

RANCANG BANGUN MAGNETO TESTER BERKECEPATAN 30-3000 RPM UNTUK MESIN LYCOMING PADA PESAWAT PIPER AIRCHER III TX

Rahman Pasaribu¹, Muchammad F.M², Kurniawan P.Y.³, T. Dikatama T.⁴

^{1,2,3,4}National Air And Space Power Of Indonesia

^{1,2,3}Muchammadfurqon10@gmail.com;

⁴ikeo.santai@gmail.com.

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun mengatasi masalah apabila terjadi hal-hal yang signifikan khususnya mesin *lycoming* pada pesawat *piper aircher*. Dalam pelaksanaan pengujian magneto mesin piston *lycoming* akan dilaksanakan pada pesawat *piper archer* III TX, yang membutuhkan putaran tertentu yaitu 1000,2000 dan 3000. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat tester magneto agar mengetahui kondisi magneto dengan indikator percikan konstan. Berdasarkan beberapa identifikasi masalah yang akan menjadi batasan masalah adalah bagaimana merancang *magneto tester* yang berkecepatan 30-3000 RPM. Dari hasil perhitungan dan peran cangan yang telah dilakukan, alat yang dibuat belum mampu mencapai putaran yang maksimum yaitu 2984 rpm. Dengan harapan agar dapat digunakan dan dapat mendukung kinerja mesin secara maksimal.

Kata Kunci: Rancang bangun, *magneto tester*, mesin *Lycoming*, *piper archer* III TX, RPM, indicator, mesin piston.

Abstrak — *This study aims to create a design to overcome problems if significant things happen, especially the Lycoming engine on the Piper Archer aircraft. In the implementation of the Lycoming piston engine magneto test, it will be carried out on the Piper Archer III TX aircraft, which requires certain rotations, namely 1000, 2000 and 3000. The test was carried out using a magneto tester to determine the condition of the magneto with a constant spark indicator. Based on several problem identifications that will be the problem limitation is how to design a magneto tester with a speed of 30-3000 RPM. From the results of the calculations and designs that have been carried out, the tool that has been made has not been able to reach the maximum rotation of 2984 rpm. With the hope that it can be used and can support engine performance optimally.*

Keywords: *Design, magneto tester, Lycoming engine, Piper Archer III TX, RPM, indicator, piston engine.*

1. PENDAHULUAN

Magneto menghasilkan *high voltage* sampai dengan 25000 V yang dihasilkan oleh putaran *engine lycoming*. Setelah dihasilkan *high voltage* kemudian di distribusikan pada sparkplug untuk menghasilkan percikan. Namun, untuk mengha-

silkan hal tersebut magneto membutuhkan putaran antara 30-3000 rpm tergantung spesifikasi magneto. Sebagai contoh pada *engine Lycoming* dan Continental yang merekomendasikan menggunakan magneto Slick dan Bendix yang membutuhkan putaran 1000 sampai 3000 rpm. Berdasar pada CASR

147 AMTO Pada Program Studi Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Indonesia mensyaratkan melakukan praktik overhaul membongkar, memasang kembali dan menguji magneto. Pengujian dilakukan pada putaran 1000, 1500, 2000, 2500 dan 3000 rpm untuk menilai konsistensi hasil percikan bunga api. Konsistensi dipengaruhi kondisi internal komponen magneto diantaranya points, cam, condenser, coil, distributor gear, distributor block dan rotor shaft at cam slot. Adapun efek yang akan terjadi bila percikan bunga api tidak konsisten mengakibatkan loss power akibat perbedaan daya yang dihasilkan setiap silinder atau yang sering disebut *engine rough running*. Sebagai contoh kejadian pada 3 September 2015, tertulis dalam Safety Recommendation National Transportation Safety Board Amerika, sebuah pesawat Piper PA-28-161, N8441B, jatuh pada area perumahan di Santee, California. Dari permasalahan tersebut, untuk memastikan percikan yang dihasilkan pada saat perawatan magneto Piper Archer TX III, perancang tertarik untuk membuat rancang bangun magneto tester dengan memastikan percikan yang dihasilkan dari perawatan magneto Piper Archer TX III.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan membandingkan kondisi saat ini, kebutuhan, dengan rancang bangun beberapa tahapan yang dibutuhkan agar mendapatkan hasil yang diharapkan sebagai berikut:

- Memilih motor agar mendapatkan tipe motor, minimum *power rating* dan speed.
- Memilih AC variable speed drive agar mampu mendapatkan *supply phase* dan motor rating.
- Merancang roda gigi penggerak (gigi lurus) agar mendapatkan diameter

kepala, jumlah gigi, modul dan perbandingan rasio.

- Menentukan *spark plug* agar mendapatkan tipe ulir, bentuk dan dimensi.
- Merancang penyangga magneto agar mendapatkan momen, tegangan ijin material dan material yang digunakan agar mampu menyangga magneto.
- Menentukan alat pengikat agar mendapatkan beban rencana, material, tegangan tarik, tegangan geser serta material baut agar mampu menahan beban dari magneto.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain perancangan

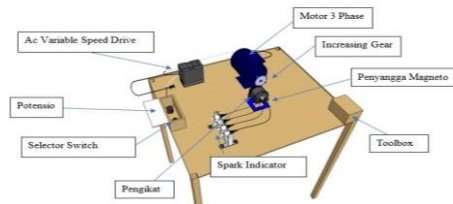
Kondisi saat ini hangar 01 teknik pesawat Udara sekolah tinggi penerbangan Indonesia, sudah tersedianya alat *magneto tester* yang memiliki sumber input putaran masukan yang berasal dari putaran motor. Saat beroperasi konsistensi putaran harus sesuai dengan anjuran dari overhaul manual. Namun alat yang tersedia hanya dapat memutar dengan nilai 0-1750rpm



Gambar 1. *magneto tester hangar 01*

Kondisi yang diinginkan dengan mengacu pada keadaan yang ada tersebut, penulis merancang alat magneto tester dengan alat yang menghasilkan putaran sesuai pada pengetesan magneto setelah overhaul. Sistem di dalam alat khusus ini menggunakan pasangan roda gigi lurus yang ukurannya sudah disesuaikan dengan beban yang akan diterima. Roda gigi lurus merupakan roda gigi dengan bentuk gigi lurus yang digunakan untuk memindahkan putaran antara dua poros

yang sejajar dan frekuensi regulator yang dihubungkan dengan potensiometer dan selector untuk forward dan reverse. Alat ini digunakan untuk mengatur putaran dan arah putar Rpm yang diinginkan. Dengan terciptanya rancangan magneto tester ini diharapkan proses perawatan overhaul magneto dapat terlaksana sesuai dengan panduan pada overhaul magneto.



Gambar 2. Rancangan Bangun Magneto Tester

Berkecepatan 30-3000 Rpm penentuan alat dan bahan sebagai berikut:

- Alat yang digunakan pada saat melakukan perancangan dibutuhkan perlengkapan sebagai berikut: mesin bubut, gerinda, frais, meteran gulung, dan jangka sorong.
- Kriteria bahan yang akan digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut: Material S45C spesifikasi, material digunakan magneto VCL140 digunakan pada roda gigi (Irawan, A. P. (2016).

3.2. Rancangan dan Implementasi

Pada perancangan magneto tester berkecepatan 30-3000rpm, perancangan dibagi menjadi beberapa bagian. Dimana setiap bagian memiliki fungsi dan kriteria masing-masing agar mampu meneruskan putaran roda gigi dan meningkatkan kecepatan putarannya. Motor listrik berfungsi sebagai input putaran yang akan diteruskan ke magneto. Pemilihan RPM motor disesuaikan dengan output yang akan dihasilkan pada putaran gear magneto. Motor listrik tersebut dihubungkan pada AC variable speed drive sebagai indikator frekuensi dengan bantuan potensiometer dan selector switch untuk pengaturan dan arah putaran kecepatan menggunakan

pengaturan frekuensi. Roda gigi pada perancangan ini berfungsi sebagai penerus dan peningkat putaran. Dalam peningkat putaran roda gigi dibagi menjadi 2 yaitu roda gigi besar yaitu roda gigi motor dan roda gigi kecil yaitu roda gigi magneto. Penyangga magneto berfungsi sebagai tempat duduk magneto. Dan pengikat untuk mengikat magneto agar tetap pada saat berputar. Selain itu juga terdapat spark plug sebagai indikator pengetesan sistem rancangan magneto tester berkecepatan 30-3000 rpm.

3.3. Tahapan Perancangan

Pada tahapan perancangan ini, akan dibahas mengenai perhitungan yang mendasari rancangan magneto tester berkecepatan 30-3000rpm, perhitungan – perhitungan terhadap perancangan disesuaikan rumusan masalah. Menentukan motor induksi 3 phase perancang memilih motor induksi dengan kriteria berdasarkan landasan teori pemilihan motor menurut Robert L mott sebagai berikut:

- **Tipe Motor;** Power Rating dan Speed Untuk memenuhi output keperluan karena perancang menggunakan peningkat roda gigi 3000rpm (perbandingan putaran 1:2) maka perancang memerlukan motor dengan output keluaran 1500rpm. Dengan pertimbangan kinerja alat agar dapat berfungsi dengan maksimal dan ketersediaan motor listrik di pasaran, maka motor listrik yang digunakan adalah dengan daya 750W (Arindya, Radita (2012). Maka spesifikasi motor listrik yang akan digunakan adalah:

- Tipe motor 3 Phase,
- Tipe arus AC/Alternating Current
- Daya 750 W atau 0,75 kW
- Putaran minimum 1380 rpm
- Tegangan 220 V/380 V

- **Menentukan AC variable Frequency**

Drive. Beberapa pengaturan yang di butuhkan dalam penentuan AC variable sebagai berikut:

- Pengaturan frequency Untuk meng kontrol kecepatan motor penulis menggunakan pengaturan pada fre kuensi. Pengaturan tersebut dibantu oleh komponen variable speed drive. Pemilihan variable speed drive penulis menggunakan merk INVT GD10-0R7G disesuaikan dengan output inverter yang akan di gunakan yaitu 750 watt dengan input 1 phase dan output 3 phase. Sesuai dengan spesifikasi motor, maka dapat diketahui antara perbandingan putaran dan frekuensi.
- Pengaturan kontrol putaran Dengan pertimbangan dari inverter yang di gunakan memiliki input 10V untuk potensio maka penulis memilih potensio merk COSMO 5K OHM. Spesifikasi tersebut dapat di gunakan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$I = v/R$$

$$I = 10/5000$$

$$I = 0,002A$$

$$I = 2MA$$

Dari perhitungan tersebut, dapat disimpul kan bahwa potensio dapat digunakan karena menurut data sheet A1 variable speed drive dapat menerima 0 mA-20mA.

• Perancangan Roda Gigi Lurus

Dari perancangan roda gigi lurus didapat kan nilai sebagai berikut :

$$m = 3, \alpha_0 = 20^\circ z_1 = 26, z_2 = 13, l = 0,5$$

$$a = 58,5 \text{ mm } d_1 = 78 \text{ mm}, d_2 = 39 \text{ mm}$$

$$dk_1 = 84 \text{ mm}, dk_2 = 45 \text{ mm}, H = 7,8 \text{ mm}$$

$$df_1 = 72 \text{ mm}, df_2 = 33 \text{ mm}$$

Pinion: alloy steel 4140,
Roda gigi besar: Vcl 140

• Pemilihan Spark Plug

Penulis memilih spark plug dengan pertimbangan spesifikasi spark plug pesawat. Namun, penulis menggunakan spark plug otomotif dikarenakan voltage yang dapat diterima spark plug yang

dipilih sudah dapat menerima tegangan sampai dengan 0-30.000V sama seperti spesifikasi spark plug pesawat dan mudah dicari dipasaran. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia Spark plug otomotif di klarifikasi ke dalam beberapa tipe seperti di tunjukan pada lampiran 14. Penulis memilih sparkplug yang diguna kan dalam perancangan dengan kode W16 EX R-U11. Dengan keterangan memiliki ulir 14mm, bentuk spark plug tipe umum dan ukuran yang sesuai dengan SNI.

• Perancangan Penyangga Magneto

Perhitungan momen yang bekerja pada rancangan Dalam menghitung momen gaya yang bekerja pada rancangan menggunakan persamaan 23. Untuk mendapatkan gaya berat. Diketahui massa single magneto 4-5 Lbs atau 2,26 kg, gravitasi adalah 9,8 m/s². Karena dibutuhkan gaya berat yaitu W, sesuai dengan persamaan:

$$W = m \times g$$

$$W = 2,26 \times 9,8$$

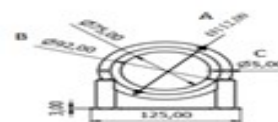
$$W = 22,148 \text{ N}$$

Menentukan tegangan ijin material Faktor keamanan diperlukan dalam proses peran cangan, maka perancang menen tukan faktor keamanan sebesar 8 karena menggunakan material steel dan mene rima beban hidup, sehingga didapatkan:

$$\sigma_{allow} = \frac{\text{yield strength}}{\text{factor of safety}}$$

$$\frac{343}{8} = 42,875 \text{ N/mm}^2$$

Menentukan material yang digunakan berdasarkan tegangan pada penyangga. Menentukan material konsep yang diguna kan berdasar tegangan. Untuk mencari tegangan diperlukan luas area yang menerima beban. Luas area tersebut adalah sebagai berikut.



Luas lingkaran A:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 11^2}{4}$$

$$A = 9847,04$$

Luas Lingkaran B

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 9^2}{4}$$

$$A = 6644,24 \text{ mm}^2$$

Luas 2 lingkaran C:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 39,25 \text{ mm}^2$$

Jadi luas permukaan yang menerima beban adalah: $9847,04 - 6644,24 - 39,25 = 3163,55 \text{ mm}^2$. Untuk memastikan diperbolehkannya menggunakan material S45C, perancang akan membandingkan hasil tegangan yang dihasilkan alat pengikat dengan yield strength material yang akan digunakan. Tegangan normal yang dihasilkan penyangga dengan beban 22,148N diselesaikan dengan persamaan rumus yaitu: Tegangan normal yang dihasilkan penyangga dengan beban N, diselesaikan dalam persamaan rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (37)$$

$$\sigma = \frac{22,148}{3163,55} \text{ N/mm}^2 \quad \sigma = 0,0070 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas perancang memilih material S45C dengan σ sebesar 343 N/mm², Maka perbandingan tegangan yang dihasilkan dengan tegangan yang diizinkan material S45C adalah:

$$\sigma < \sigma_{\text{material}}$$

$$0,0070 \text{ N/mm}^2 < 343 \text{ N/mm}^2$$

$$0,0070 \text{ N/mm}^2 < 343 \text{ N/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas, diketahui bahwa nilai σ penyangga $< \sigma_{\text{material}}$ sehingga baja S45C diperbolehkan untuk digunakan pada rancangan. Menentukan alat pengikat Untuk merencanakan baut pengikat (batang hubung antara magneto dan penyangga), maka beban yang diterima adalah massa dari magneto sebesar 2,26 kg merupakan beban yang ditanggung oleh dudukan

sepeda. Beban rencana Jika faktor keamanan 8 maka beban rencana w sebagai patokan adalah:

$$W = fs \times w$$

$$W = 8 \times 2,26 \text{ kg}$$

$$W = 18,08 \text{ kg}$$

Material baut yang akan digunakan adalah baja lunak definis biasa dengan kandungan carbon 0,2% - 0,6%, Tegangan tarik yang diijinkan, Tegangan tarik yang diijinkan (σ_a) sebesar 4,8 kg/mm² karena material definis biasa Tegangan geser yang diijinkan $\sigma_a = 0,5 \times \sigma_a$ $\sigma_a = 0,5 \times 4,8 \text{ kg/mm}^2$ $\sigma_a = 2,4 \text{ kg/mm}^2$ Menentukan diameter

$$d \geq \sqrt{\frac{4w}{\pi \sigma_a \times 0,64}}$$

$$\geq \sqrt{\frac{4 \times 18,08}{3,14 \times 4,8 \times 0,64}} \quad d \geq \sqrt{7,5020}$$

$$d \geq 2,73 \text{ mm}$$

Karena diameter ulir menyesuaikan dengan diameter baut pengikat antara magneto dan penyangga sebesar 5 mm, maka perancang memilih baut ulir metris kasar M5 x 08 dengan bahan baja yang tersedia di pasaran dengan spesifikasi. $d = 5,000 \text{ mm}$, $d_2 = 4,480 \text{ mm}$, $d_1 = 4,134 \text{ mm}$, $p = 0,8 \text{ mm}$. Menentukan jumlah ulir yang di butuhkan

$$z \geq \frac{w}{\frac{\pi d_2 h q_a}{18,08}}$$

$$z \geq \frac{18,08}{3,14 \times 4,48 \times 0,43 \times 3}$$

$$z \geq 0,99$$

$$\frac{W}{\sigma_t} = (\pi d)(0,8d)^2$$

$$\sigma_t = 1,48 \text{ kg/mm}^2$$

Nilai tegangan tarik yang diijinkan 4,8 kg/mm² maka nilai di atas masih dapat diterima. Batas minimal jumlah ulir yang didapat yaitu 0,493 (kurang dari 1 ulir) sehingga penulis memilih jumlah ulir sebesar 17 agar aman saat digunakan sebagai pengikat Tegangan tarik yang terjadi pada baut. Tegangan geser pada akar ulir baut Nilai tegangan geser harus lebih kecil atau sama dengan nilai

tegangan geser yang diijinkan. Tegangan yang digeser dapat di peroleh adalah:

Ditetapkan harga k = 0,84

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

$$= \frac{18,08}{17}$$

$$\tau_b = 0,121 \text{ kg/mm}^2$$

Diketahui tegangan geser yang diijinkan sebesar 2,4 kg/mm² maka nilai diatas bisa diterima.

3.4. Uji Coba Rancangan

Setelah Setelah tahapan perancangan penulis melakukan uji coba terhadap alat yang telah dibuat. Uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa rancangan alat yang telah dibuat dapat beroperasi sesuai dengan kriteria yang diinginkan akan diperjelas pada table sebagai berikut:

Tabel 11. Uji Coba Blok Rancang

No.	Blok Rancangan	Fungsi	Terdapat	Keterangan
1	Motor AC 3 Phase	Mampu menghasilkan putaran 1492 Rpm	1. Tipe motor 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	Sesuai
2	AC Variable Speed Drive	1. Input 1 phase dan output 3 phase 2. Motor Rating 0,75 Kw	1. Supply phase 2. Motor rating	Sesuai
3	Koda gigi lurus	1. $d_1 = 84 \text{ mm}$ 2. $Z_1 = 26$ 3. $d_2 = 78 \text{ mm}$ 4. $M=3$ 5. $\alpha=20^\circ$	1. $d_2 = 84 \text{ mm}$ 2. $Z_2 = 26$ 3. $d_1 = 78 \text{ mm}$ 4. $M=3$ 5. $\alpha=20^\circ$	Sesuai
4	Spark Plug	Spesifikasi spark plug 1. Tipe 14mm 2. Tipe umum 3. Diameter Diameter A 12 dan diameter B 15,7mm	Spesifikasi spark plug 1. Tipe ulir spark plug 2. Bentuk spark plug 3. Diameter Diameter A toleransi (0,02) maksimum 11mm	Sesuai
5	Penyangga magneto	$\sigma_{ijinkan} = 0,0070$ N/mm ² Frame bagian bawah 16,5mm x 11,5mm Frame bagian atas diameter 11,2mm	$\sigma_{ijinkan} = 343$ N/mm ² Frame bagian bawah 16,5mm x 11,5mm Frame bagian atas diameter 11,2mm	Sesuai

Tabel Interpretasi Hasil Rancangan

No.	Blok Rancangan	Fungsi	Indikator	Kontrol Alat	Keputusan
1	Motor AC 3 Phase	1. Mampu menghasilkan putaran 1492 Rpm 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Tipe motor 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
2	AC Variable Speed Drive	1. Input 1 phase dan output 3 phase 2. Motor Rating 0,75 Kw	1. Supply phase 2. Motor rating	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
3	Koda gigi lurus	1. $d_1 = 84 \text{ mm}$ 2. $Z_1 = 26$ 3. $d_2 = 78 \text{ mm}$ 4. $M=3$ 5. $\alpha=20^\circ$	1. $d_2 = 84 \text{ mm}$ 2. $Z_2 = 26$ 3. $d_1 = 78 \text{ mm}$ 4. $M=3$ 5. $\alpha=20^\circ$	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
4	Spark Plug	Spesifikasi spark plug 1. Tipe 14mm 2. Tipe umum 3. Diameter Diameter A 12 dan diameter B 15,7mm	Spesifikasi spark plug 1. Tipe ulir spark plug 2. Bentuk spark plug 3. Diameter Diameter A toleransi (0,02) maksimum 11mm	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
5	Penyangga magneto	$\sigma_{ijinkan} = 0,0070$ N/mm ² Frame bagian bawah 16,5mm x 11,5mm Frame bagian atas diameter 11,2mm	$\sigma_{ijinkan} = 343$ N/mm ² Frame bagian bawah 16,5mm x 11,5mm Frame bagian atas diameter 11,2mm	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
6	Uji Coba Rancangan	1. Mampu menghasilkan putaran 1492 Rpm 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Tipe motor 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai
7	Uji Coba Rancangan	1. Mampu menghasilkan putaran 1492 Rpm 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Tipe motor 2. Mampu menghasilkan putaran maksimum 1380 RPM	1. Mampu menghasilkan putaran yang sesuai	Sesuai

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

- Dari hasil perancangan roda gigi penggerak sebagai penggerak roda gigi magneto dapat disimpulkan roda gigi yang digunakan memiliki diameter kepala 84 mm, diameter

jarak bagi 78 mm dan jumlah gigi 26 sesuai dengan rasio perbandingan 2:1 dengan roda gigi magneto.

- Dalam merancang penyangga roda gigi dapat disimpulkan penyangga memiliki tegangan normal $\sigma = 0,0070$ N/mm², penyangga menggunakan material S45C dengan tegangan ijin material 42,875 N/mm² dan tegangan material 343 N/mm².
- Dalam merancang alat pengikat dapat disimpulkan alat pengikat ber diameter 5mm dan memiliki jumlah ulir 17 mampu mengikat magneto saat beroperasi.
- Operasional magneto tester meng hasilkan putaran sampai dengan 2984 rpm dengan tegangan izin material 31,25 N/mm² atau 31,86 x 105 kgf/m² sehingga material aman untuk digunakan pada rancangan.

5. REFERENSI

[1]Amanto, H., & Daryanto. (1999). Ilmu Bahan. Jakarta: PT Bumi Aksara.
 [2]Arindya, Radita (2012) Penggunaan Dan Penggunaan Motor Listrik. Tangerang Selatan: Graha Ilmu.
 [3]Irawan, A. P. (2016). Perancangan Sistem Transmisi Roda Gigi. Yogyakarta: PT Kanisius.
 [4]Khurmi, R., S. and Gupta, J., K. (2005). A Text Book of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd.
 [5]Magneto Maintenance and Overhaul Manual L-1363F