

**RANCANGAN PEMBUATAN *SPECIAL TOOL BUSHING PULLER* UNTUK
PISTON ENGINE LYCOMING IO-360 SEBAGAI PENUNJANG
PEMBELAJARAN DI HANGAR POLITEKNIK PENERBANGAN
SURABAYA**

Afik Anjib Arrozzaq¹, Suseno², Bambang Junipitoyo³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya
Email: Afikanjibar@gmail.com

ABSTRAK

Bushing sebuah komponen penting dalam sebuah dunia penerbangan, fungsi *bushing* biasanya untuk peredam getaran yang berasal dari getaran mesin dan sebagai tumpuan antara poros dengan *bushing* yang berputar agar tidak langsung mengenai permukaan komponen *engine*. Saat melakukan *maintenance bushing* harus dilakukan sesuai prosedur dan menggunakan alat yang sesuai. *Bushing* terbuat dari bahan tahan aus, biasanya kuningan, karena memiliki sifat seperti tahan suhu tinggi dan tahan *abrasi*. Metode analisis yang digunakan yaitu *experimental* untuk pembuatan *special tool*. Ketika sedang melakukan praktek *overhaul* untuk pembukaan *bushing* masih menggunakan metode manual dengan *hammer* dan *punch* mengakibatkan kerusakan pada *bushing*. Oleh karena itu, pembuatan *special tool bushing* untuk praktik sangat dibutuhkan untuk memfasilitasinya. Dalam rancangan ini di buat dari bahan *steel* atau baja karena pada umumnya *tool* yang digunakan untuk praktek *overhaul* dengan bahan ini. Dari *experiment* ini menghasilkan *special tool bushing puller* yang bisa digunakan secara efisien dan sesuai dengan kebutuhan *maintenance cylinder head* pada *piston engine lycoming IO-360* di hangar Politeknik Penerbangan Surabaya.

Kata kunci : *special tool, bushing puller, bushing, overhaul, maintenance*

Bushing is an important component in an aviation world, the function of the bushing is usually to reduce vibrations from engine vibrations and as a support between the shaft and the rotating bushing so that it does not directly hit the surface of the engine components. When performing maintenance bushings must be carried out according to procedures and using appropriate tools. Bushings are made of a wear-resistant material, usually brass, because they have properties such as high temperature resistance and abrasion resistance. The analytical method used is experimental for making special tools. When doing overhaul practice for bushing opening, still using the manual method with hammer and punch causing damage to the bushing. Therefore, the manufacture of special tool bushings for practice is urgently needed to facilitate this. In this design it is made of steel or steel because in general the tools used for overhaul practice with this material. This experiment resulted in a special tool bushing puller that can be used efficiently and in accordance with the needs of cylinder head maintenance on the piston engine lycoming IO-360 in the hangar of the Surabaya Aviation Polytechnic.

Keywords : *special tool, bushing puller, bushing, overhaul, maintenance*

A. PENDAHULUAN

Piston engine atau biasa disebut dengan mesin torak, merupakan mesin yang menggunakan *piston* (torak) sebagai tenaga penggerak. *Piston* yang bergerak naik turun dihubungkan dengan *crankshaft* melalui *connecting rod* untuk memutar *propeller* atau baling-baling. *piston* dapat bergerak naik turun karena adanya pembakaran antara campuran udara dengan bahan bakar (*fuel*) di dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Pembakaran di dalam *combustion chamber* menghasilkan *expansion* gas panas yang dapat menggerakkan *piston* bergerak naik turun.

Bushing sebuah komponen penting dalam sebuah dunia penerbangan, fungsi *bushing* biasanya untuk peredam getaran yang berasal dari getaran mesin dan sebagai tumpuan antara poros dengan *bushing* yang berputar agar tidak langsung mengenai permukaan komponen *engine*. *Bushing* terbuat dari bahan tahan aus, biasanya kuningan, karena memiliki sifat seperti tahan suhu tinggi dan tahan *abrasi*. (Huda, 2018)

Politeknik Penerbangan Surabaya atau biasanya di singkat Poltekbang Surabaya mempunyai alat penunjang pembelajaran praktek yang begitu memadai untuk mengetahui teori dan materi tentang *piston engine*. *Piston engine* dipelajari pada semester 3, Maka dari itu diperlukan beberapa *special tool* yang efisien sehingga alat lebih mudah digunakan dan dipahami oleh para taruna untuk pelaksanaan praktek.

Materi pembelajaran *piston engine* yang mewajibkan taruna untuk melaksanakan praktek *overhaul* sehingga setiap taruna harus bisa membongkar tiap-tiap bagian dari

engine, dan khususnya pada bagian *cylinder* yang terpasang banyak sekali komponen salah satunya yaitu *bushing* yang terpasang pada *head cylinder rocker shaft bosses* yang berfungsi sebagai tumpuan di bagian lubang *rocker shaft* dan *valve rocker* agar tidak langsung bersentuhan dengan bagian komponen *cylinder head* maka dari itu saat taruna melakukan praktek harus melepas nya untuk melakukan pengecekan dan pembelajaran. Dari Manual Book tentang *Overhaul Manual Direct Drive Engine Part No. 60294-7* juga menjelaskan *maintenance bushing* pada *piston engine lycoming*. Dalam proses ini kita melakukan pengecekan dan pelepasan dengan mengukur diameter inner *bushing* ataupun outer *bushing*, mengecek apakah *bushing* masih bisa digunakan atau sudah mencapai limit jika terjadi keausan harus diganti, seringkali ditemukan masalah dalam melepas *bushing* yang mengalami *stuck* atau macet dikarenakan kurangnya *maintenance* yang teratur yang disebabkan oleh *housing bushing* pada *cylinder* untuk praktek mengalami korosi. Akibatnya proses praktek *overhaul* menjadi tidak efisien. Ketika normal melepaskan *bushing* luar dan dalam menggunakan *the rocker shaft bushing removal drift* atau *punch* dan *hammer* dalam proses ini bisa mengakibatkan kerusakan pada sebuah *housing bushing* menyebabkan praktek kurang efisien serta kurangnya kondisi *safety* yang dapat menyebabkan material pada sisi samping *bushing* mengalami kerusakan. Selain itu penggunaan alat *hammer* dan *punch* menyebabkan resiko kecelakaan kerja tinggi. (Engine, 1974)

Penulis menemukan penelitian yang relevan sebagai referensi penulis untuk membuat rancangan alat yang

akan dilakukan dengan judul “Analisa Dan Perancangan Alat Pemasang Bushing Pada Attachment Pc 400 Dengan Metode VDI 2221”.

Banyak masalah terjadi bushing tidak terpasang dengan presisi atau tidak dapat terpasang pada attachment yang disebabkan kesalahan dalam proses instalasi salah satunya dengan dilakukan pemukulan dengan palu pada bushing tsb agar masuk pada lubang attachment padahal dengan dilakukan proses pemukulan tsb selain dapat merusak part, proses tersebut juga tidak aman (unsafe) karena dengan proses pemukulan terjadi benturan antara 2 logam (bushing & palu) sehingga menyebabkan gram/chip yang mana bila gram/chip tsb terlempar/melenting dan mengenai tubuh kita maka akan berakibat accident baik, minor accident, hingga fatal accident.(Harfi & Sugeng, 2015)

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis mencoba untuk menyajikan sebuah Penelitian yang berjudul:

“RANCANGAN PEMBUATAN *SPECIAL TOOL BUSHING PULLER* UNTUK *PISTON ENGINE LYCOMING IO-360* SEBAGAI PENUNJANG PEMBELAJARAN DI HANGAR POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA”. Dengan adanya alat ini, penulis mengharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan pengetahuan dan skil Teknik pesawat udara dalam praktek *Maintenance* di hangar Politeknik Penerbangan Surabaya.

A. TEORI SINGKAT

1. Piston Engine LYCOMING IO-360

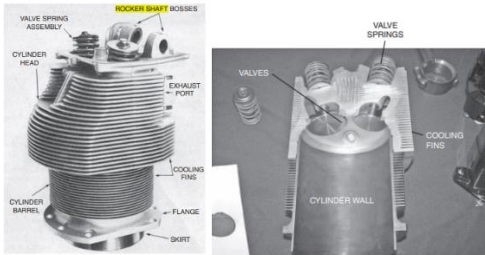
Piston adalah komponen mesin yang membentuk ruang bakar dengan *cylinder block* dan *cylinder head*. Mesin *piston* adalah mesin yang menggunakan piston sebagai tenaga penggerak. *Piston* yang bergerak naik turun dihubungkan ke *crankshaft* melalui *connecting rod* untuk memutar *propeller*. Di hangar Politeknik Penerbangan Surabaya bagian *engine shop* menggunakan *piston engine LYCOMING IO-360* untuk praktek menggunakan tipe *engine* yang dipasang pada pesawat *single engine (High Wing)* yang mempunyai 4 *cylinder* dengan memiliki power 180 HP. Pesawat ini juga mempunyai *cooling system* udara dengan bahan bakar dan sudah menerapkan sistem injeksi (fuel injected) yang umum digunakan di dunia transportasi karena kehandalan dan daya tahan. (Wild, 2018)

2. Teori Umum

2.1 Teori *Cylinders*

Silinder mesin pembakaran internal mengubah energi panas kimia bahan bakar menjadi energi mekanik dan mentransmisikannya melalui *piston* dan *connecting rods* ke *the rotating crankshaft* (Gambar 2.1). sebagian dari mekanisme penggerak *valve*, dan mendukung *spark plugs*. Rakitan silinder yang digunakan untuk mesin masa kini biasanya mencakup komponen berikut: (1) *cylinder barrel with an integral skirt*, (2) *cylinder head*, (3) *valve guides*, (4) *valve rocker-arm supports*, (5) *valve seats*, (6) *spark plug bushings*, and (7) *cooling fins*. Rakitan silinder, bersama-sama dengan piston, connecting rods, and crankcase section di mana mereka

dilampirkan, dapat dianggap sebagai bagian daya utama mesin.(Wild, 2018).



Gambar 1 *Cylinder assembly*

Operasi perbaikan yang diperlukan untuk silinder tergantung pada keausan dan kerusakan yang ditemukan selama pemeriksaan. Beberapa operasi dilakukan pada setiap perbaikan, dan lainnya dilakukan hanya jika diperlukan untuk mengembalikan silinder ke kondisi *airworthy* (Gambar 2.2). Jika *engine* di *Overhaul* untuk pertama kalinya, mungkin satu-satunya operasi yang diperlukan pada silinder adalah inspeksi rutin setelah dibersihkan, memasang kembali *valves* dengan menggerinda dan memukul-mukul, dan memecahkan *glasze* pada dinding silinder dengan mengasah silinder.

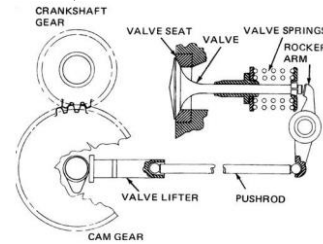


Gambar 2 *cylinder*
 (Sumber : Dokumentasi Penulis)

2.2 Teori *Pushrod*

Batang atau tabung baja atau paduan aluminium, terletak di antara *valve lifter* dan *rocker arm of the valve*

mekanisme pengoperasian *valve* untuk mentransmisikan gerakan *valve lifter* (Gambar 2.3).



Gambar 3
Valve operating mechanism for an opposed engine.

Cara inspect *push rod* Periksa *push rod* dari keausan atau kelonggaran ujung *ball ends* (Gambar 2.4). Jika ujung *ball ends* longgar, ganti *rod*. *Rod* harus lurus ke dalam. 010 inch. (Wild, 2018).

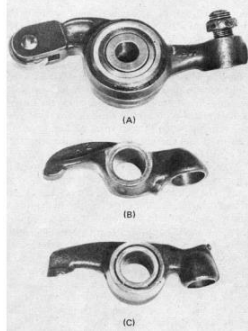


Gambar 4 *pushrod*
 (Sumber : Dokumentasi Penulis)

2.3 Teori *Rocker Arm*

Standar komponen *valve mechanism* terdiri dari komponen-komponen penting yang dapat ditemukan pada jenis *engine opposed* dan *radial*. A *pivoted arm*, dipasang pada bantalan di *cylinder head*, untuk membuka dan menutup *valve*. Salah satu ujung lengan menekan *valve*, dan ujung lainnya menerima gerakan dari *pushrod*. Komponen *rocker arm* ini berfungsi sebagai penghubung antara *camshaft* dengan *valve* untuk mengatur buka-tutupnya *valve* sebagai saluran *fuel-air*

mixture (intake) dan saluran gas buang (*exhaust*). Didalam *Rocker arm* diberikan lubang berfungsi untuk pengaliran Oli menuju ke *bearing* dan mekanisme *valve*. *Rocker arm* terdapat beberapa jenis yang terdapat pada (Gambar 2.5). *Rocker arm* yang ditunjukkan pada (B) dan (C) dirancang untuk *engine tipe opposed*. Sementara *rocker arm* di (A) digunakan pada *radial engine Pratt & Whitney R-985*.



Gambar 5 Tipe *Rocker Arm*

Rocker arm dipasang pada poros baja yang, pada gilirannya, dipasang di *bosses rocker-shaft* di *cylinder head*. *Bosses rocker-shaft* dicetak secara integral dengan *cylinder head* dan kemudian dikerjakan dengan dimensi dan penyelesaian yang benar untuk pemasangan *rocker shaft*. Dimensi *rocker-shaft* memberikan dorongan yang pas di boss. *shaft* ditahan pada tempatnya dengan penutup *rocker-box* atau dengan penutup di atas lubang tempat pemasangannya. *steel rocker arms* dilengkapi dengan *bushing* perunggu untuk menghasilkan permukaan *bearing* yang baik. *Bushing* ini dapat diganti saat *overhaul* jika *aus melebihi batas* yang ditentukan (Gambar 2.6). *Rocker shaft* pada *engine AvcoLycoming IO-360* ini menggunakan *plain bearings* sebagai

poros *rocker arm*. (Wild, 2018)



Gambar 6 *Rocker Arm, Rocker Shaft, dan Bushing*

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

2.4 Condition Overhaul

Condition Overhaul menjelaskan dalam bagian terpisah prosedur overhaul besar lengkap untuk setiap bagian individu dari mesin, sehingga membagi manual untuk semua tujuan praktis. *Overhaul* dapat diartikan sebagai inspeksi secara teliti, dalam dunia penerbangan diartikan sebagai kegiatan membongkar komponen pada pesawat dan dilakukan inspeksi pada setiap komponen dan memeriksa secara visual. dilakukan pengukuran untuk mendapatkan data yang sesuai, kemudian membandingkan dengan nilai standar yang telah ditentukan. *Overhaul cylinder head (engine overhaul)* adalah kegiatan melepas *cylinder* dari mesin (*engine*) karena adanya kerusakan pada *cylinder head* atau komponen pada *cylinder head*. Komponen yang dilepas diperiksa sebagai dasar untuk perbaikan dan penggantian komponen *cylinder head*. (Sugeng et al. 2016)

3. Jenis Material Tool

Penggunaan material *steel* atau baja disebabkan karena sebagian besar perkakas menggunakan material ini dan memiliki sifat yang ulet,



diaktisitas yang baik tetapi getas sehingga penggunaan material ini tidak boleh dipaksakan dan harus sesuai dengan kebutuhan serta kegunaan *tool*. (Nevada J. M. Nanulaitta & Lillipal, 2012), Ditinjau dari jumlah karbon yang terkandung di dalamnya, baja karbon dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Baja karbon tinggi, adalah baja dengan kandungan karbon 0,70 % (jumlah karbon yang sangat direkomendasikan sebagai bahan *tool*)
2. Baja karbon menengah dengan kandungan karbon 0,30 %.
3. Baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0,04%.

4. Teknik Pe,buatan Rancangan *Tool*

4.1 Teknik Pengukuran

pengukuran adalah proses mencocokkan suatu bilangan secara empiris dan objektif dengan sifat-sifat suatu benda atau peristiwa yang sebenarnya sehingga bilangan yang dihasilkan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang benda atau peristiwa yang diukur. Jangka sorong tidak hanya digunakan untuk mengukur panjang tetapi jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur diameter sebuah cincin, dengan menggunakan pengukuran 100 garis dari bilah bantu sesuai dengan 49 mm dari bilah utama, jadi setiap baris adalah $= \frac{100}{49}$ mm. Jika jumlah bilah bantu sesuai dengan tanda pada skala utama, maka yang terbaca adalah jumlah skala yang dihitung dari angka 0 x 0,02 mm. (Poerwanto dkk, 2012:79)

4.2 Teknik Pemotongan

Grinding pada dasarnya adalah proses mekanis benda kerja. Selama *grinding*, sebagian besar panas (80%

hingga 85%) melewati benda kerja. Merupakan kekasaran permukaan dari proses *grinding*, seperti yang ditunjukkan oleh suhu tinggi di sepanjang permukaan bagian. Dengan melihat suhu lokal yang lebih tinggi, kita dapat melihat titik mana yang menyebabkan distribusi dan mana yang menyebabkan suhu tinggi dan reaksi kimia pada permukaan bagian. Selama *grinding* permukaan, energi dilepaskan sebagai perpindahan panas di sepanjang permukaan benda kerja.

4.3 Teknik Drilling

Proses *drilling* atau sering disebut dengan proses pemboran merupakan proses pemesinan yang paling sederhana dari proses pemesinan lainnya. Proses ini biasa disebut di *workshop* sebagai proses bor, namun istilah tersebut tidak sepenuhnya benar dalam prakteknya. Proses *drill* dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*)

4.4 Teknik Pengelasan

Pengelasan adalah sambungan metalurgi dari sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut, konsep pengelasan dapat dijelaskan lebih lanjut dengan menggunakan energi panas baik sumber panas dari listrik maupun api dari pembakaran gas untuk menyambungkan beberapa batang logam secara lokal. Saat ini, dengan kemajuan teknologi, semakin banyak jenis las yang dibuat, baik dengan proses las pengisi maupun tanpa las. Yang terbaru adalah proses pengelasan yang menggunakan energi

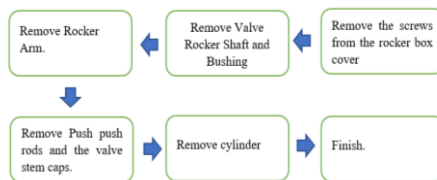
rotasi untuk menghasilkan gesekan dan menghasilkan banyak panas, yang dapat digunakan dalam proses pengelasan yang biasa disebut proses las *friction welding*.

4.5 Teknik Pengecatan

Pengecatan (painting) adalah suatu proses aplikasi cat dalam bentuk cair pada sebuah obyek, untuk membuat lapisan tipis yang kemudian, untuk membentuk lapisan yang keras atau lapisan cat. Lapisan cat terbagi kedalam 7 lapisan yaitu cat primer, dempul, surface, top coat, solvent, hardener dan gloss. pada sebuah obyek, untuk membuat lapisan tipis yang kemudian untuk memuat lapisan yang keras atau lapisan cat. (Ganda Sirait, 2018)

5. *Disassembly Cylinder Overhaul Manual Lycoming IO-360-N1A*

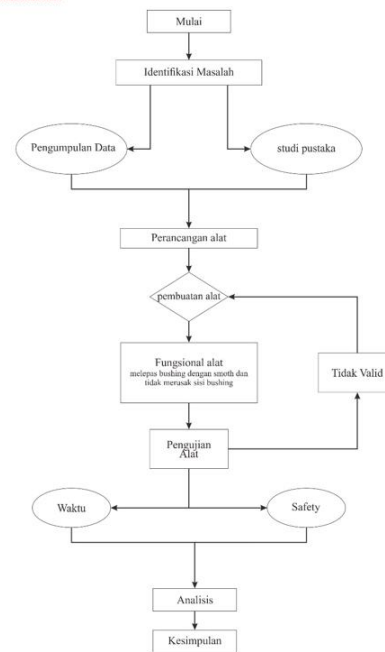
Blok Diagram menjelaskan ringkasan tentang proses *Disassembly cylinders* yang terdapat pada manual *Lycoming IO-360-N1*.



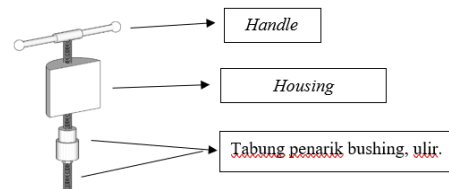
Gambar 7 Blok Diagram *Disassembly/Removal Cylinders*

B. METODE PENELITIAN

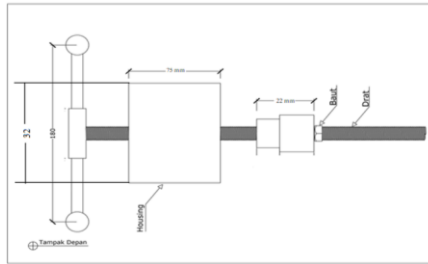
1. Diagram Penelitian



2. Desain alat



Gambar 8 Desain 3D Special Tool



Gambar 9 Desain 2D Spesial Tool

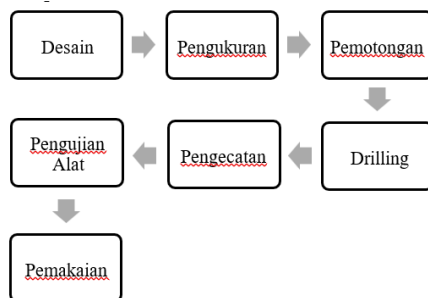
C. HASIL PENELITIAN

Berikut akan dijelaskan mengenai data hasil pengujian pada beberapa komponen maupun pengujian sistem yang telah terintegrasi secara keseluruhan terkait dengan yang disebut diatas serta pembahasan dari hasil pengujian tersebut.

1. Spesifikasi *Special Tool Bushing Puller*

Dalam Proses pembuatan rancangan *special tool bushing puller* ini terdapat spesifikasi yang sudah diterangkan gambar 11.

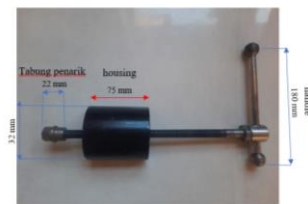
3. Diagram Blok



Gambar 10 Blok Diagram Perencanaan.
 (Sumber : Karya Penulis)

4. Cara Kerja

Special tool ini digunakan untuk melepas *bushing* pada *piston engine* tipe *LYCOMING IO-360* di Politeknik Penerbangan Surabaya, yang mana penggunaan dari *special tool* ini hanya dengan menggunakan bantuan *housing* dan *nut* yang dipasangkan di ujung ulir pada *special tool* yang berfungsi sebagai penahan *bushing*, lalu diputar menggunakan *tool wrench* dengan cara berlawanan arah jarum jam sehingga terlepas dari *cylinder head*.



Gambar 4.1 special tool bushing puller

Gambar 11 *special tool bushing puller*

- Berat dari *special tool bushing puller* ini sekitar 0,60 kg
- Material high carbon steel
- Lebar *housing* 32 mm, Panjang 75 mm, dan Panjang *handle* 180 mm.
- Tabung penarik dengan Panjang 22 mm.

2. Penentuan Bahan Materian 2.1 Spesifikasi Rangka Utama

Material yang digunakan untuk alat *special tool bushing puller* ini menggunakan material high carbon steel dengan lebar *housing* 22 mm, Panjang 75 mm, dan Panjang *handle* 180 mm. material menggunakan high carbon steel sebagai bahan utama pembuatan special tool.

2.2 Spesifikasi Tambahan

1. Tabung Penarik *Bushing*



Gambar 12 Tabung Pendorong *Bushing*

Material yang digunakan carbon steel dengan inner diameter 15 mm dan outer diameter 18 mm, yang dipasangkan di ujung ulir untuk mengunci bushing dengan tenaga yang kuat dan dapat ditarik sehingga dapat terlepas (Gambar 12).

2. Paku kecil



Gambar 13 paku kecil

Paku kecil ini berfungsi sebagai pengunci tabung pendorong bushing

3. Pembahasan Hasil Penelitian

Perancangan alat *special tool bushing puller* yang sudah dibuat dan akan diuji untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan permasalahan yang nantinya akan ditarik kesimpulan.

4. Pengujian Alat

Engine avcolycoming IO-360 terdapat beberapa tipe yang menggunakan jenis *cylinder* yang berbeda yaitu *angle valve cylinder* dan *parallel valve cylinder*. *special*

tool bushing puller ini pengujian menggunakan *parallel valve cylinder*.

spesifikasi *parallel valve cylinder*



Bushing pada Parallel Valve Cylinder

Inner *bushing* : 15 mm

Outer *Bushing* : 18 mm

Hasil pengujian *special tool bushing puller* ini didapat data bahwa alat ini menyesuaikan bentuk dari jenis *parallel valve cylinder* yang dapat mempermudah pelepasan *bushing* di *cylinder* tersebut.

- 1 Bentuk *special tool bushing puller* sudah sesuai dengan bentuk *cylinder head* pada *parallel valve cylinder*.
- 2 Bentuk tabung pendorong *bushing* sudah sesuai dengan diameter inner dan outer *bushing*.
- 3 Proses *disassembly* lebih *safety* karena tidak merusak komponen *bushing* pada *parallel valve cylinder*.

4.1 Perbandingan Alat

Berdasarkan dari hasil melakukan perbandingan alat yang telah dilakukan oleh penulis didapatkan beberapa data gambar yang kemudian dapat disimpulkan bahwa penggunaannya aman dan tidak merusak material komponen dengan hasil sebagai berikut

Tabel 1 Pengujian Perbandingan Alat
(Sumber : Karya penulis)

NO	Gambar	Keterangan
1		soft hammer dan 1. merusak mat sisi sampir bushing, sep sudah di tunj gambar yang merah. 2. Dilakukan sangat hati-ha
2		<i>special tool puller</i> 1. tidak merusa dan sampir karena untul sudah sesua diameter bus bisa dimasul berfungsi mengurangi antara bushing sep gambar yang sudah tanda lingkara

Pengujian safety pada *special tool bushing puller* ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat ini lebih aman digunakan daripada alat penunjang. Permasalahan pertama yaitu penggunaan alat hammer dan punch sebagai penunjang praktek overhaul untuk melepas *bushing* dinilai belum smooth dan safety, memiliki beberapa resiko yaitu menyebabkan kerusakan pada material *bushing* dan pinggiran samping *bushing* karena terkena tekanan dari gaya memukul hammer dan punch.

Sementara dengan menggunakan *bushing puller* sebagai penunjang praktek overhaul untuk melepas *bushing* terbukti dalam pengujian. Kelebihan penggunaan *special tool bushing puller* yaitu lebih smooth saat melepas *bushing*, tidak menyebabkan kerusakan pada material sisi *bushing* dikarenakan bentuk penarik *bushing* sudah disesuaikan dengan ukuran inner *bushing* yang bisa dimasukkan ke lubang *bushing* yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antara tabung penarik dengan *bushing*. Penggunaan yang ringan dan efisien terhadap waktu yang ditunjukkan pada pengujian efisiensi waktu.

4.2 Pengujian Kekuatan Tekanan *special tool bushing puller*

Dari data yang diambil menggunakan alat pengujian tekanan yang didapat dengan menggunakan *Micro Crane Scale* (timbangan gantung) 150kg dengan cara memasang bagian ujung alat *special tool* ke timbangan tersebut setelah itu *special tool* diputar untuk mengetahui berapa berat yang didapat dan alat bisa menerima kekuatan tekanan saat pengujian mencapai 50 kg saat melakukan putaran dengan *special tool bushing puller*.

4.3 Pengujian Efisiensi waktu

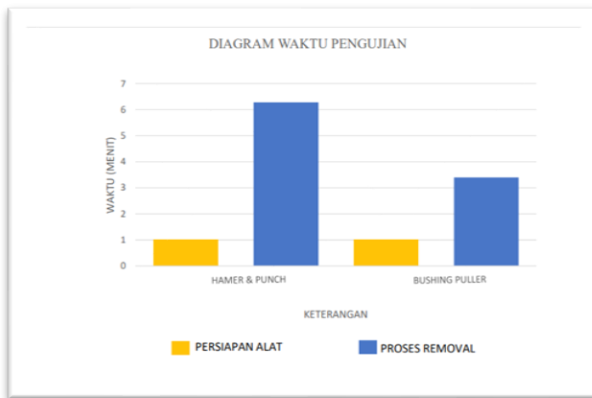
Berdasarkan dari hasil pengujian efisiensi waktu yang telah dilakukan oleh penulis didapatkan beberapa data waktu yang kemudian dapat disimpulkan bahwa perbandingan efisiensi waktu dengan hasil uji pada gambar diagram batang.

Hasil pengujian efisiensi waktu menurut data pada diagram dijelaskan perbandingan penunjang praktek

overhaul dalam proses pelepasan *bushing*. proses pertama adalah persiapan alat dimana di dapatkan data pada penggunaan hammer dan punch dan special tool sama-sama membutuhkan waktu kurang lebih setengah menit dikarenakan harus mencari hammer dan punch di toolbox

special tool bushing puller meliputi ulir penarik, *housing*, tabung penarik dan paku kecil. Lalu melakukan pengecekan dan membersihkan alat tersebut agar

Langkah yang kedua adalah



Gambar 14 Diagram Efisiensi waktu (Sumber : Karya penulis)

Proses removal pada penggunaan *special tool bushing puller* didapatkan waktu yang efisien daripada menggunakan *hammer* dan *punch*, karena penggunaan *hammer* dan *punch* harus dilakukan perlahan agar tidak semakin merusak material sisi samping dari *bushing*.



Gambar 15 *special tool bushing puller*

membuka *cylinder box cover* dengan menggunakan *flat screwdriver* untuk melepas *screw* yang berjumlah 8 buah. Putar *screw* dengan hati-hati sampai terlepas, setelah itu lepas *box cover* nya dengan hati-hati beserta gasket nya pada (Gambar 16).

5 Prosedure Pengujian Alat *Bushing Puller*

Prosedur pengujian alat adalah langkah-langkah yang dilakukan dari awal pengujian sampai dengan didapatkan hasil pengujian. Berikut adalah prosedur pengujian alat *special tool bushing puller* untuk engine avcolycoming IO-360.

Langkah pertama adalah melihat *Maintenance Manual Overhaul Lycoming* dan mempersiapkan alat

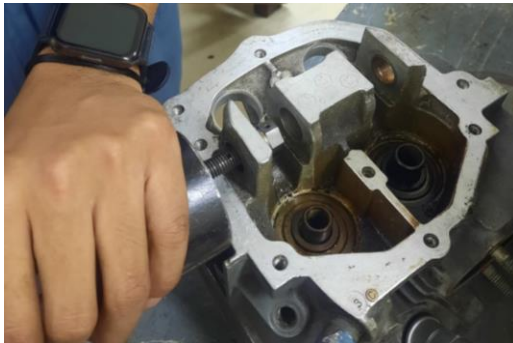


Gambar 16 *Remove Cylinder Box Cover*



Gambar 17 Pemasangan *Special Tool*

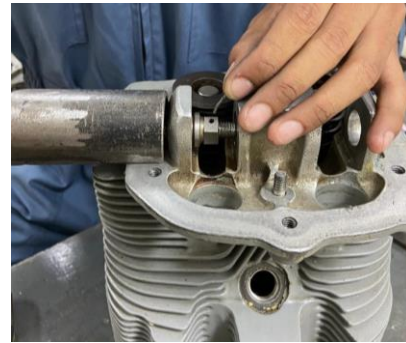
Langkah yang ketiga adalah memasukan ulir penarik *special tool bushing puller* kedalam lubang *bushing* sampai menembus kesisi satunya. Setelah itu pastikan dan sesuaikan panjang ulir dengan panjang *bushing* tersebut.



Gambar 18 Pemasangan tabung pendorong

(Sumber : dokumentasi penulis)

Langkah yang keempat adalah mengunci sisi *bushing* dengan tabung pendorong yang berfungsi mendorong *bushing* keluar.



Gambar 19 Pemasangan paku kecil untuk tabung pendorong

(Sumber : dokumentasi penulis)

Langkah yang kelima adalah memasang paku kecil dibagian tabung pendorong untuk mengunci tabung pendorong tidak ikut berputar saat menarik *bushing* keluar.



Gambar 20 Putar Handle *Special Tool*

(Sumber : dokumentasi penulis)

Langkah yang keenam adalah putar *handle bushing puller* berlawanan arah jarum jam. Putar *handle* sampai *bushing* tertarik menuju *housing bushing puller*.



Gambar 21 *Bushing*

(Sumber : dokumentasi penulis)

Rancangan *bushing puller* ini dapat membantu menunjang praktek *overhaul* saat akan melepas *bushing* pada engine dengan tidak memakan waktu yang lama dan mudah digunakan.

Apabila alat *special tool* ini digunakan dalam membantu praktikum pada *overhaul* di Hanggar Politeknik Penerbangan Surabaya agar tetap selalu diperhatikan perawatan alat tersebut agar tidak rusak dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

D. SIMPULAN

Dari keseluruhan pengujian pada rancangan yaitu dapat diambil simpulan alat ini dapat membantu untuk melepas *bushing* pada engine avcolycoming IO-360 pada saat praktek *overhaul* engine. Pada praktek sebelumnya melepas *bushing* dilakukan dengan menggunakan alat hammer dan punch.

Dengan adanya rancangan *special tool bushing puller* untuk menunjang pembelajaran praktek *overhaul* engine avcolycoming IO-360. Penggunaan *special tool* ini pada saat melepas *bushing* akan lebih efisien dalam hal waktu dan safety karena tidak perlu lagi dengan menggunakan alat yang dapat merusak komponen atau material pada engine.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahuri, H. Rokhmin, dkk. 1996. Politeknik Penerbangan Surabaya (2018). Pedoman Tugas Akhir. Surabaya, Jawa Timur. Politeknik Penerbangan Surabaya
- [2] Bayuseno, A. P. (2009). Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat. *Rotasi*, 11(3), 32-37-37.
- [3] Engine, D. D. (1974). *Direct Drive Engine OVERHAUL MANUAL LYCOMING AIRCRAFT ENGINES CRANKCASE , CRANKSHAFT AND RECIPROCATING PARTS TECHNICAL PUBLICATION REVISION. 60294.*
- [4] Harfi, R., & Sugeng, U. M. (2015). *ANALISA BIAYA DAN PERANCANGAN ALAT PEMASANG BUSHING PADA ATTACHMENT PC 400 DENGAN METODE VDI. 2(2), 47-54.*
- [5] Huda, M. U. R. dan S. (2018). *ANALISA KEAUSAN PADA BUSHING PULLEY SLAG SCRABER MESIN BOILER LONGCHUAN KAPASITAS 8 TON.*
- [6] Nevada J. M. Nanulaita, & Lillipal, E. R. M. A. P. (2012). *ANALISA SIFAT KEKERASAN BAJA St-42 DENGAN PENGARUH BESARNYA BUTIRAN MEDIA KATALISATOR (TULANG SAPI (CaCO₃)) MELALUI PROSES PENGARBONAN PADAT (PACK CARBURIZING)”.*
- [7] Wild, T. W. (2018). Aircraft Powerplants Ninth Edition. In 2018.
- [8] Rakesh Y. Suryawanshi, Pranay S. Ramteke, Niraj Patil, & Deepak Kumar. (2015). Design and Fabrication of Hydraulic Bearing Puller and Pusher. Department of Mechanical Engineering K.D.K.C.E., Nagpur
- [9] Angga Zeptiawan Sastal, Yuspian Gunawan, & Budiman Sudia. 2018. Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperature Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang
- [10] Purwanto. (2012). Metodologi Penelitian Kuantitatif. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [11] Arya. (2010) . Optimalisasi Proses Gerinda Untuk Permukaan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FT-Unesa kampus Unesa ketintang Surabaya.
- [12] Yuni. (2012). Pengaruh Putaran Spindel, Gerak Makan dan Kedalaman potong Terhadap Getaran Spindel Head Hasil Proses Drilling. Jember: Staf pengajar Jurusan teknik Mesin fakultas Teknik Universitas Negeri Jember volume 5. No.1.
- [13] Ganda Sirait. (2018). Analisis Penyebab Cacat produk Truck body 777 Pada Aktivitas Painting. Batam: Prodi Teknik Industri Universitas putera Batam volume 3. No.2 mei 2018.
- [14] Wuryanto. 2008. Analisis Kelayakan Proyek Pelepasan Bushing Sie Die Casting di PT Astra Honda Motor
- [15] Adrian A.Schmidt, Timo Schmidt, Oliver Grabherr, Dirk Bartel. 2018. Transient Wear Simulation Based On Three-Dimensional Finite Element Analysis For a Dry Running Tilted Shaft-Bushing Bearing.
- [16] N Zh Shkaruba, OA Leonov, GN Temasova, Yu G Vergazova dan AV Panin. 2021. Design of the gauge plug for inspection of the diameters of bushing bores of the intermediary shaft for the repairs of engines for agricultural machinery.