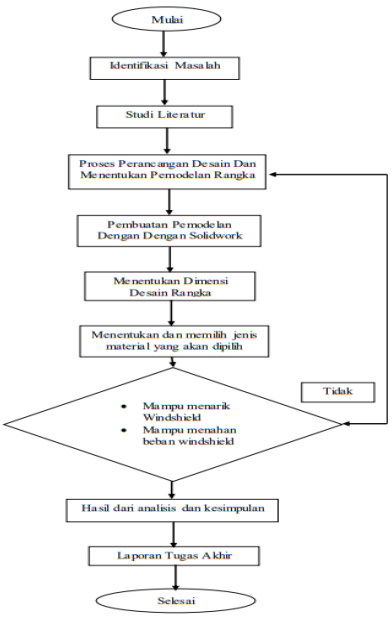
Windshield dilakukan pemeriksaan pada saat inspeksi. Parameter kelayakan dilihat saat *Run-up test*, jika *Windshield heater* pada penunjukan di *cockpit* tidak bekerja atau kondisi *crack* atau pecah pada *windshield* maka penggantian *windshield* perlu dilakukan.

Pada saat proses penggantian *windshield*, Pelepasan *Windshield* dinilai cukup sulit untuk dilakukan, berdasarkan hasil wawancara dengan teknisi di BBKFP, diketahui bahwa disebabkan *sealant* yang masih mengeras dan menempel pada *Windshield* dan *frame* menjadikan pelepasan *Windshield* ini sulit untuk dilakukan. Selanjutnya dikarenakan posisi pada *nose* pesawat bukan tempat yang datar dan di posisi tersebut ada 2 teknisi yang harus melepas *winshield* seperti yang di jelaskan pada *Aircraft Maintenance Manual King Air B200 ATA 56* maka resiko keselamatan baik terhadap personil maupun pesawat menjadi tinggi[5][6]. Berdasarkan hal tersebut maka pelepasan *windshield* di butuhkan bantuan suatu alat untuk mempermudah dan mengurangi resiko bahaya tersebut[7].

Penelitian ini berfokus pada desain rancangan sehingga harapannya desain rancangan alat ini dapat digunakan sebagai referensi untuk mempermudah pembuatan alat pelepas *windshield* di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan.

METODE PENELITIAN

Rancangan alat bantu pelepas *windshield* pada pesawat king air b200 gt di balai besar kalibrasi fasilitas penerbangan mengikuti diagram alir seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3 Diagram alir perancangan alat

Metode perancangan dalam merancang alat ini harus sistematis agar dapat memenuhi beberapa aspek seperti keamanan alat, kemudahan dalam penggunaan alat, pemeliharaan, dan juga perbaikan alat.

1. Perumusan masalah
   a. Bagaimana menentukan mengukur panjang handle sebagai pegangan rangka alat?
   b. Bagaimana menentukan dimensi Ulir untuk mengangkat beban dari *windshield*?
   c. Bagaimana menentukan dimensi Vakum rancangan rangka alat pelepas *windshield* pada pesawat *King Air* B200 GT?
   d. Bagaimana menentukan pemilihan material yang sesuai dengan struktur rangka alat pelepas *windshield* pada pesawat *King Air* B200 GT?

2. Metode penelitian

Metode VDI 2221 (*Verein Deutcher Ingenieure*) [8] bertujuan untuk memudahkan perancang mengarahkan berbagai varian desain yang ada, karena dalam metode tersebut ide-ide yang ada disusun secara efisien dan sistematis. Pada metode VDI 2221 terdapat beberapa tahapan yaitu:

   a. Klasifikasi Tugas (*Clarification of the Task*)
   b. Perancangan Konsep (*Conceptual Design*)
   c. Perancangan Wujud (*Embodiment Concept*)
   d. Perancangan Terinci (*Detail Design*)

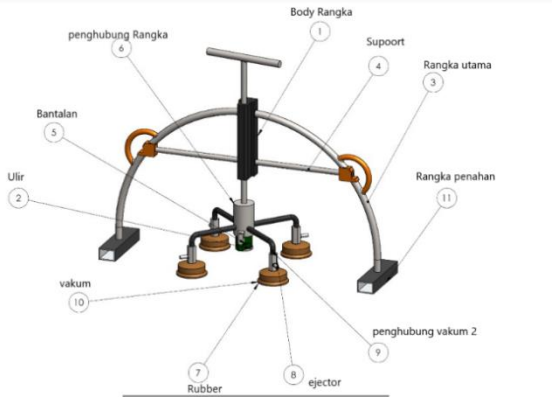
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini rancangan dibuat bertujuan untuk melepas *windshield* dengan cara vakum melekat pada kaca *windshield* yang selanjutnya ditarik dengan memutar ulir yakni dengan memutar handle yang ada pada ulir. Rancangan alat pelepas *windshield* dibuat dengan menggunakan *Software* CAD, yaitu *Solidworks*, yang dapat digunakan untuk pemodelan sampai dengan perhitungan kekuatan dan umur fatik suatu komponen[9][10][11]. Berat dari w*indshield* tersebut adalah 47.75 kg dengan perincian berat dihitung dari beban asli dari *windshield* dan beban Tarik dari *sealant* sebesar 10 psi, dan dengan spesifikasi berikut:

Tabel 1 Spesifikasi ukuran *windshield*

No	Ukuran *Windshield*	cm	mm	inch
1	Lebar atas	64	640	25,196
2	Lebar bawah	70	700	27,55
3	Panjang kiri	59	590	23,22
4	Panjang kanan	54	540	21,25
5	Panjang tengah	55	550	21,65

Pembebanan difokuskan pada pengangkatan kaca *windshield* yang diangkat dengan empat vakum yang direkatkan pada titik tengah dari *windshield*. Sehingga dapat dilepas dari *frame* pesawat dan diturunkan hingga ke *ground*. Pembebanan eksternal yaitu *windshield* memiliki beban 47.75 kg. Gambar 4 adalah rancangan alat pelepas *windshield :*



Gambar 4 Rancangan Alat Pelepas *Windshield*

1. Rencana Pembebanan

Gaya gesek yang terjadi pada rancangan ini merupakan gesekan antara *Stainless steel* dengan *Ductile iron*. Yang terjadi pada komponen ulir dengan *Body* rangka.

$$f_g = \mu \, . N \quad \text{..... (1)}$$

$$N = m \, . g$$

$$N = 47.75 \, . 9{,}8$$

$$= 467.95 \, N$$

$$f_g = \mu \, . N$$

$$f_g = 0{,}41 \, . 467{,}9511$$

$$f_g = 191{,}8595 N$$

Untuk mengetahui beban Tarik, maka diketahui beban yang akan ditarik adalah *windshield* sebesar 47.75 kg. Gravitasi 9.8 m/s^2. Lalu (d_1= 63mm, d_2=22mm, r_1= 31.5 mm, r_2= 11 mm) dan tinggi ulir 736 mm.

$$\sigma^t = \frac{F}{A} \quad \text{..... (2)}$$

$$\sigma^t = \frac{659.8095 \, N}{697 \, mm}$$

$$\sigma^t = 0.9466 \, N/mm^2$$

2. Klasifikasi Rancangan (Clasification of the Task)

Untuk mewujudkan sebuah alat sesuai rencana, maka dibuat suatu daftar ide-ide (kehendak-kehendak) sebagai berikut [12]

1. Alat dapat dioperasikan dengan mudah
2. Alat dapat mengangkat *windshield* dengan aman
3. Model alat sederhana
4. Alat dioperasikan oleh 1 operator
5. Material untuk membuat alat mudah didapat
6. Alat dibuat menggunakan peralatan yang ada di perusahaan
7. Tidak memerlukan keahlian khusus untuk mengoperasikan
8. Bisa dipergunakan untuk beberapa macam pesawat
9. Alat memiliki cara kerja yang sederhana
10. Alat dapat digunakan di workshop perusahaan

Lalu disusun secara sistematis kedalam daftar yang disebut daftar kehendak. Setiap spesifikasi dibagi menjadi 2 kategori yaitu D (*Demands*) dan W (*Wishes*) seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2 Daftar Kehendak Rancangan

PARAMETER	SPESIFIKASI	D/W
Geometri	Penempatan benda uji harus benar	D
	Tinggi alat 30 inch	D
	panjang alat 40 inch	D
	Alat tidak berat	W
Kinematika	Pembebanan hanya satu arah	D
	Pergerakan alat naik turun	D
Gaya	Pembebanan berupa gaya Tarik	D
	Kapasitas tarik kepada alat uji 497.95 N	D
Energi	Menggunakan energi manusia	W
	Ramah lingkungan	D
Material	Besi Ductile Iron	D
	Rubber dan Silicon	D
	Stainless Steel 304	D
	Material yang mudah didapat di pasaran	W
Kemanan dan Ergonomi	Mudah dalam pengoperasian	D
	Aman pada saat pengoperasian	W
Pembuatan	Kontruksi sederhana dan mudah dikerjakan	D
	Menggunakan komponen-komponen standar	W
	Ketelitian terjaga	W
Transportasi	Mudah dipindah tempat	D
Pengoperasian	Tidak memerlukan kemampuan khusus	D
	Dapat menahan beban dari Windsield	D
Perawatan	Perawatan relatif mudah	D
	Mudah dilakukan pelumasan pada ulir danbantalan	D
Biaya	Biaya pembuatan murah	W
	Biaya pengoperasian murah	W

3. Perancangan Konsep (*Conceptual Design*)

Dalam pembuatan konsep desain yang sesuai maka perlu dilakukan abstraksi, Berikut 5 langkah abstraksi:

1. Menghilangkan semua pernyataan yang bersifat *wishes* (W) dari tabel 2.
2. Abaikan kehendak yang tidak memiliki hubungan langsung pada fungsi dan kendala pokok
3. Transformasikan data kuantitatif kedalam data kualitatif dan reduksi menjadi pernyataan yang pokok saja / bilangan-bilangan yang berkualitas saja
4. Hasil dari langkah ke 3 di buat menjadi lebih umum
5. Memecahkan masalah menjadi netral atau bebas solusi.

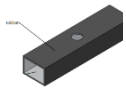
Sehingga didapat hasil dari daftar kehendak adalah bahwa Alat dapat menahan beban dari *windshield.*

Rancangan alat pelepas *windshield* akan dibagi menjadi 5 struktur fungsi:

1. Rangka Utama: Sebagai komponen utama alat
2. Handle: Sebagai pemutar Ulir saat menarik *windshield*
3. Rangka penahan: Sebagai penopang alat
4. Vakum: Sebagai penahan w*indshield* saat ditarik
5. Bantalan: Sebagai yang menumpu poros Ulir saat berputar

Selanjutnya dibuat prinsip solusi untuk sub fungsi dengan memilih kombinasi solusi menjadi bentuk matrik. Berikut tabel prinsip solusi Rancangan alat pelepas w*indshield:*

Tabel 3 Pemilihan sub fungsi

No	Prinsip Solusi / Sub Fungsi	1	2	3
1	Rangka Utama			
2	Handle			
3	Rangka penahan			
4	Vakum			

No	Prinsip Solusi / Sub Fungsi	1	2	3
5	Bantalan			

Kemudian dari table diatas didapat 4 kombinasi yang bisa dijadikan sebagai variasi dalam pemilihan struktur fungsi yaitu:

1. Variasi 1:1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-2
2. Variasi 2:1-2, 2-2, 3-3, 4-1, 5-1
3. Variasi 3: 1-2, 2-2, 3-2, 4-2, 5-2
4. Variasi 4: 1-1, 2-2, 3-3, 4-2, 5-3

Tabel 4 Pemilihan Kombinasi Prinsip Solusi

TABEL PEMILIHAN KOMBINASI
RANCANGAN ALAT PELEPAS WINDSHIELD PADA PESAWAT KINGAIR B200 GT DI KALIBRASI

VARIASI PRINSIP SOLUSI (Sv)

Kriteria Pemilihan
(+) Ya
(-) Tidak
(?) Kurang Informasi
(!) Periksa Spesifikasi

Keputusan
(+) Ya
(-) Tidak
(?) Kurang Informasi
(!) Periksa Spesifikasi

- Sesuai fungsi keseluruhan
- Sesuai daftar kehendak
- Dalam batas biaya produksi
- Pengetahuan konsep memadai
- Sesuai keinginan perancang
- Secara prinsip dapat direalisasikan
- Memenuhi syarat keamanan

	A	B	C	D	E	F	G	KETERANGAN	KEPUTUSAN
V1	+	+	+	+	+	+	+	OK	+
V2	+	+	-	+	-	+	+	Tidak seimbang	-
V3	-	-	+	-	-	+	-	sulit menarik beban	-
V4	+	-	-	-	-	-	+	tidak sesuai desain	-

Tanggal: 02/03/2022 | Perancang: Affan Huda Mukhlison | | TPU PPIC

Berdasarkan tabel 4 pemilihan kombinasi prinsip solusi dapat dilihat bahwa pada variasi ke-1 mempunyai kesesuaian dengan kriteria perancangan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi ke-1 merupakan variasi terbaik dari yang lain. Maka pada perancangan ini dipakai rancangan variasi ke-1.

4. Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)

Perancangan rangka alat pelepas *Windshield* menggunkan pemodelan dengan menggunakan salah satu perangkat lunak *Computer Aided Design* (CAD) yaitu aplikasi *Solidworks.* Pada tahap awal perancangan, yaitu dengan mendesain gambar 2d untuk menentukan dimensi yang dibutuhkan. Pada penelitian rancangan ini, desain rangka memiliki total ukuran tinggi alat yaitu 762 mm dan panjang nya 1.016 mm dan lebar 254 mm. Tampilan desain 3D Rangka alat pelepas *Windshield*. *Safety factor* yang digunakan yaitu sebesar 1.5[13].

Pada penelitian ini menggunakan beberapa material sebagai berikut:

1. Ductile Iron
   Besi *cor nodular* memiliki kandungan karbon antara 3,0- 4,0%, kandungan silicon antara 1,8- 2,8% dan mangan antara 0,1- 1,0%. Sedangkankandungan fosfornya antara 0,01- 0,1% dan sulfur antara 0,01- 0,03%

Tabel 5Karakteristik Material ASTM536 [14]

Nama	Nilai	Unit
Yield Strength (MPa)	379	MPa
Ultimate Strength (MPa)	552	MPa
Poisson ratio	0,280	N/A
Elastic Modulus (GPa)	120	GPa
Mass Density (kg/m^3)	7100	Kg/m^3

Tegangan yang Diizinkan adalah:

$$\sigma iA536 = \frac{SyA536}{Sf} \quad \text{..... (3)}$$

$$\sigma iA536 = \frac{379\ MPa}{1.5}$$

$$\sigma iA536 = 252.6\ MPa$$

2. Stainlees Steel 304
   Stainless steel adalah baja paduan yang didalamnya terkandung sekitar 12% Cr yang berarti tahan terhadap korosi karena pembentukan lapisan film *kromium oksida* (Cr2O3) [15].

Tabel 6 Karakteristik Material *Stainlees Steel* 304

Nama	Nilai	Unit
Yield Strength (MPa)	205	MPa
Ultimate Strength (MPa)	515	MPa
Poisson ratio	0,29	N/A
Elastic Modulus (GPa)	190	GPa
Mass Density (kg/m^3)	8000	Kg/m^3

Tegangan yang Diizinkan adalah:

$$\sigma is304 = \frac{Sys304}{Sf} \quad \text{..... (4)}$$

$$\sigma iA500 = \frac{205\ MPa}{1.5}$$

$$\sigma iA500 = 136.6\ MPa$$

Untuk melepas kaca *Windshield* dari Frame Pesawat alat yang digunakan harus memiliki pegangan untuk memutar ulir poros. Dengan mengasumsikan bahwa gaya yang diberikan adalah sebesar 24 lb untuk arm lalu dikonversi ke kilogram menjadi 10.88 kg. [6]

Maka panjang dari handle yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{T}{10.88\ kg} = \frac{55.4998\ kg.cm}{10.88 kg} = 5.1010\ cm \quad \text{..... (5)}$$

Untuk kenyamanan teknisi saat memutar handle, pada penelitian ini panjang dari *handle* didesain lebih panjang lagi yaitu 25 cm.[16]

Langkah berikutnya adalah menentukan dimensi ulir untuk menarik *windshield* keatas. Maka untuk menentukan ulir pada batang poros, yang digunakan pada desain rangka alat ini yaitu ulir tipe persegi. Berikut adalah spesifikasi dari ulir yang akan digunakan:

Tabel 7 Ulir Pada Batang Poros

SpesifikasiUlir	Major dm	*pitch*	*Depth of thread*
Ulir pada poros	22 mm	5 mm	2,5 mm
Ulir pada rangka	22,5 mm	5 mm	2,75 mm

Langkah selanjutnya dalam pemodelan rangka adalah menentukan dimensi dari vakum yang sesuai dengan kebutuhan dari desain rangka agar dapat vakum dapat menahan dari beban *windshield* yang dilepas dengan menghitung beban yang akan diterima menggunkan persamaan berikut:

$W = m \,.\, g$ .....(6)

$W = 47.75\ kg\ .\ 9{,}8 m/s^2$

$W = 467.95\ N$

Pemodelan rangka alat ini menggunakan 4 buah vakum yang dapat menahan distribusi beban yang terjadi pada *windshield*. Jumlah vakum dinotasikan dengan n dan berdasarkan safety factor yang diberikan sebesar 2. [17]

$F = \frac{\text{W. } Safety\ Factor}{\text{n}}$ .....(7)

$F = \frac{467.95\ \text{N.}\ 2}{4}$

$F = \ 233.975\ N$

Sehingga satu vakum harus menahan beban sebesar 233.9755 N. kemudian vakum yang digunakan adalah jenis vakum dengan diameter 100 mm. yang masing-masing vakum dapat menahan beban sebesar $353.25N$.

Maka dengan digunakannya 4 vakum pada desain rangka alat pelepas *windshield* total kekuatan gaya angkat yang dihasilkan adalah 1413N. Sehingga vakum dapa mengangkat *windshield* yang memiliki beban $467.95\ N$ dengan baik dan sangat aman untuk digunakan.

Pemilihan bantalan dilakukan sebagai penahan beban saat *windshield* ditarik oleh ulir. Sehingga vakum tetap dalam keadaan diam. Bantalan akan digunakan untuk menahan beban mati atau beban dari *windshield* yang sudah diketahui dengan berat 47.74 kg. Faktor koreksi sebesar 2 untuk daya normal.[17]

$W = Wo\ X\ Fc$ ..... (8)

$W = 47.75\ kg\ X\ 2$

$W = 95.5\ kg$

Peneliti menggunakan bearing dengan jenis *Pillow Block Bearing*, tipe UFCL 204. Dan diketahui diameter dalam: 22mm, diameter luar: 32 mm, kapasitas nominal data spesifik: 95.5 kg, tebal bantalan: 48 mm, jari-jari fillet: 1.5 mm.

Untuk menghitung rumus dari bantalan menggunakan persamaan berikut:

$L_H = \frac{L}{60\ x\ n}$ ..... (9)

$L_H = \frac{2.x\ 10^6}{60\ x\ 50}$

L_H = 2666 jam.

Pada desain yang dibuat tentunya ada penyeimbang dan penahan agar alatnya dapat seimbang menarik kaca *Windshield* yang akan dilepas. Maka dibutuhkan perhitungan untuk menentukan dimensi dari rangka bawah ini.

Beban yang diterima rangka bawah:

$Wtotal = W\ X\ sf$ ..... (10)

$Wtotal$=47.75 X 1.5

$Wtotal$=71.625 kg

Dengan menggunakan safety factor sebesar 1.5.

Kemudian menghitung besar gaya yang diterima, dengan menggunakan persamaan 11 berikut:

$F = m\ X\ g$ ..... (11)

$F = 71.625\ X\ 9.8\ m/s^2$

$F = 701.925\ N$

Material yang digunakan adalah Baja struktural berbentuk *Hollow Structural steel* ASTM536. Baja ini memiliki tegangan tarik maksimum (Ultimate *Tensile Strength*) sebesar 552 MPa dan tegangan mulur (*Yield Strength*) sebesar 379 MPa.

Gaya total dari yang dapat diterima oleh bahan sebesar 7181.4 N, sedangkan gaya yang diterima rancangan ini sebesar 701,925 N. Nilai tersebut lebih kecil dibandingkan gaya total yaitu 7181.4 N yang dapat diterima oleh material rangka bawah.

Untuk menentukan kekuatan sambungan las, dalam penelitian ini menggunakan sistem las listrik argon dengan elektroda sebesar 60 Ksi atau sebesar 413,68 Mpa. Yaitu dengan cara mencairkan

sebagian logam pengisi tanpa adanya tekanan dan tanpa logam penambah yang menghasilkan sambungan las yang kuat.

Sedangkan untuk sambungan baut dihitung tahanan gaya pada baut yang diizinkan dengan gaya yang diterima baut pada sambungan rangka. Dengan data sambungan sebagai berikut.

Tabel 8 Karakteristik Sambungan

Jenis Sambungan	Sambungan tarik
Material pengencang	Stainless steel 304
Ultimate strength	515 Mpa
Yield strength	205 MPa
Diameter	10 mm
Pitch	1,5
Faktor reduksi kekuatan tarik baut (□t)	0,75
Faktor reduksi kekuatan geser baut (□f)	0,70

Sebelum Perhitungan tahanan baut dilakukan maka untuk mengetahui luas permukaan yang menerima gaya pada baut. Luas penampang dari ulir baut yang menerima gaya diketahui menggunakan persamaan berikut:

$$A_s = 0.7854\ (D - 0.938p)^2 \text{.....(12)}$$

$$A_s = 0.7854\ (10 - 0.938\ x\ 1.5)^2$$

$$A_s = 0.7854\ (D - 0.938p)^2$$

$$A_s = 57.9\ mm^2$$

Selanjutnya perhitungan tahanan gaya baut terjadi pada desain rangka alat pelepas Windshield dilakukan dengan menggunakan persamaan:

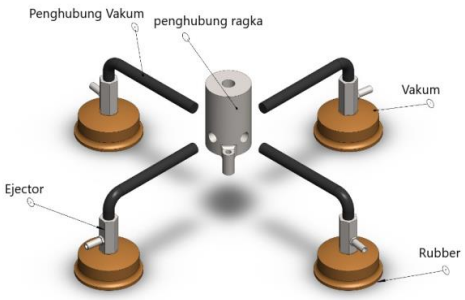
$$F = (0.675) A_s\ \sigma_{yield} \text{.....(13)}$$

$$F = (0.675) 57.9\ .\ 295\ MPa$$

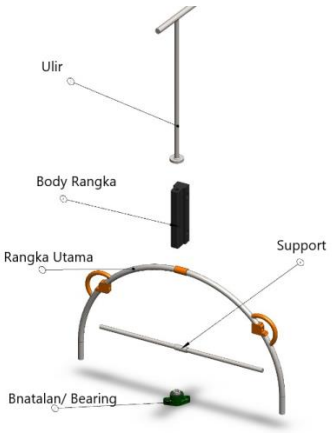
$$F = 8011\ N$$

5. Perancangan detail *(Detail Design)*

Tahapan ini merupakah tahapan akhir dari metode VDI 2221. Hasil perancangan detail berupa dokumen yang meliputi gambar mesin, detail gambar mesin, daftar komponen, spesifikasi bahan, sistem pengoperasian, toleransi dan dokumen lainnya yang merupakan satu kesatuan. Pada perancangan detail ini, peneliti berfokus pada penyesuaian ukuran yang sudah dilakukan sebelumnya dan mendiskripsikan masing masing desain dengan membagi beberapa komponen yang kemudian dilakukan pemodelan dengan spesifikasi ukuran yang telah disesuaikan.



Gambar 5 Perancangan detail vakum



Gambar 6 Perancangan detail rangka

Tahap perancangan detail merupakan final dari langkah-langkah yang dibuat. Dimana pada gambar-gambar tersebut diatas adalah hasil dari serangkaian perhitungan dan penelitian berdasarkan data dan informasi yang sudah tervalidasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan yakni Desain Rancangan alat pelepas *Windshield*, Maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil penentuan pengukuran panjang *handle* dibuat dengan minimal panjang 5 cm. dan untuk kenyamanan teknisi saat memutar handle, pada penelitian ini panjang dari *handle* didesain lebih panjang lagi
2. Setelah di lakukan perhitungan pada ulir rancangan pelepas *Windshield*, ulir memiliki daya sebesar 95.5 kg. Sehingga menyebabkan ulir menerima tegangan geser sebesar 10.45 kg/mm^2. Material yang di gunakan adalah AISI304 yang memiliki nilai tegangan geser

lebih tinggi dari hasil perhitungan yaitu 20.9 kg/mm^2. Dan beban puntir pada ulir adalah 0.016 N/mm^2.

3. Berat dari *Windshield* adalah 467.95 N. kemudian pada rancangan alat pelepas *Windshield* menggunakan 4 vakum yang memiliki diameter 100 mm. 1 vakum memiliki kekuatan angkat 353.25 N, sehingga 4 vakum memiliki kekuatan angkatnya adalah 1413 N.
4. Material yang digunakan dalam membuat Desain Rancangan alat Pelepas *Windshield* menggunakan dua jenis material. Yaitu material *Stainless steel* 304 yang memiliki kekuatan luluh 205 MPa dan juga material ASTM536 yang memiliki kekuatan luluh 379 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Kurniawan, L. Esthi Riyanti, and D. Herwanto, "Penghitungan Waktu Standard Pelaksanaan Inspeksi Phase 1 Pesawat Beechcraft King Air B 200 di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan," *AIRMAN J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 4, no. 1, pp. 9–15, 2021, doi: 10.46509/ajtk.v4i1.171.

[2] T. Aviation, "SCHEDULED INSPECTION PROGRAM (PHASE 1) - INSPECTION / CHECK Scheduled Inspection Program (Phase 1) Owner W / O Number Date In Serial No . Last Inspection Last Inspection Date Last Inspection Hours Hourmeter Total Cycles Researched By Date Out Detailed," vol. 6, no. PHASE 1, pp. 5–20, 2021.

[3] T. Aviation, "UNSCHEDULED MAINTENANCE CHECKS - INSPECTION / CHECK NOTE : Additional inspections may be required by engine or propeller manufactures in their manuals . Refer to the unscheduled maintenance checks portion of the supplier issued manuals to make sure contin," vol. 00, pp. 1–18, 2021.

[4] C. Avelino, D. Bourne, F. Ferreira, D. Rasteiro, and J. Santos, "Scheduling the repair of aircraft components - a case study," *Math. Case Stud.*, vol. 7, no. 1, 2017, doi: 10.1186/s40929-016-0007-2.

[5] I. E. K. Agung Ramadhan Priyangga, Mursyidin, "Penerapan Safety Risk Management Pada Rotary Wing Hangar, Engineering dan Engine Propeller Workshop di Unit Perawatan Pesawat Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia," *J. Ilm. Aviasi Langit Biru*, vol. 13, p. 282, 2020.

[6] D. Passenier, C. Mols, J. Bím, and A. Sharpanskykh, "Modeling safety culture as a socially emergent phenomenon: a case study in aircraft maintenance," *Comput. Math. Organ. Theory*, vol. 22, no. 4, pp. 487–520, 2016, doi: 10.1007/s10588-016-9212-6.

[7] International Civil Aviation Organization, *ICAO Doc 9859 Safety Management Manual (SSM)*. 2018.

[8] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K.-H. Grote, *Engineering Design: A Systematic Approach*. 2007.

[9] N. N. Topare, S. J. Raut, and S. J. Attar, "3D Model design and simulation of photocatalytic reactor for degradation of dyes using solidworks software," *Int. J. Chem. Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 808–816, 2012.

[10] P. M. Kurowski, *Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2018*. United States of America: Stephen Schroff, 2018.

[11] R. K. N. Suprapto, O. Fatra, and I. E. Kurniawan, "Analisis Umur Fatik Rangka Penyangga Aileron Flight Control Simulator Berkapasitas 101kg Di PT MMF," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2022.

[12] A. Pratama and M. Fitri, "Rancang Bangun Alat Uji Konstanta Pegas Untuk Kapasitas 50 N/Mm Menggunakan Metode Vdi 2221," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 41, 2020.

[13] Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2002.

[14] R. Materials, C. Atomic, E. Spectrochemical, A. Curves, F. Techniques, and S. Analysis, "Standard Test Method for Analysis of Cast Iron by Spark Atomic Emission," vol. 99, no. 2004, pp. 1–7, 2013, doi: 10.1520/E1999-18.1.

[15] S. Vernon, S. Irwine, J. Patton, and N. Chapman, "Stainless steel," 2021, pp. 16–25.

[16] L. Libin, "Ergonomic design," 2018.

[17] R. & J. K. G. Khurmi, *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House, 1995.