

**RANCANG BANGUN *BELLCRANK SYSTEM* MEKANIS
KONTROL *ANTITORQUE* PADA *AIRCRAFT TRAINER*
MBB B0105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

TUGAS AKHIR



Oleh :

MUHAMMAD DAFFA ARROSYID
NIT. 30418063

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2021**

**RANCANG BANGUN *BELLCRANK SYSTEM* MEKANIS
KONTROL *ANTITORQUE* PADA *AIRCRAFT TRAINER*
MBB BO105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md) pada Program Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh :

MUHAMMAD DAFFA ARROSYID
NIT. 30418063

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2021**

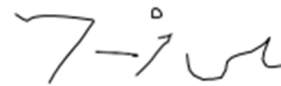
LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *BELLCRANK SYSTEM* MEKANIS KONTROL *ANTITORQUE*
PADA *AIRCRAFT TRAINER* MBB BO105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Oleh :
MUHAMMAD DAFFA ARROSYID
NIT : 30418063

Disetujui untuk diujikan pada : Surabaya, 19 Agustus 2021

Pembimbing I : CHOLIK SETIJONO, S.SiT, MM
NID. 119701109 20160 10809



Pembimbing II : SUYATMO, ST, S.Pd, MT.
NIP. 19630510 198902 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

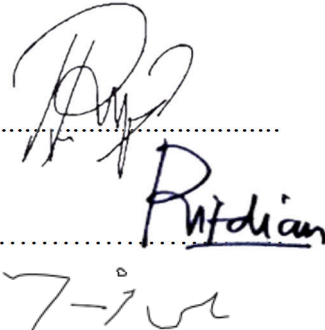
RANCANG BANGUN *BELLCRANK SYSTEM* MEKANIS KONTROL *ANTITORQUE*
PADA *AIRCRAFT TRAINER* MBB BO105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN
DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Oleh:
MUHAMMAD DAFFA ARROSYID
NIT. 30418063

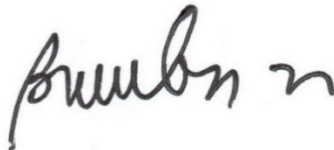
Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Sidang Tugas Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal, 19 Agustus 2021

Panitia Penguji:

1. Ketua : MOCH. RIFAI, ST,M.Pd.....
NIP. 19770216 1999903 1 003
2. Sekretaris : RIFDIAN I.S.,S.T.,M.M.,M.T......
NIP.19810629 200912 1 002
3. Anggota : CHOLIK SETIJONO, S.SiT, MM.....
NID. 119701109 20160 10809



Ketua Program Studi
TEKNIK PESAWAT UDARA



BAMBANG JUNIPITOYO., S.T, M.T.
NIP. 197806262009121001

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Daffa Arrosyid
NIT : 30418063
Program Studi : D.III Teknik Pesawat Udara IV Charlie
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN *BELLCRANK* SISTEM
MEKANIS KONTROL *ANTITORQUE* PADA
AIRCRAFT TRAINER MBB BO105 SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK
PENERBANGAN SURABAYA

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah karya asli dan belum pernah diajukan untuk menerima gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, dan dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi kemajuan ilmu pengetahuan, penulis menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non- Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengubah instalasi, mengelola, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di Kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 21 Januari 2021
Yang membuat pernyataan



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN *BELLCRANK* SYSTEM MEKANIS KONTROL *ANTITORQUE* PADA *AIRCRAFT TRAINER* MBB BO105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA” dengan baik dan tepat waktu. terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak M. Andra Adityawarman, S.T., MT selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Bambang Junipitoyo, S.T., M.T, selaku dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Pesawat Udara di Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Cholik Setijono S.SiT, MM selaku pembimbing I, atas bimbingannya
4. Bapak Suyatmo, ST, S.Pd, MT, MPD, selaku pembimbing II, atas bimbingannya.
5. Seluruh dosen dan *civitas* akademika Program Studi Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Kedua orangtua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan
7. Seluruh sahabat, rekan-rekan seangkatan, senior dan junior yang telah membantu penyusunan tugas akhirini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Surabaya, 19 Agustus 2021



Muhammad Daffa Arrosyid
30418063

ABSTRAK

RANCANG BANGUN BELLCRANK SYSTEM MEKANIS KONTROL ANTITORQUE PADA AIRCRAFT TRAINER MBB BO105 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA

Oleh:

Muhammad Daffa Arrosyid

NIT : 30418063

Hanggar Politeknik Penerbangan Surabaya memiliki berbagai macam jenis *aircraft traineer* sebagai penunjang pembelajaran (*Psychomotor Domain*). Tetapi masih terdapat *aircraft trainer* yang terkendala pada *system flight control* yaitu pada *aircraft trainer* MBB BO105. Dimana *flight control aircraft trainer* tersebut saat ini tidak aktif karena belum terdapat bellcrank sehingga pembelajaran kurang optimal. Solusi yang di berikan yaitu membuat sebuah *bellcrank* sederhana dengan menerapkan teori *Aircraft Maintenance and Repair*. Teori yang diterapkan untuk pembuatan bellcrank yaitu *Marking out, cutting, drilling, filing* dan sebagainya.

Tahapan-tahapan penelitian yang akan ditempuh dimulai dengan melakukan studi pustaka menggunakan beberapa literature berupa buku-buku teks dan beberapa jurnal internasional yang relevan dengan permasalahan yang dikaji sebagai referensi. Langkah selanjutnya adalah membuat desain *bellcrank* berdasarkan ukuran dan bentuk yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Bellcrank merupakan sebuah hasil dari suatu proses produksi baja canai panas (*Hot Rolled Coil*). Bahan yang digunakan untuk pembuatan bellcrank yaitu berupa baja canai panas (*Hot Rolled Coil*), karena hanya digunakan sebagai media pembelajaran saja. Pembuatan *Bellcrank Antitorque Mechanic Control* untuk *trainer* tersebut menggunakan *Hot Rolled Coil* yang akan melalui beberapa proses seperti *milling* dan *welding*, sehingga tidak sesuai untuk *Airworthiness Aircraft*, namun hanya digunakan untuk media pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya. Di dasarkan pada penelitian sebelumnya, maka akan ditambahkan bearing agar *bellcrank* lebih dapat meminimalisir gesekan yang tinggi.

Kata kunci : *bellcrank, antitorque, hot rolled coil, welding, milling.*

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF MECHANICAL SYSTEM BELLCRANK
ANTITORQUE CONTROL ON AIRCRAFT TRAINER MBB BO105
AS A LEARNING MEDIA
AT SURABAYA FLIGHT POLYTECHNIC

By:

Muhammad Daffa Arrosyid
NIT : 30418063

The Surabaya Aviation Polytechnic Hangar has various types of aircraft trainers to support learning (Psychomotor Domain). But there are still aircraft trainers that are constrained by the flight control system, namely the MBB BO105 aircraft trainer. Where the flight control aircraft trainer is currently inactive because there is no bellcrank so that learning is not optimal. The solution given is to create a simple bellcrank by applying the theory of Aircraft Maintenance and Repair. The theory applied to the manufacture of bellcrank is Marking out, cutting, drilling, filing and so on.

The research stages that will be taken begin with conducting a literature study using several literatures in the form of text books and several international journals that are relevant to the problem being studied as a reference. The next step is to create a bellcrank design based on the predefined size and shape. The next step is to make the bellcrank using hot rolled coil.

Bell crank is a result of a hot rolled steel production process (Hot Rolled Coil). The material used for making the bell crank is in the form of hot rolled steel (hot rolled coil), because it is only used as a learning medium. The manufacture of Bellcrank Antitorque Mechanic Control for the trainer uses a Hot Rolled Coil which will go through several processes such as milling and welding, so it is not suitable for Airworthiness Aircraft, but is only used for learning media at the Surabaya Aviation Polytechnic. Based on previous research, bearings will be added so that the bell crank can minimize high friction.

Keywords : *bellcrank, antitorque, hot rolled coil, welding, milling.*

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Mekanis Kontrol (<i>Rotorcraft Controls</i>)	6
2.2 <i>Flight control on helicopter</i>	7
2.2.1 <i>Collective Pitch Control</i>	7
2.2.2 <i>Cyclic Pitch Control</i>	9
2.2.3 <i>Antitorque Pedals</i>	9
2.3 <i>Bellcrank</i>	10
2.4 <i>Hot Rolled Coil</i>	10
2.5 <i>Stress In Structural</i>	11
2.5.1 <i>Tension</i>	12
2.5.2 <i>Compresion</i>	12
2.5.3 <i>Shear</i>	13
2.5.4 <i>Bearing</i>	13
2.5.5 <i>Torsion</i>	14
2.5.6 <i>Bending</i>	14
2.6 Alat Untuk Kontruksi dan Perbaikan <i>Hot Rolled Coil</i>	14
2.6.1 <i>Scale</i>	14
2.6.2 <i>Punches</i>	15
2.6.3 <i>Squaring Shear</i>	17
2.6.4 <i>Hand Cutting Tools</i>	18
2.6.5 <i>Drill Press</i>	21
2.6.6 <i>Pneumatic Drill Motor</i>	23
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian.....	24
3.2 Konsep Dan Desain Alat	25
3.2.1 Konsep Perancangan Alat.....	25
3.2.2 Desain Alat	25
3.2.3 Keterangan Bagian Desain.....	27
3.2.4 <i>End Joint</i>	27
3.3 Uji Kekuatan Material.....	27

3.4 Tahap Pembuatan Alat	28
3.4.1 <i>Marking Out</i>	28
3.4.2 <i>Milling</i>	29
3.4.3 <i>Drilling</i>	29
3.4.4 <i>Filling</i>	30
3.4.5 <i>Finishing</i>	30
3.5 Teknik Pengujian.....	31
3.5.1 Metode Pengumpulan Data.....	31
3.6 Waktu Dan Tempat Penelitian	31
3.6.1 Waktu Penelitian.....	31
3.6.2 Tempat Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proses Pembuatan.....	33
4.1.1 Tahap Pembentukan Baja Canai Panas	34
4.1.2 <i>Frais Machine</i>	34
4.1.3 <i>Grinda Machine</i>	35
4.1.4 <i>Las (welding)</i>	35
4.1.5 <i>Finishing</i>	35
4.2 Hasil Penelitian.....	36
4.2.1 Perbandingan Pengujian Alat	37
4.3 Pembahasan Hasil Pengujian.....	37
4.3.1 Tujuan Pengujian.....	37
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Stationary and rotating swash plate</i>	6
Gambar 2.2 <i>collective pitch control</i>	8
Gambar 2.3 <i>cyclic pitch control</i>	9
Gambar 2.4 <i>Antitorque Pedals</i>	10
Gambar 2.5 <i>Stresses in aircraft structures</i>	11
Gambar 2.6 <i>Bearing stresses</i>	13
Gambar 2.7 <i>Scale</i>	15
Gambar 2.8 <i>Awl</i>	16
Gambar 2.9 <i>Cara menggunakan Awl</i>	16
Gambar 3.0 <i>Center punch</i>	17
Gambar 3.1 <i>Food-operated shear</i>	18
Gambar 3.2 <i>Straight snips</i>	18
Gambar 3.3 <i>Aviation snips</i>	19
Gambar 3.4 <i>File</i>	20
Gambar 3.5 <i>Die Grinder</i>	21
Gambar 3.6 <i>Drill press</i>	22
Gambar 3.7 <i>Bagian – bagian drill</i>	22
Gambar 3.8 <i>Jenis Drill bits</i>	23
Gambar 3.9 <i>Drill motor</i>	23
Gambar 4.0 <i>Diagram alur Penelitian</i>	24
Gambar 4.1 <i>Desain Bellcrank Antitorque (1)</i>	26
Gambar 4.2 <i>Desain Bellcrank Antitorque (2)</i>	26

Gambar 4.3 <i>Bellcrank Dengan Bearing</i>	27
Gambar 4.4 <i>Awl</i>	28
Gambar 4.5 <i>Center Punch</i>	29
Gambar 4.6 <i>Foot-operated Squaring Shear</i>	29
Gambar 4.7 <i>Drill Press</i>	30
Gambar 4.8 <i>Filling</i>	30
Gambar 4.9 <i>Hot Rolled Coil</i> setelah proses <i>marking out</i>	34
Gambar 5.0 <i>Hot Rolled Coil</i> tahap <i>Milling</i>	34
Gambar 5.1 <i>Bellcrank</i> dilapisi cat duco.....	36
Gambar 5.2 Kondisi Sebelumnya	36
Gambar 5.1 Kondisi Sekarang.....	36


DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 3.1 Toleransi kelengkungan arah memanjang untuk pelat baja	28
Tabel 3.2 Waktu Penelitian	32

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

<u>Singkatan</u>	<u>Nama</u>	Pemakaian pertama kali pada halaman
AMTO	<i>Aircraft Maintenance Training Organization</i>	1
MBB	<i>Messerschmitt Bolkow Blohm</i>	1
IGV	<i>Actuator Inlet Guide Vane</i>	2
FPI	<i>Fluorescent Penetrant Inspection</i>	2
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>	2
BSM	<i>Binocular Stereo Microscope</i>	2
IA	<i>Image Analyzer</i>	2
RHM	<i>Rockwell Hardness Measurement Device</i>	2
RPM	<i>Revolutions per Minute</i>	8
Crc	<i>Cold Rolled Coil</i>	11
psi	Pon per inci persegi	13
Sfm	<i>Surface Feet per Minute</i>	22
SNI	Standard Negara Indonesia	28
HRC	<i>Hot Rolled Coil</i>	29
mm	millimeter	29
 <u>Lambang</u>		
°	Derajad	10
<	Lebih Besar	29
≤	Tidak Lebih Besar	29
≥	Tidak Lebih Kecil	29

LAMPIRAN

	<h3 style="margin: 0;">Practical Training Guide, Performance and Evaluation</h3>	
<p>Issue No. :</p> <p>Module : Maintenance Manual MBB BO-105</p> <p>Job Title : Bellcrank Removal</p>	<p>Task No. :</p> <p>Task Name :</p> <p>Date :</p>	<p>Trainee Name :</p> <p>Trainee Unit : MBB BO105</p> <p>ID No. :</p>
<p>Terminal Objective: Trainee to find out the Bellcrank Removal</p>		
No.	Enabling Objectives	
1	Remove vertical fin fairing	
2	Disconnect control rods (6 and 18, fig. 42-20) from bellcrank (12), and secure control rod (6) by trying it to the vertical fin	
3	Remove attaching hardware (1 to 5) and bellcrank (12) together with washers (11 and 13)	
4	If replacing the intermediate gearbox, remove plates (21) per fig. 42-20	

Lampiran A. Task Card Removal and Installation Bellcrank



Practical Training Guide, Performance and Evaluation

Issue No. :	Task No. :	Trainee Name :
Module : Maintenance Manual MBB BO-105	Task Name :	Trainee Unit : MBB BO105
Job Title : Bellcrank Installation	Date :	ID No. :

Terminal Objective:

Trainee to find out the Bellcrank Removal

No.	Enabling Objectives
1	Insert bellcrank (3, figure 42-10) along with washers (17 and 18) in side duct and secure with attaching hardware (4 to 6, 15 and 16)
2	Install control rod (1) and control link (2). Tighen attaching hardware (refer to figure 42-10) and secure with spilt pins
3	Check for freedom of movement and presence of foreign objects
4	Close access cover on RH side of helicopter
5	Install nose access door