

MODIFIKASI *SPECIAL TOOLS* PEMASANG *POWER OUTPUT SEAL*

BERSUDUT 90° PADA *ENGINE ALLISON 250 – C20 SERIES*

DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA

(Studi Kasus Ketika *Engine* Masih Terpasang di Helikopter Bell 206)

Ego Widoro, ST, S.SiT, MT¹, Diding Sunardi, SE, ST, MM², Bagas Pradityo³

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug - Tangerang

ABSTRAK

Program perawatan berkala pada *engine Allison 250-C20 Series* diperlukan untuk menjaga performa *engine* tetap dalam kondisi layak terbang. Salah satu program perawatan berkala yang dilakukan, yakni menjaga kelancaran sistem aliran oli di dalam *engine*. Kelancaran sistem oli ini dapat terganggu jika seal pada *power output seal* mengalami kebocoran. Rancangan modifikasi *specialtools* pemasang *power output seal* ini bertujuan untuk mempermudah pemasangan *power output seal* ketika *engine* masih terpasang di helikopter. Menggunakan teori berat, faktor keamanan, teori ulir daya, teori hukum newton II, teori pembebanan, teori gaya gesek, teori bangun ruang dan teori lainnya yang menunjang pembuatan modifikasi ini. Modifikasi dimaksudkan agar pemasangan *power output seal* dapat tegak lurus. Hal ini diperlukan agar tidak terjadi kemiringan saat melakukan pemasangan seal. Dengan memodifikasi *special tools* ini dapat membuat ketersediaan ruang gerak bebas saat memasang *seal* ketika *engine* masih terpasang di helikopter bell 206 menjadi lebih leluasa dan alat lebih ringan untuk digunakan jika di bandingkan dengan *special tools* sebelum modifikasi. Bagian-bagian dari modifikasi *special tools* pemasang *power outputseal* ini, yaitu: Batang berulir daya dengan besar tekanan yang diizinkan $3 \times 10^{-6} \text{kg/m}^2$, rumah tapak pendorong seal dengan luas $6,6 \times 10^{-3} \text{m}^2$, tapak pendorong *seal* dengan luas $6,4 \times 10^{-3} \text{m}^2$ dan Batang berulir dalam dengan tegangan geser $4,15 \times 10^{-9} \text{kg/m}^2$. Dengan modifikasi ini, sehingga dapat membuat ketersediaan panjang ruang gerak bebas menjadi lebih luas 11 cm dan mengurangi berat alat sebelumnya hingga $4 \times 10^{-1} \text{kg}$. Hasil percobaan modifikasi *special tools* mempermudah pemasangan *power output seal* ketika *engine* masih terpasang di helikopter Bell 206.

Kata Kunci :

Modifikasi Spesial Tool, Pemasangan Seal, Mesin Allison 250-C20, Perawatan Berkala.

ABSTRACT

The schedule maintenance program of Allison 250-C20Series engine is required to keep the engine in airworthy condition. One of the schedule maintenance programs is planned to keep the engine oil flow system. This engine oil flow system can be disrupted if the seal on the power output seal which is keep the oil flow system were leak. The design of special tools modification power output seal installation aims to simplify the installation of power output seal when the engine power output still installed at the helicopter. It's already made bysafety

factor theory, Newton's IInd law, Weight theory, and others theory which helping for making this modification tools. The purpose of modification is to attach power output seal in order to make it at the perpendicular. This is necessary to avoid tilt while installing seal. By modifying these special tools, there are a lot of free spaces made when installing the seal when the engine still installed at the helicopter, it became more flexible and lighter tools to use, if its compared with the prior modification of special tools. The parts of the special tools modification power output seal installation. The parts of special tools modification power output seal installation are power screw with allowable pressure is $3 \times 10^{-6} \text{kg/m}^2$, pusher seal cover with suitable area is $6,6 \times 10^{-3} \text{m}^2$, pusher seal cover with suitable area is $6,4 \times 10^{-3} \text{m}^2$ and T-fasten screw with allowable shear stress is $4,15 \times 10^{-9} \text{kg/m}^2$. This modification is capable to make the availability of long free space becomes wider 11 cm, and reduce the weight of the prior tools of up to $4 \times 10^{-1} \text{kg}$. The modification helped installation of power output seal esier when the engine is still installed on the Bell 206 helicopter.

Keyword: Grease Trap, 3 motor Phase, Time Delay Relay (TDR), and Sensor Floatlep

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bell 206 merupakan jenis helikopter untuk pelatihan penerbang helikopter yang digunakan oleh Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Helikopter ini menggunakan *engine* berjenis Allison 250 – C20 Series. Performa *engine* dapat mengalami penurunan yang berdampak pada pengoperasian helikopter Bell 206. Oleh karena itu, program perawatan berkala diperlukan untuk menjaga performa *engine* tetap dalam kondisi layak terbang. Salah satu program perawatan berkala yang dilakukan, yakni menjaga kelancaran sistem aliran oli di dalam *engine*. Kelancaran aliran oli saat melumasi komponen-komponen di *engine* dapat terganggu jika *seal* yang menahan aliran tersebut mengalami kebocoran. Khususnya *seal* yang terletak pada *power output*, jika *seal* ini mengalami kebocoran, maka pelumasan komponen yang berhubungan dengan *seal* ini akan terganggu. Salah satu pemeriksaan kondisi *seal* dilakukan ketika komponen yang berpasangan dengan *power output seal* yaitu *freewheeling* sedang dilepas. Jika ditemukan kebocoran pada *power output seal* ketika *freewheeling* dilepas, perlu dilakukan pergantian *seal*. Proses ini diawali dengan proses pelepasan menggunakan *special tools* penarik dan dilanjutkan dengan proses pemasangan *seal* baru menggunakan *special tools* penekan. Proses pemasangan dilakukan dengan cara menekan *seal* menggunakan *special tools* penekan. Kemudian, dibantu dengan gaya dorong yang dihasilkan dari pukulan *soft hammer* seberat 16 oz (0,453 kg) dengan posisi sudut pukul *soft hammer* harus tegak lurus 90° terhadap *special tools*. Ketika melakukan proses ini harus dipastikan kelurusan posisi *special tools* dan *soft hammer* terhadap *seal*. Karena jika terjadi kemiringan pada *special tools* atau sudut pukul *soft hammer*, maka menyebabkan gaya tekan yang diterima oleh *seal* tidak merata. Ketidakmerataan gaya tekan ini menyebabkan berkurangnya daya cengkram *seal* untuk

menahan tekanan yang ditimbulkan oleh sistem aliran oli, akibatnya terjadi kebocoran.

Kemudian, metode menekan *seal* dengan bantuan gaya dorong dari pukulan *soft hammer* terhadap *special tools* sebaiknya dimodifikasi, dengan cara menggunakan ulir untuk mendorong *seal* tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kemiringan akibat sudut pukul tidak tegak lurus 90°, serta mencegah kesalahan kerja dilapangan sehingga meningkatkan nilai faktor keselamatan dari modifikasi alat ini. Salah satu faktor yang menyebabkan kemiringan sudut pukul ini adalah massa dari kedua alat tersebut cukup berat saat digunakan, sehingga sulit untuk menjaga kelurusan posisi saat melakukan pemasangan. Berikutnya keterbatasan ruang gerak bebas yang tersedia untuk memasang *seal* saat *engine* Allison 250-C20 Series terpasang di helikopter Bell 206. Hal ini menyebabkan sudut pandang untuk memastikan kelurusan menjadi terbatas.

Berdasarkan masalah-masalah di atas untuk membuat sudut pukul *soft hammer* tegak lurus 90° tools *special tools* saat melakukan proses pemasangan. Hal ini mendorong perancang untuk melakukan pemodifikasian alat dengan judul “**MODIFIKASI SPECIAL TOOLS PEMASANG POWER OUTPUT SEAL BERSUDUT 90° PADA ENGINE ALLISON 250–C20 SERIES DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA (Studi Kasus Ketika Engine Masih Terpasang di Helikopter Bell 206)**”.

2. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Apakah daya cengkram *seal* yang berkurang dapat mengganggu sistem aliran oli?
2. Apakah total massa *special tools* dan *soft hammer* yang cukup berat dapat

- mengganggu kelurusan saat pemasangan *seal*?
3. Apakah jika gaya tekan yang diterima *seal* tidak tegak lurus 90° dapat menyebabkan *seal* rusak?
 4. Apakah kemiringan sudut pukul dapat menyebabkan pukulan menjadi meleset dan melukai penggunaanya?
 5. Apakah kemiringan sudut pukul menyebabkan *seal* menjadi rusak?
 6. Apakah keterbatasan ruang gerak dapat menyulitkan untuk melakukan pemasangan *seal*?
 7. Apakah keterbatasan sudut pandang saat memasang *seal* ketika *engine Allison 250 – C20 Series* masih terpasang di helikopter berkontribusi terhadap kerusakan *seal*?

3. PEMBATAAN MASALAH

Dari masalah yang telah diidentifikasi perlu adanya pembatasan agar perancangan lebih terarah. Adapun masalah yang teridentifikasi adalah mengenai “Bagaimanakah memodifikasi *special tools* yang massanya cukup berat untuk memasang *power output seal* dengan sudut tekan *seal* 90°, pada jarak pandang yang terbatas, dan ruang gerak yang sempit ketika *engine Allison 250–C20 Series* masih terpasang di pesawat sertameningkatkan faktor keselamatan bagi para teknisi dan menghindari kerusakan pada *seal*”.

4. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pembatasan masalah yang telah diuraikan, maka perancang merumuskan bagaimana merancang “**MODIFIKASI SPECIAL TOOLS PEMASANG POWER OUTPUT SEAL BERSUDUT 90° PADA ENGINE ALLISON 250 – C20 SERIES DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA (Studi Kasus Ketika Engine Masih Terpasang di Helikopter Bell 206)**”, yaitu:

1. Bagaimanakah menentukan beban yang diterima oleh *seal*?
2. Bagaimanakah merancang batang berulir daya untuk memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* agar ketersediaan ruang gerak semakin luas?
3. Bagaimanakah merancang dimensi rumah tapak pendorong *seal* untuk memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* agar alat yang digunakan menjadi lebih ringan, sehingga lebih mudah digunakan?
4. Bagaimanakah merancang dimensi tapak pendorong *seal* untuk memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* agar gaya tekan terhadap *seal* merata?
5. Bagaimanakah merancang batang pengunci berulir dalam untuk memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* agar menghindari terjadinya kemiringan?

5. MAKSUD DAN TUJUAN

1. Maksud

Maksud memodifikasi “Modifikasi *Special Tools* Pemasang *Power Output Seal* Bersudut 90° Pada *Engine Allison 250 C20 Series* di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia

- a. Maksud dari menentukan beban yang diterima *seal* adalah untuk mengetahui seberapa besar beban yang di terima oleh *seal*.
- b. Maksud dari merancang batang berulir daya untuk memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* adalah untuk mengefisiensikan pemasangan *seal* menggunakan ulir daya.
- c. Maksud dari menghitung dimensi rumah tapak pendorong *seal* adalah untuk merancang rumah dengan ukuran yang sesuai tapak pendorong *seal*.
- d. Maksud dari menghitung dimensi tapak pendorong *seal* adalah untuk merancang tapak pendorong *seal* yang sesuai ketika berkontak dengan *seal*.
- e. Maksud dari merancang batang pengunci berulir dalam adalah untuk mengunci posisi

rumah tapak pendorong *seal*. Agar tidak terjadi kemiringan sudut saat melakukan pemasangan *seal*.

2. Tujuan

Tujuan memodifikasi “Modifikasi *Special Tools* Pemasang *Power Output Seal* Bersudut 90° Pada *Engine Allison 250 C20 Series* di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (Studi Kasus Ketika *Engine* Masih Terpasang di Helikopter Bell 206)”, antara lain:

- Untuk mengetahui seberapa besar beban yang diterima oleh *seal*.
- Untuk merancang batang berulir daya dalam memodifikasi *special tools* pemasang *power output seal* adalah untuk mengefisienkan pemasangan *seal* menggunakan ulir daya.
- Untuk merancang rumah tapak pendorong *seal* yang sesuai dengan ukuran tapak pendorong *seal*.
- Untuk merancang tapak pendorong *seal* yang sesuai ketika berkontak dengan *seal*.
- Untuk merancang batang pengunci berulir dalam yang berguna sebagai pengunci posisi rumah tapak pendorong *seal*. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi kemiringan sudut saat melakukan pemasangan *seal*.

6. METODOLOGI PERANCANGAN

A. Desain Perancangan

Pemodifikasian *special tools* pemasang *power out seal* bersudut 90° ini bertujuan untuk menjaga kelurusan pemasangan *seal* sehingga, mencegah kerusakan pada *seal* ketika didorong atau ditekan ke dalam *enclosed seal* di *power output pad* pada *engine Allison 250–C20 Series*.

Cara kerja alat ini berupa penggabungan fungsi *special tools* penekan dan pendorong *soft hammer* yang terintegrasi menjadi satu dengan, menggunakan sistem batang berulir daya. Pembuatan modifikasi *special tools*

penekan ini dibuat dengan menyesuaikan kondisi keadaan yang ada di Bengkel Sub Unit Perawatan Pesawat Helikopter Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.

1. Kondisi Saat ini

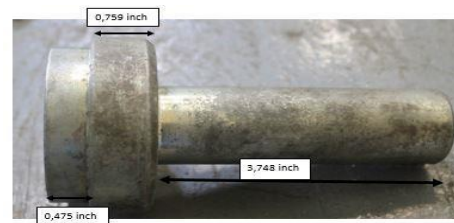
Ketika terjadi kebocoran *seal* yang terletak pada *output drive shaft* saat *engine Allison 250-C20 Series* masih terpasang di helikopter. *Seal* harus diganti dengan yang baru, maka para teknisi harus melakukan penggantian *seal*. Pada saat melakukan pemasangan *seal* dengan menggunakan *special tools* penekan dan *soft hammer* ketika *engine Allison 250-C20 Series* masih terpasang di helikopter. Para teknisi menemukan beberapa kesulitan di antaranya kondisi ruang gerak untuk melakukan penggantian *seal* sempit seperti pada gambar 1 yaitu kondisi ruang *Engine Allison 250 -C20 Series* masih terpasang di helikopter. Kemudian jarak pandang untuk memastikan kelurusan posisi pemasang *seal* terbatas. Tidak hanya itu massas *special tools* penekan yang cukup berat juga mempengaruhi kesulitan dalam pemasangan *seal*.



Gambar 1: *Engine Allison 250 – C20 Series* Masih Terpasang di helikopter

(Sumber: Pribadi)

Gambar 2 berikut adalah *special tools* penekan dan *soft hammer* untuk memasang *seal*.





Gambar 2 *special tools* penekan (atas) dan *soft hammer* (bawah) untuk memasang *seal*

(Sumber: Pribadi)

2. Kondisi Yang Diinginkan

Karena kondisi terbatasnya ruang gerak (*space*) dan jarak pandang (*visibility*) untuk melakukan penggantian *seal* saat *engine Allison 250 – C20 Series* masih terpasang di helikopter. Oleh karena itu, perancang melakukan modifikasi *special tools* penekan untuk mempermudah para teknisi saat melakukan penggantian *seal* pada *engine Allison 250-C20 Series* saat masih terpasang di helikopter. Modifikasi *special tools* penekan yang diinginkan oleh perancang adalah menggunakan sistem kerja, yaitu dengan memanfaatkan ulir pada batang berulir daya. Batang berulir daya ini berfungsi untuk mendorong tapak pendorong *seal*, sehingga *seal* dapat terpasang pada *power output pad* dengan besar tekanan yang tepat.

Besar ukuran diameter tapak pendorong *seal* disesuaikan dengan besar diameter *power output pad* supaya *seal* tidak terluka saat dilakukan proses pemasangan. Perancang melengkapi tapak pendorong *seal* dengan indikator merah (*red indicator*) sebagai penanda bahwa *seal* telah terpasang dengan baik pada *power output pad*.

Kondisi yang diinginkan perancang saat melakukan pemasangan adalah posisi alat modifikasi ini lurus 90° dan juga terpasang secara kokoh pada *power output pad* sebelum mendorong *seal*. Posisi kokoh ini sangatlah penting agar *seal* terpasang sejajar dengan posisi *power output pad*. Oleh karena itu, modifikasi alat ini dilengkapi dengan batang pengunci berulir dalam. Ini berfungsi untuk menguatkan posisi alat dengan cara mengaitkan ulir pada *stud* yang terdapat disekeliling *power output pad*. Diperlukannya

rumah tapak pendorong *seal* yang berfungsi sebagai rumah untuk menggabungkan bagian-bagian modifikasi *special tools* penekan menjadi satu kesatuan, sehingga perancang merancang rumah tapak pendorong *seal* sebagai tempat untuk menyatukan bagian-bagian alat modifikasi ini.

Rumah tapak pendorong *seal* ini dibuat dengan menggunakan bahan material yang disesuaikan agar tidak melukai *power output pad* saat berkontak langsung. Tidak hanya itu, bahan material dipilih dengan tujuan untuk memperingan alat modifikasi *special tools* agar lebih mudah digunakan. Pemilihan bahan ini berdasarkan teori yang digunakan.

B. Waktu dan Lokasi Perancangan

Modifikasi *special tools* penekan dilakukan dalam periode waktu mulai bulan Maret 2016 hingga Juli 2016. Pengumpulan data untuk melakukan modifikasi alat diperoleh dari berbagai sumber. Modifikasi alat ini dilakukan pada Sub Unit Perawatan Pesawat Helikopter yang terletak di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.

C. Penentuan Alat dan Bahan

Memodifikasi *special tools* penekan membutuhkan peralatan dengan tingkat ketelitian yang tinggi, serta spesifik bahan material yang disesuaikan dengan desain alat ini. Pada saat melakukan modifikasi *special tools* penekan dibutuhkan perlengkapan sebagai berikut: Mistar Jangka, Sorong, Open Wrench, Allen key, Mata Bor, Pahat Ulir Luar, Pahat Ulir Dalam, Mesin Vertical Milling, Mesin Bubut, Adobe Inventor dan Neraca Pegas

Bahan – bahan yang digunakan dalam rancangan ini antara lain:

1. Batang Berulir Daya

Kriteria perancangan yang diinginkan bahan dari batang berulir daya dibuat dari baja liat

ST 37 dan dapat mendorong *seal* hingga terpasang di *power output pad* dengan tegangan geser yang terjadi pada akar ulir harus kurang dari batas tegangan geser yang diizinkan (τ_a) yaitu sebesar $3 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$.

2. Rumah Tapak Pendorong

Rumah tapak pendorong ini berfungsi sebagai rumah (*housing*) penggabungan komponen-komponen menjadi satu kesatuan (*assy*). Rumah tapak pendorong ini juga berkontak langsung dengan *power output pad*, sehingga material yang digunakan harus lebih lunak dari *power output pad*. Kriteria perancangan akan menggunakan Aluminium berjenis dural 7075-T6 sebagai pembentuk rumah tapak pendorong dan tidak memerlukan ketersediaan tempat yang luas untuk melakukan proses pemasangan *seal* dan lebih ringan dari alat sebelumnya. Kemudian, kriteria berikutnya bentuknya harus dibuat menyesuaikan dengan bentuk *power output pad* agar *seal* dapat terpasang dengan lurus.

3. Tapak Pendorong Seal

Tapak pendorong *seal* yang berfungsi sebagai pendorong *seal* ini akan dibuat dengan spesifikasi bahan yang sama dengan rumah tapak pendorong *seal*, yaitu Aluminium berjenis dural 7075 - T6. Bahan ini dipilih dalam jenis yang sama agar menghindari terjadinya *dissimilar metal corrosion*.

4. Batang Pengunci Berulir Dalam

Kriteria batang pengunci berulir dalam akan terbuat dari bahan paduan Aluminium yang sejenis dengan *stud* di sekitar *power output pad*. Penggunaan bahan material yang sejenis dimaksudkan agar mencegah terjadinya *dissimilar corrosion* saat berkontak langsung. Kemudian, batang pengunci berulir dalam tidak membutuhkan usaha yang besar untuk mengunci posisi rumah tapak pendorong *seal*.

D. Kriteria Perancangan

Modifikasi *special tools* penekan bertujuan untuk mempermudah teknisi melakukan penggantian *seal* pada *engine Allison 250-C20 Series* saat terpasang di helikopter. Modifikasi alat ini didesain dengan kriteria yang sesuai fungsi dan kegunaannya. Kriteria yang akan dijelaskan kelak akan dibandingkan dengan hasil uji coba dan hasil perhitungan untuk melihat kesesuaian antara keduanya. Kriteria yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Batang Berulir Daya

Kriteria perancangan yang diinginkan bahan dari batang berulir daya dibuat dari baja liat ST 37 dan dapat mendorong *seal* hingga terpasang di *power output pad* dengan tegangan geser yang terjadi pada akar ulir harus kurang dari batas tegangan geser yang diizinkan (τ_a) yaitu sebesar $3 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$. Kemudian, batang berulir daya harus dapat menghemat ruang gerak sehingga ketersediaan ruang gerak untuk memasang *seal* semakin besar.

2. Rumah Tapak Pendorong Seal

Kriteria yang diinginkan dari rumah tapak pendorong *seal* harus kuat menahan beban tekan dari batang berulir daya. Bahan material dibuat menggunakan Aluminium berjenis dural 7075-T6 sebagai pembentuk rumah tapak pendorong dan tidak memerlukan ketersediaan tempat yang luas untuk melakukan proses pemasangan *seal*. Kriteria berikutnya bentuknya harus dibuat menyesuaikan dengan bentuk *power output pad*, sehingga *seal* dapat terpasang dengan lurus. Rumah tapak pendorong *seal* harus dapat juga menghemat ruang gerak sehingga ketersediaan ruang gerak untuk memasang *seal* semakin besar.

3. Tapak Pendorong Seal

Kriteria dari tapak pendorong *seal* yang berfungsi sebagai pendorong *seal* ini akan dibuat dengan spesifikasi bahan yang sama dengan rumah tapak pendorong *seal*, yaitu

Aluminium berjenis dural 7075-T6. Bahan ini dipilih sama, supaya menghindari terjadinya *dissimilar metal corrosion*. Selanjutnya, tapak pendorong *seal* harus dapat menghemat ruang gerak sehingga ketersediaan ruang gerak untuk memasang *seal* semakin besar dan massa bagian ini harus ringan agar tidak diperlukan usaha yang besar dari batang berulir daya untuk mendorong tapak pendorong *seal*.

4. Batang Pengunci Berulir Dalam

Pada batang pengunci berulir dalam kriterianya adalah harus kuat mengikat alat ini pada *stud*, sehingga alat selalu dalam posisi sejajar dengan *power output pad* dan tidak mengalami kemiringan. Batang pengunci berulir dalam harus dibuat dengan kriteria bahan material yang tidak akan melukai *stud*, meskipun pada penggunaannya akan selalu berkontak dengan *stud*. Batang pengunci berulir dalam tidak membutuhkan torsi yang besar untuk mengunci posisi rumah tapak pendorong *seal*. Kemudian, batang pengunci berulir dalam harus dapat menghemat ruang gerak sehingga ketersediaan ruang gerak untuk memasang *seal* semakin besar.

E. Penggunaan Rancangan

Pada saat menggunakan alat modifikasi ini harus memperhatikan langkah-langkah penggunaannya. Kegunaan alat ini dikhususkan hanya untuk melakukan pemasangan *seal* pada *power output pad* di *engine Allison 250-C20 Series* yang masih terpasang di helicopter Bell 206.

7. RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. Gambaran Umum Sistem Rancangan

Pada rancangan pemodifikasian alat *special tool* ini dibagi menjadi 4 bagian, yaitu: batang berulir daya, rumah tapak pendorong *seal*, tapak pendorong *seal*, dan batang pengunci berulir dalam. Setiap bagian mempunyai

fungsi kerja yang berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 *Disassembly* modifikasi *special tools* pasang *seal* (Sumber: Pribadi)

Bagian pertama adalah batang berulir daya yang terbuat dari baja liat ST-37. Batang ini dirancang untuk memberikan dorongan kepada tapak pendorong *seal*. Dengan mendorong tapak pendorong *seal*, maka *seal* akan terdorong ke dalam *power output pad engine*. Kemudian batang berulir daya ini terintegrasikan dengan tapak pendorong *seal* dalam rumah tapak pendorong *seal*.

Rumah tapak pendorong *seal* ini berfungsi untuk mengintegrasikan setiap bagian menjadi satu kesatuan dan menjadi penjaga kelurusan sudut pemasangan *seal*. Dengan bentuk tapak pendorong *seal* yang disesuaikan dengan bagian yang bersambungan dengan *power output pad* sehingga kelurusan pemasangan *seal* diharapkan dapat tercapai.

Rumah tapak pendorong *seal* dan tapak pendorong *seal* dibuat dari bahan material yaitu, duralumin 7075-T6. Bahan ini dipilih karena *gearbox assy* sebagai bagian yang bersentuhan langsung dengan rumah tapak pendorong *seal* dan tapak pendorong terbuat dari bahan Aluminium yang bercampur dengan magnesium. Sehingga, bahan ini dipilih agar tidak terjadi beda potensial saat bersentuhan langsung. Bentuk dari bagian tapak pendorong *seal* dibuat sesuai dengan bentuk *power output pad* dan lebarnya disesuaikan dengan diameter *seal*. Hal ini bertujuan agar tapak pendorong *seal* tidak melukai *seal* saat mendorong masuk ke dalam *power output pad*.

Bagian terakhir adalah batang pengunci berulir dalam. Batang ini terbuat dari paduan Aluminium dengan baja yang disesuaikan

dengan *stud* yang terdapat disambungan *power output pad*. Batang berulir dalam ini berfungsi untuk mengunci posisi rumah tapak pendorong sehingga, lurus saat melakukan pemasangan *seal*. Batang berulir dalam ini mengunci dengan cara mencengkram *stud* yang terpasang pada sambungan *power output pad*, sehingga material penyusun batang berulir dalam dibuat sesuai dengan material *stud* agar tidak terjadi perbedaan material.

B. Tahapan Perancangan

Pada tahapan perancangan ini, penulis akan membahas berbagai faktor perhitungan dalam memodifikasi *special tools* penekan untuk pemasangan *seal* di *power output pad engine Allison 250-C20 Series*. Selanjutnya penulis akan menguraikan faktor-faktor tersebut sesuai dengan landasan teori yang melandasi pemodifikasian ini.

1. Menghitung Pembebanan Seal

Seal sebagai benda yang akan didorong oleh batang berulir daya perlu diperhitungkan bebannya terlebih dahulu. Pembebanan yang terjadi pada saat melakukan pemasangan *seal* didapatkan dari hasil percobaan tarik *seal* saat terpasang di dalam *enclosed seal* dengan menggunakan neraca pegas. Besar kekuatan tarik yang didapatkan sebesar 49,88kg atau 50 kg.

2. Merancang Batang Ulir Daya sebagai Pendorong Seal.

Dalam pemodifikasian ini batang berulir daya akan mendorong tapak pendorong *seal* sehingga tapak pendorong *seal* menekan *seal* ke dalam *power output pad*. Besar beban pada *seal* sebesar 50 kg.

a. Faktor Koreksi (f_c)

Nilai faktor koreksi yang digunakan dalam pemodifikasian ini adalah 2, dengan alasan faktor koreksi yang dibutuhkan untuk daya rata-rata yang diperlukan.

b. Beban Rencana (W_a)

Faktor keamanan diambil dalam melakukan perencanaan, sehingga koreksi – koreksi pertama dapat diambil kecil. Besar beban pada *seal* sebesar 50 kg. Jika faktor koreksi $f_c = 2$, maka untuk menghitung beban adalah sebagai berikut:

$$W_a = W \times f_c$$

$$W_a = 50kg \times 2$$

$$W_a = 100 kg$$

c. Kekuatan Tarik Bahan (σ_B)

Tegangan tarik yang diizinkan (σ_a) untuk baja liat umumnya sebesar 6 kg/mm^2 . Karena material yang digunakan merupakan material yang difinis tinggi, sehingga dipilihlah bahan material ST-37. Hal ini, karena kekuatan tarik material batang berulir ST-37 sebesar 37 kg/mm^2 sampai dengan 45 kg/mm^2 . ST-37 merupakan baja liat ini mengandung 0.17% *carbon steel*. Besarnya spesifikasi tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) pada ulir jenis bahan ini sebesar $1,1 \times 10^{-6} kg/m^2$ samapai dengan $1,8 \times 10^{-6} kg/m^2$ dengan kecepatan luncur 3 m/min atau kurang. Pada penggunaannya batang berulir daya ini akan berkontak langsung dengan rumah tapak pendorong *seal*. Dengan besar tekanan permukaan yang diizinkan sebesar yang telah disebutkan di atas dan ketahanan beban sebesar 26.5 $ton/inch^2$ ($1,4107 \times 10^8 kg/m^2$) yang dapat ditahan oleh bahan material dari rumah tapak pendorong *seal*, yaitu duralumin sebagai bagian yang berkontak langsung dengan batang berulir daya. Kesimpulannya bahan material ini cocok untuk digunakan karena

tidak akan merusak material dari bahan yang berkontak dengan batang berulir daya. Untuk melihat desain batang berulir daya dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 3 Batang Ulir daya

(Sumber: Pribadi)

d. Faktor Kemanan (*Factor of safety*)

Pada pemodifikasian ini faktor keamanan yang digunakan sebesar 4, karena material yang digunakan merupakan material yang berasal dari baja. Beban sebesar 100 kg, maka beban yang diizinkan adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{MaximumStress} &= \text{FactorSafety} \times \text{DesignStress} \\ \text{MaximumStress} &= 4 \times 100\text{kg} \end{aligned}$$

$$\text{MaximumStress} = 400\text{kg}$$

e. Menentukan Tegangan Geser (τ_a) yang

Diizinkan

$$\tau_a = 0,5 \times \sigma_a$$

$$\tau_a = 0,5 \times 6\text{kg/mm}^2$$

$$\tau_a = 3\text{kg/mm}^2 = 3 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$$

f. Menghitung Diameter Inti (d_1) yang

Diperlukan

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4W}{\pi\sigma_a \times 0,64}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 400\text{kg}}{3,14 \times 6\text{kg/mm}^2 \times 0,64}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1600\text{kg}}{12,0576\text{kg/mm}^2}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{132,6\text{mm}^2}$$

$$d_1 \geq \sqrt{11,5\text{mm}} = 11,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Kesimpulannya beban *seal* yang didapatkan dari akumulasi faktor keamanan (S_f) dan beban berencana (W) sebesar 400 kg, maka untuk perancangan batang berulir daya dibutuhkan diameter inti (d_1) batang berulir yang lebih besar atau sama dengan 11,5 mm. Berdasarkan Ukuran standar ulir kasar metris (JIS B 0205) untuk memprioritaskan pemilihan ulir pada diameter inti (d_1) sebesar 13,835 mm ($1,3835 \times 10^{-2} \text{ m}$). Hal ini dikarenakan diameter inti (d_1) yang mendekati 11,5 mm. selain itu ukuran ini lebih tersedia dipasaran. Ukuran ulir yang dipilih ini adalah M 16 x 2.

g. Bahan mur

Pada pemodifikasian ini rumah tapak pendorong *seal* berfungsi sebagai mur untuk batang berulir daya. Rumah tapak pendorong seal terbuat dari Aluminium dengan Kekuatan tarik matrial (σ_B) rumah

tapak pendorong yang terbuat dari duralumin 26,5 ton/inch² ($1,4107 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$) dan mempunyai kekuatan tarik matrial yang diizinkan (σ_a) 4 tonf/in² ($6,2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$).

h. Tegangan Geser (τ_a) yang Diizinkan pada mur

$$\tau_a = 0,5 \times \sigma_a$$

$$\tau_a = 0,5 \times (6,2 \times 10^{12}) \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a = 3,1 \times 10^{12} \text{ kg/mm}^2 = 3,1 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$$

i. Tekanan permukaan diizinkan (q_a) pada mur

Karena mur pada pemodifikasian alat ini merupakan rumah tapak pendorong yang bahan dasarnya, adalah Aluminium yg padukan dengan baja liat, sehingga memiliki nilai tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) sebesar 3. Rumah tapak pendorong yang berguna sebagai mur untuk batang berulir daya dibentuk menyesuaikan dengan spesifikasi ulir pada batang berulir daya. diameter inti (d_1)

sebesar 13,835 mm ($1,3835 \times 10^{-2} m$) diameter luar (d) sebesar 16mm ($16 \times 10^{-3} m$), diameter efektif (d_2) 14,701mm ($1,4701 \times 10^{-2} m$) dan tinggi kaitan (H_1) $1,083 \times 10^{-3} m$.

j. Menghitung Jumlah Ulir Mur yang

Diperlukan (z)

$$z \geq \sqrt{\frac{W}{\pi d_2 H_1 q_a}}$$

$$z \geq \sqrt{\frac{400kg}{3,14 \times 14,7 \times 1,083 \times 3}}$$

$$z \geq 6$$

k. Tinggi mur yang dibutuhkan (H)

$$H \geq z \times p$$

$$H \geq 6 \times 2$$

$$H \geq 12mm = 12 \times 10^{-3} m$$

$$H \geq (0,8 - 1,0)d$$

$$H \geq (1,0) \times 16mm$$

$$H \geq 16mm = 16 \times 10^{-3} m$$

Dikarenakan bentuk rancangan rumah tapak pendorong sebagai bagian modifikasi alat *special tools* penekan *seal* harus di sesuaikan dengan desain dari rancangan itu sendiri, sehingga tinggi ulir dalam pada rumah tapak pendorong yang berfungsi sebagai mur pada batang berulir daya adalah sebesar. $2,182 \times 10^{-2} m$.

l. Memperhitungkan Tegangan Geser

pada Ulir Luar (τ_b) dan Tegangan

Geser Pada Ulir Dalam (τ_n)

Pada pembebanan ulir dianggap merata sedangkan besar nilai tegangan geser pada ulir luar (τ_b) dan tegangan geser pada ulir dalam (

τ_n) harus lebih rendah dari nilai tegangan geser yang diizinkan (τ_a). Ketetapan harga $k \approx 0,84$ dan $j \approx 0,75$ untuk ulir metris.

m. Tegangan Geser Ulir Luar (τ_b)

$$\tau_b = \frac{W}{\pi d_1 k p z} \leq \tau_a$$

$$\tau_b = \frac{400kg}{3,14 \times 13,835 \times 0,84 \times 2 \times 6} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_b = \frac{400kg}{437,89mm^2} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_b = 0,91kg/mm^2 \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_b = 0,91kg/mm^2 = 9,1 \times 10^{-7} kg/m^2$$

Nilai tegangan dapat diterima oleh ulir, karena hasil perhitungan lebih rendah dari nilai tegangan geser yang diizinkan (τ_a).

n. Tegangan Geser Ulir Dalam (τ_n)

$$\tau_n = \frac{W}{\pi D j p z} \leq \tau_a$$

$$\tau_n = \frac{400kg}{3,14 \times 13,835 \times 0,75 \times 2 \times 6} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = \frac{400kg}{390,97mm^2} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = 1,02kg/mm^2 \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = 1,02kg/mm^2 = 1,02 \times 10^{-6} kg/m^2$$

Nilai tegangan dapat diterima oleh ulir, karena hasil perhitungan lebih rendah dari nilai tegangan geser yang diizinkan (τ_a).

o. Menentukan Usaha Ulir Untuk

Mengangkat Beban (P)

Untuk menentukan usaha ulir pertama–tama harus menentukan berat dari benda yang akan diangkat:

Pertama, menentukan Berat Beban yang Diangkat Ulir (w_o). Berat (w_o) *seal* yang diterima oleh ulir adalah 50 kg, sehingga besar bebannya adalah 500N. Setelah menghitung berat *seal* (w_o), selanjutnya mencari sudut ulir (α) dari batang berulir daya yang memiliki kisar = 2mm ($2 \times 10^{-3} m$). Karena ukuran yang digunakan adalah metric, sehingga ketetapan sudut ulir sebesar 55° . Material ST-37 memiliki ketetapan nilai koefisien gesek sebesar ($\mu_1 = 0.70$).

Kedua, menghitung sudut ulir (α).

$$\tan \alpha = \frac{P}{\pi d}$$

$$\tan \alpha = \frac{2mm}{3,14 \times 16}$$

$$\tan \alpha = 0,039 \approx 0,04$$

Selanjutnya, menghitung gaya (P) yang dibutuhkan keliling ulir untuk mengangkat beban

$$P = W \tan(\alpha + \phi) = W \left[\frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \tan \phi} \right]$$

$$P = 500N \left[\frac{0,04 + 0,7}{1 - 0,04 \times 0,7} \right]$$

$$P = 500N \left[\frac{0,74}{0,972} \right]$$

$$P = 380N$$

p. Menentukan Jumlah Torsi (T_1) Yang

Dibutuhkan

Pertama, menentukan terlebih dahulu radius rata – rata dari ulir. Hal ini didapat dengan cara merata–ratakan jari – jari (R_i) dari Diameter luar (d_1) dan diameter dalam ulir (d_2) dengan cara sebagai berikut:

$$R_i = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

$$R_i = \frac{8mm + 7mm}{2}$$

$$R_i = 7,5mm = 7,5 \times 10^{-3} m$$

Kedua, menghitung torsi (T) yang dibutuhkan untuk memutar batang berulir daya

$$T = P \times \frac{d}{2} + \mu_1 w_o R_i$$

$$T = 500N \times \frac{16}{2} mm + [0,7 \times 50kg \times 7,5mm]$$

$$T = 4000Nmm + 262,5Nmm$$

$$T = 4262,5Nmm = 4,2Nm$$

Selanjutnya, menghitung kecepatan ulir

$$N = \frac{\text{kecepatan lurus (m/min)}}{P(\times 10^{-3} m)}$$

$$N = \frac{3m/min}{2 \times 10^{-3} m}$$

$$N = 1500RPM$$

q. Menghitung Tenaga yang

Dibutuhkan untuk Memutar Batang

Berulir Daya

$$\text{Power} = T \times \frac{2\pi N}{60} \text{ rad/s}$$

$$\text{Power} = 4,2Nm \times \frac{2 \times 3,14 \times 1500}{60} \text{ rad/s}$$

$$\text{Power} = 659,4W = 0,6kW$$

Tenaga (*Power*) yang dibutuhkan untuk memutar ulir sebesar 6,0kW.

r. Menghitung Efisiensi Ulir (η)

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha + \phi} = \frac{1 - \tan \alpha \times \tan \phi}{\tan \alpha + \tan \phi}$$

$$\eta = \frac{0,04(1 - 0,04 \times 0,7)}{0,04 + 0,7}$$

$$\eta = \frac{0,04(1 - 0,028)}{0,74}$$

$$\eta = \frac{0,03888}{0,74}$$

$$\eta = 0,0525 \times 100\%$$

$$\eta = 5,25\%$$

Dengan tenaga sebesar $0,6kW$ untuk memutar batang berulir daya ulir, maka batang berulir daya akan menghasilkan gaya dorong (P) sebesar $380N$, dengan torsi yang dibutuhkan untuk memutar ulir sebesar $4,2Nm$. Nilai efisiensi yang dikeluarkan ulir sebesar $5,25\%$ dari 100% potensinya untuk menghasilkan gaya dorong $380N$.

3. Merancang Luas dan Volume

Rumah Tapak Pendorong Seal

Memperhitungkan luas rumah tapak pendorong yang berkontak dengan *power output pad* bertujuan agar alat modifikasi ini mempunyai ukuran yang sesuai dengan dari *power output pad*.

a. Menghitung Luas Rumah Tapak

Pendorong *Seal* Bagian yang Berkontak dengan *Seal Pad*

$$L = \pi r^2$$

$$L = 3,14 \times (0,0459m)^2$$

$$L = 0,0066m^2 = 6,6 \times 10^{-3} m^2$$

b. Menghitung Volume Dalam Rumah

Tapak Pendorong *Seal*

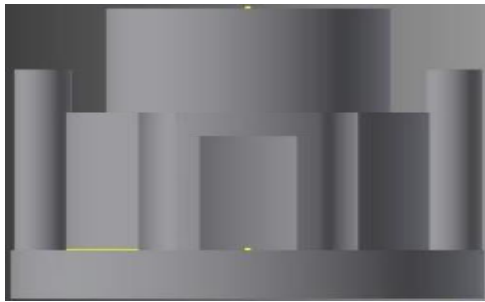
$$V = Lt$$

$$V = 0,0066m^2 \times 0,0392m$$

$$V = 0,000258m^3 = 2,5 \times 10^{-6} m^3$$

Panjang kedalaman rumah tapak pendorong *seal* yang penulis rancang adalah sepanjang $3,922 \times 10^{-4} m$. Rumah tapak pendorong ini berfungsi sebagai rumah (*housing*) untuk menggabungkan komponen-komponen yang alat modifikasi menjadi satu kesatuan (*assy*). Rumah tapak pendorong *seal* ini, berkontak langsung dengan *accessory gear box*, sehingga material yang digunakan adalah paduan Aluminium 7075-T6. Paduan Aluminium 7075-T6 merupakan suatu paduan aluminium dengan zinc sebagai bahan utamanya. Paduan ini umumnya lebih dikenal dengan nama duralumin. Duralumin ini merupakan salah satu bahan paduan aluminium yang memiliki ketahanan material yang tinggi, hal ini dibuktikan berdasarkan *proof stress diagram for duralumin sheets* bahwa material ini dapat menahan beban hingga 26.5 ton/inch^2 ($4,107 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$) dan mengalami deformasi panjang permanent hanya 0.1% dari panjang sebenarnya.

Pada saat digunakan rumah tapak pendorong ini berfungsi sebagai rumah yang berkontak langsung dengan batang berulir daya. Batang berulir daya ini terbuat dari bahan baja liat ST-37 dan memiliki tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) sebesar $1,1 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$ - $1,8 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$ untuk menekan *seal*. Dengan besar ketahanan beban 26.5 ton/inch^2 ($4,107 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$) dan besar tekanan batang berulir daya yang berkontak dengan duralumin hanya sebesar $1,1 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$ - $1,8 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$, maka bahan material ini cocok untuk digunakan. Desain dari rumah tapak pendorong *seal* dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4 Rumah tapak pendorong *seal*
(Sumber: Pribadi)

4. Merancang Tapak Pendorong *Seal*.

Perancangan tapak pendorong *seal* adalah sebagai berikut:

Luas dan Volume Bagian Atas

$$L = \pi r^2$$

$$L = 3,14 \times (0,0332m)^2$$

$$L = 0,0034m^2 = 3,4 \times 10^{-3} m^2$$

$$V = Lt$$

$$V = 0,0034m^2 \times 0,014m$$

$$V = 0,000476m^3 = 4,76 \times 10^{-4} m^3$$

Luas dan Volume Bagian Bawah

$$L = \pi r^2$$

$$L = 3,14 \times (0,0313m)^2$$

$$L = 0,00307m^2 = 3,07 \times 10^{-3} m^2$$

$$V = Lt$$

$$V = 0,00307m^2 \times 0,0116m$$

$$V = 0,0000476m^3 = 4,76 \times 10^{-5} m^3$$

Luas dan Volume Total

$$L_{total} = L_{atas} + L_{bawah}$$

$$L_{total} = 0,0034 + 0,00307$$

$$L_{total} = 0,00647m^2 = 6,47 \times 10^{-3} m^2$$

$$V_{total} = V_{atas} + V_{bawah}$$

$$V_{total} = 0,000476 + 0,0000356$$

$$V_{total} = 0,0005116m^3 = 5,116 \times 10^{-4} m^3$$

Fungsi utama tapak pendorong *seal* adalah untuk mendorong *seal* kedalam *enclosed seal*, sehingga perlu diperhitungkan kedalaman dari lubang tempat masuknya *seal* dan ketebalan dari *seal* itu sendiri. Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman lubang tempat masuknya *seal* didapatkan nilai $2,171 \times 10^{-4} m$ dan tebal *seal* sepanjang $9,56 \times 10^{-3} m$.

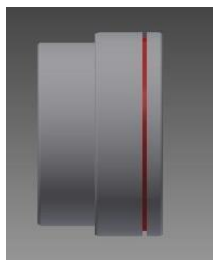
Dalam merancang tapak pendorong *seal* penulis membuat panjang tapak pendorong *seal* sepanjang $2,578 \times 10^{-4} m$, sedangkan panjang ruangan pada rumah tapak pendorong *seal* adalah $3,431 \times 10^{-4} m$, sehingga jika tapak pendorong *seal* dimasukkan ke dalam rumah tapak pendorong *seal* terdapat jarak ruangan sepanjang $8,53 \times 10^{-3} m$.

Dengan jarak ruangan sepanjang $8,53 \times 10^{-3} m$ ditambah dengan kedalaman lubang sepanjang $2,171 \times 10^{-4} m$ sehingga didapatkan jarak total *seal* dari jarak ruangan pada rumah tapak pendorong *seal* hingga masuk ke dalam lubang adalah $3,024 \times 10^{-4} m$, jika jarak total *seal* tersebut dikurangi dengan tebal *seal* sepanjang $9,56 \times 10^{-3} m$, didapatkan kesimpulan bahwa jarak tapak pendorong *seal* untuk mendorong *seal* masuk kedalam *enclosed seal* adalah sepanjang $2,068 \times 10^{-4} m$.

Tapak pendorong *seal* akan mendorong *seal* sesuai dengan putaran dari batang berulir daya. Dengan besar kisar batang berulir daya sepanjang $2 \times 10^{-3} m$, sehingga ketika batang berulir daya diputar 360° , maka akan

mendorong tapak pendorong *seal* sepanjang $2 \times 10^{-3} m$. Kesimpulannya dibutuhkan sebanyak ± 11 kali putaran batang berulir daya terhadap tapak pendorong *seal* untuk mendorong *seal* hingga masuk kedalam *enclosed seal*, kemudian untuk mengetahui apakah *seal* telah terpasang dengan baik adalah dengan

cara melihat tanda merah (*red indicator*) yang terletak $7,97 \times 10^{-3} m$ dari sisi atas tapak pendorong *seal*. Jika tanda merah ini telah sejajar dengan permukaan pada rumah tapak pendorong *seal* maka ini sebagai penanda bawah *seal* telah terpasang pada *enclosed seal*. Setelah mendapatkan hasil perhitungan, selanjutnya menentukan bahan yang cocok digunakan untuk membuat tapak pendorong *seal*. Bahan material tapak pendorong *seal* ini terbuat dari duralumin. material ini dapat menahan beban hingga 26.5 ton/inch^2 ($4,107 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$). Pada penggunaannya tapak pendorong *seal* ini didorong oleh batang berulir daya. Dengan besar tekanan permukaan yang diizinkan dari batang berulir daya sebesar $1,1 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2 - 1,8 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$ dan ketahanan beban sebesar 26.5 ton/inch^2 ($4,107 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$) yang dapat ditahan oleh tapak pendorong *seal* yang terbuat duralumin. Kesimpulannya bahan material ini cocok digunakan untuk tapak pendorong *seal*, karena tidak akan rusak ketika didorong oleh batang berulir daya. Untuk melihat desain tapak pendorong *seal* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5 Tapak Pendorong *Seal*
(Sumber: Pribadi)

5. Merancang Batang Pengunci Berulir Dalam Batang berulir dalam ini adalah modifikasi untuk pengikat rumah tapak pendorong dengan *stud* yang berada di sekeliling *power output pad*. Tujuannya agar posisi rumah tapak pendorong *seal* tidak bergeser saat menekan *seal*.

a. Identifikasi *Stud* yang Diikat Dengan Batang Berulir Dalam.

Stud ini berbahan dasar Aluminium yang dipadukan dengan baja liat, sehingga batang berulir dalam dibuat dengan bahan yang sama agar tidak menimbulkan *dissimilar corrosion*. *Stud* ini menggunakan ukuran british spesifikasi $\frac{1}{4}$ -20 UNC, sehingga batang berulir dalam dibuat dari bahan Aluminium yang dipadukan dengan baja liat agar mencegah terjadinya *dissimilar corrosion*. Untuk melihat desain rancangan batang pengunci berulir dalam dapat melihat gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Batang pengunci berulir dalam
(Sumber: Pribadi)

Dalam pemodifikasian ini batang berulir dalam akan mengunci alat modifikasi pendorong *seal*. Besar beban didapatkan dari nilai massa tapak pendorong *seal* sebesar $0,607 \text{ kg}$. Batang pengunci berulir dalam merupakan modifikasi dari mur M5, sehingga perancangan ini disesuaikan dengan mur M5 yang berfungsi sebagai pengikat *stud*.

b. Faktor Koreksi (f_c)

Nilai faktor koreksi yang digunakan dalam pemodifikasian ini adalah 2. Dengan alasan faktor koreksi yang dibutuhkan untuk daya rata-rata yang diperlukan.

c. Beban Rencana (W_a)

Faktor kemanan diambil dalam melakukan perencanaan, sehingga koreksi - koreksi pertama dapat diambil kecil. Besar berat beban alat modifikasi adalah 0,607 kg. Jika faktor koreksi $f_c = 2$ maka beban rencana adalah sebagai berikut:

$$W_a = W f_c$$

$$W_a = 0,607 \text{ kg} \times 2$$

$$W_a = 1,214 \text{ kg}$$

d. Kekuatan Tarik Mur (σ_b)

Kekuatan tarik dari mur M5, yaitu sebesar $5 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^2$. Karena bahan material penyusunya merupakan paduan baja liat dengan Aluminium, sehingga besar kekuatan tarik material yang diizinkan (σ_a) sebesar $6 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$.

e. Faktor Kemanan (S_f)

Pada pemodifikasian ini faktor keamanan yang digunakan sebesar 6 karena material yang digunakan adalah material campuran atau yang telah dipadukan. Beban rencana (W_a) sebesar 1,214 kg, maka beban yang diizinkan dapat dihitung:

$$\text{Maximum Stress} = S_f \times \text{Design Stress}$$

$$\text{Maximum Stress} = 6 \times 1,214 \text{ kg}$$

$$\text{Maximum Stress} = 7,284 \text{ kg}$$

g. Menentukan Tegangan Geser yang

Diizinkan

$$\tau_a = 0,5 \times \sigma_a$$

$$\tau_a = 0,5 \times 6 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_a = 3 \text{ kg/mm}^2 = 3 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$$

h. Tekanan permukaan diizinkan (q_a)

Karena batang berulir dalam merupakan modifikasi pengikat *stud* yang awalnya berupa mur. Mur ini terbuat dari bahan aluminium yang dipadukan dengan baja liat begitupun juga dengan batang pengunci berulir dalam, sehingga memiliki nilai tekanan permukaan yang diizinkan (q_a) sebesar 3. Batang pengunci berulir dalam memiliki spesifikasi menyesuaikan dengan *stud* di sekeliling *power output pad* yaitu: diameter inti (d_1) sebesar $4,134 \times 10^{-2} \text{ m}$, diameter luar (d) sebesar $5 \times 10^{-2} \text{ m}$ diameter efektif (d_2) $4,48 \times 10^{-2} \text{ m}$ dan tinggi kaitan (H_1) $0,433 \times 10^{-2} \text{ m}$.

i. Menghitung Jumlah Ulir Mur yang

Diperlukan (z)

$$z \geq \frac{W}{\pi d_2 H_1 q_a}$$

$$z \geq \frac{7,824 \text{ kg}}{3,14 \times 5,524 \times 0,687 \times 3}$$

$$z \geq 0,2 \approx 1$$

j. Tinggi mur yang dibutuhkan (H)

$$H \geq z \times p$$

$$H \geq 1 \times 1,27 \text{ mm}$$

$$H \geq 1,27 \text{ mm} = 1,27 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$H \geq (0,8 - 1,0) d$$

$$H \geq (1) \times 6,35 \text{ mm}$$

$$H \geq 6,35 \text{ mm} = 6,35 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Dikarena bentuk rancangan batang pengunci berulir dalam harus disesuaikan dengan panjang *stud* yang berada disekeliling *power output pad*, sehingga tinggi ulir dalam pada batang pengunci berulir dalam, saat proses

pembuatannya disesuaikan dengan panjang *stud*, yaitu $2 \times 10^{-2} m$

k. Menghitung Tegangan Geser Akar Ulir

Mur (τ_n)

Pada pembebanan ulir dianggap merata sedangkan besar nilai tegangan geser pada ulir mur (τ_n) harus lebih rendah dari nilai tegangan geser yang diizinkan (τ_a). Ketentuan harga untuk ulir metris.

Tegangan Geser Pada Ulir Dalam (τ_n)

$$\tau_n = \frac{W}{\pi D j p z} \leq \tau_a$$

$$\tau_n = \frac{7,824kg}{3,14 \times 13,835 \times 0,75 \times 31 \times 2} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = \frac{7,824kg}{2336,16} \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = 3,34 \times 10^{-3} kg/mm^2 \leq 3kg/mm^2$$

$$\tau_n = 3,34 \times 10^{-9} kg/m^2$$

Nilai tegangan dapat diterima oleh ulir, sebab nilai lebih rendah dari nilai tegangan geser yang diizinkan (τ_a).Kesimpulannya batang pengunci berulir dalam dibuat dengan menggunakan paduan Aluminium dan baja. Kemudian, mempunyai tegangan geser pada ulir mur sebesar $3,34 \times 10^{-9} kg/m^2$. Mur yang dipilih untuk mengunci rumah tapak pendorong adalah M5.

6. Menghitung Gaya Tekan Seal oleh Batang

Berulir Daya

Dengan diketahui kelurusan sudut menekena seal adalah 90° , sehingga dengan besar nilai sudut itu didapatkan kesejajaran saat melakukan pemasangan, yaitu $\cos \alpha = 0$ (bernilai 1). Sehingga gaya yang dihasilkan sesuai dengan perhitungan gaya dorong ulir.

$$F = m \times a \cos \alpha$$

$$F = 380N$$

7. Mengukur Dimensi Ruang Gerak untuk

Memasang Seal

Sebelum membuat alat modifikasi special tools penekan maka kita harus mengukur besar ruang gerak yang tersedia untuk melakukan pemasangan seal. Power output pad dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan dan bagian belakang. Untuk melihat pengukuran ketersediaan pada power output pad bagian depan dapat dilihat pada Gambar 23: Mengukur panjang ruang gerak bagian depan power output pad ketika engine Allison 250-C20 Series terpasang di helikopter Bell 206.

Ketersediaan ruangan untuk melakukan pemasangan seal kedalam power output pad bagian belakang panjang ruang gerak yang tersedia adalah $2,2 \times 10^{-1} m$ dan lebarnya $1,9 \times 10^{-1} m$, kemudian panjang dari tepi engine ke power output pad sebesar $3,4 \times 10^{-1} m$. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada, sedangkan untuk melakukan pemasangan seal pada power output pad bagian belakang ruang gerak yang tersedia dengan panjang $2,4 \times 10^{-1} m$, lebar $9,5 \times 10^{-1} m$ dan panjang dari tepi engine ke power output pad bagian belakang.

C. Uji Coba Perancangan

Setelah melakukan uji coba terhadap alat modifikasi special tools penekan seal ini. Didapatkan hasil untuk memasang seal kedalam power output pad membutuhkan 10 11/16 putaran pada batang berulir daya yang ditempuh dalam waktu 2 menit 9 detik. Dalam waktu tempuh 2 menit 9 detik ini indikator merah pada tapak pendorong seal terlihat merata dengan sisi rumah tapak pendorong seal. Indikator merah ini menandakan bahwa seal telah terpasang dengan baik tanpa

melawati batas pemasangan didalam *power output pad*. Kondisi saat *engine* Allison 250-C20 Series masih terpasang di helicopter Bell 206 untuk melakukan pemasangan *seal* membuat pandangan menjadi terbatas sehingga dengan adanya indikator merah sangatlah membantu. Lalu dibutuhkan waktu 0,29 detik pada saat memasang batang pengunci berulir dalam untuk mengunci posisi rumah tapak pendorong *seal*. Penguncian posisi rumah tapak pendorong *seal* ini membuat posisi pemasangan *seal* menjadi tegak lurus 90°. Akibatnya *seal* dapat terpasang dengan lurus dan kemungkinan terjadi kemiringannya sangatlah sedikit, sedangkan jika menggunakan alat *special tools* penekan konvensional waktu yang ditempuh untuk memastikan posisi kelurusan saat memasang *seal* tidak dapat diprediksikan. Hal ini disebabkan tidak ada yang mengunci posisi alat saat melakukan pemasangan *seal* sehingga kemiringan bisa saja terjadi. Kemudian dikarenakan tidak adanya indikator bahwa *seal* telah terpasang dengan besar gaya tekan yang sesuai sehingga, kemungkinan *seal* terluka akibat gaya tekan yang berlebih bisa saja terjadi. Hasil uji coba perancangan dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 7 berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Coba Perancangan

No	Jumlah Putaran	Jarak Maju	Keterangan
1	1 Putaran	$2 \times 10^{-3} m$	Tapak Pendorong <i>seal</i> mulai bergerak
2	3 Putaran	$6 \times 10^{-3} m$	Tapak Pendorong <i>seal</i> bergerak 1/4 jarak
3	5 Putaran	$10 \times 10^{-3} m$	Tapak pendorong <i>seal</i> bergerak mendorong seal 1/2 jarak
4	7 Putaran	$14 \times 10^{-3} m$	Tapak pendorong seal bergerak mendorong seal 3/4 jarak
5	10 11/16	$2 \times 10^{-2} m$	Tapak pendorong <i>seal</i> terpasang di

Putaran	<i>power output pad</i> .
---------	---------------------------



Gambar 7 Hasil Uji Coba Perancangan(Sumber: Pribadi)

D. Intepretasi Hasil Uji Perancangan

Pada saat melakukan uji coba rancangan ini dikatakan berhasil, karena *seal* dapat terpasang dengan baik, tanpa melukai *seal*. Dan seluruh kriteria perancangan terpenuhi.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Beban *seal* (W) yang akan didorong adalah seberat 50kg .
2. Ketika merancang batang berulir daya didapatkan besar torsi (T_1) pada batang berulir daya untuk mendorong *seal* sebesar $4,2\text{ Nm}$ dengan Tenaga (P) yang dilakukan untuk memutar batang berulir daya sebesar $6 \times 10^{-4}\text{ kW}$, sehingga didapatkan besar efisiensi yang dikeluarkan ulir sebesar $5,25\%$ untuk menghasilkan gaya dorong 380N . Dengan merancang batang berulir daya ini dapat menghemat ketersediaan panjang ruang gerak $\square\square 1,1 \times 10^{-2}\text{ m}$ dan lebar ruang gerak $\square\square 2,2 \times 10^{-2}\text{ m}$. Bahan material yang digunakan untuk membuat batang berulir daya adalah ST-37.
3. Ketika merancang dimensi rumah tapak pendorong didapatkan luas total (L_{TOT}) rumah tapak pendorong *seal* sebesar $6,6 \times 10^{-3}\text{ m}^2$ dan volume total (V_{TOT}) sebesar $2,5 \times 10^{-3}\text{ m}^3$. Selain itu, ukuran rumah tapak pendorong membuat ruang gerak untuk melakukan pemasangan *seal* lebih besar. Karena panjang dan lebar ruang gerak bebas yang tersedia sebesar $\square\square 1,1 \times 10^{-2}\text{ m}$ dan $\square\square 2,2 \times 10^{-2}\text{ m}$ pada bagian depan *power output pad*. Sedangkan untuk bagian belakang panjang dan lebar ruang gerak bebas yang tersedia sebesar $\square\square 1,3 \times 10^{-2}\text{ m}$ dan $\square\square 2,2 \times 10^{-2}\text{ m}$. Bahan material yang digunakan untuk membuat rumah tapak pendorong seal adalah Aluminium 7075-T6. Tidak hanya itu rumah tapak pendorong seal juga dapat membuat *special tools* menjadi lebih ringan $4 \times 10^{-1}\text{ kg}$ diandingkan dengan alat

sebelumnya sehingga semakin mudah digunakan.

4. Ketika merancang dimensi tapak pendorong *seal* disesuaikan dengan bentuk *power output pad*. Rancangan ini memiliki didapatkan luas total (L_{TOT}) tapak pendorong *seal* sebesar $6,47 \times 10^{-3}\text{ m}^2$, volume total (V_{TOT}) $5,116 \times 10^{-4}\text{ m}^3$, jarak tipis luas antar tapak pendorong *seal* dan rumah tapak pendorong *seal* $2 \times 10^{-6}\text{ m}^2$ sedangkan jarak tipis volume antar tapak pendorong *seal* dan rumah tapak pendorong *seal* $2,48 \times 10^{-2}\text{ m}^3$. Dengan merancang tapak pendorong *seal* ini dapat menghemat ketersediaan panjang ruang gerak $1,1 \times 10^{-2}\text{ m}$ dan lebar ruang gerak $2,2 \times 10^{-2}\text{ m}$. Bahanmaterial yang digunakan untuk membuat tapak pendorong *seal* adalah Aluminium 7075-T6. Dengan merancang tapak pendorong *seal* juga dapat besar gaya tekan yang terhadap *seal* merata, sehingga permukaan *seal* tidak rusak saat ditekan. Terletak tanda merah (*red indicator*) yang terletak $7,97 \times 10^{-3}\text{ m}$ dari sisi atas tapak pendorong *seal*. Tanda merah ini sebagai penanda bawah *seal* telah terpasang pada *enclosed seal*.
5. Ketika merancang batang pengunci berulir dalam sebagai modifikasi untuk mengunci posisi rumah tapak pendorong *seal*, sehingga didapatkan posisi kelurusan saat melakukan pemasangan. Didapatkan nilai tinggi batang berulir dalam yang dibutuhkan (H) sebesar $6,35 \times 10^{-3}\text{ m}$ dan didapatkan tegangan geser pada ulir dalam (τ_n) $4,15 \times 10^{-9}\text{ kg/m}^2$. Dengan rancangan batang pengunci berulir dalam ini membuat posisi kelurusan pemasangan *seal* 90° dapat terwujud sehingga menghindari terjadinya kemiringan saat melakukan pemasangan *seal*.

B. Saran

1. Beban yang diterima oleh *seal* agar lebih akurat, sebaiknya diukur menggunakan neraca pegas dorong.
2. Batang berulir daya sebaiknya di anodaising agar lebih tahan terhadap karat, sehingga umur material bahan dapat digunakan lebih lama.
3. Rumah tapak pendorong sebaiknya dianodaising agar lebih tahan terhadap karat, sehingga umur material bahan dapat digunakan lebih lama.
4. Tapak pendorong sebaiknya di anodaising agar lebih tahan terhadap karat sehingga umur material bahan dapat digunakan lebih lama.
5. Batang pengunci berulir dalam Batang berulir daya sebaiknya di anodaising agar lebih tahan terhadap karat, sehingga umur material bahan dapat digunakan lebih lama.

Pengujian alat ini membuktikan bahwa, modifikasi alat penekan *seal* dapat menekan *seal* kedalam *power output pad* tanpa melukai *seal* dandengan gaya dorong yang sesuai. Tidak hanya itu alat ini pun mempunyai beberapa kelebihan diantaranya: ringan sehingga mudah digunakan dan praktis karena tidak membutuhkan *soft hammer* untuk memberikan bantuangaya dorong saat memasang *seal*. Namun, modifikasi *special tools* untuk penggantian *seal* ini baru sebatas modifikasi *special tools* penekan untuk pemasangan *seal* saja, belum dilakukan modifikasi *special tools* penarik untuk pelepasan *seal*. Hal ini disebabkan karena keterbatasan waktu sehingga, diharapkan kedepannya modifikasi dapat dilanjutkan untuk *special tools* penarik.

DAFTAR PUSTAKA

Bhandari, V. (2007). *Design of Machne Element*. New Delhi: McGraw-hill.

DGCA.(2006). *CIVIL AVIATION SAFETY REGUGLATION Part 1 Definition and Abbreviation Amdt 1*. Jakarta.

FAA.(2008). *AVIATION MAINTENANCE General Handbook*. U.S: Department of Transportation.

FAA.(2008). *General Handbook*. U.S: Department of Transportation.

FAA.(2008). *Powerplant*. U.S: Department of Transportation.

J.K. Gupta, R. &. (2005). *A Text Book of Machine Design*.

Kuswanto, B. (2010). *PERUBAHAN HARGA TEGANGAN TARIK YIELDMATERIAL BAJA KARBON RENDAH SETELAH MELALUI PROSES PACK CARBURIZING*. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2010.

Robert L. Mott1. (2009). *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis Perancangan Elemen Mesin Terpadu, jilid 1*. Yogyakarta: ANDI.

Rolls Royce 250 Service Trainning.(2006).

ROLLS-ROYCE 250-C20 OPERATION AND MAINTENANCE.(n.d.). Detroit U.S: ROLSS-ROYCE.

Sularso, M. &. (2002). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT PRADNYA PARAMITA.

TRAINNING, A. S. (2013). *B 15 Gas Turbine Engine Part 4-GT Adaptions*.Perh: EASA PART 66.

TRAINNING, A. S. (2013). *B06 Materials & Hardware Part 1- Materials*. Perth: EASA PART 66.

TRAINNING, A. S. (2013). *B15 GAS TURBINE ENGINE Part1 - Fundamentals*.Perth.

Transmission Oil Schematic.(2006). U.S: Bell 206 Training Manual.

250-C20 Operation & Maintenance Manual 10W2.(2006). u.s: Detroit Diesel Allison.