

## RELIABILITY CONTROL PROGRAM UNTUK PEMELIHARAAN SISTEM SENJATA PESAWAT MILITER

Erna Shevilia Agustian<sup>1</sup>

**Abstrak:** Dalam pengoperasiannya, Alat Utama Sistem Persenjataan (Alutsista) harus mengutamakan keselamatan (*safety*), maka diperlukan pemeliharaan yang ekstra untuk menjaga keandalan (*Reliability*) dan ketersediaan (*availability*) dari komponen atau sistem yang menunjang kinerja Alutsista secara keseluruhan. Secara khusus, karya tulis ini bertujuan untuk mengetahui *Reliability Control Program* yang dapat diterapkan dalam pemeliharaan Sistem Senjata Pesawat Militer. Hal ini erat kaitannya dengan data-data kerusakan apa saja yang sering terjadi selama beroperasi, mengetahui tingkat keandalan dan mengetahui laju kegagalan, sehingga dapat direncanakan pula kegiatan pemeliharaan yang tepat untuk mengurangi permasalahan teknis pada sistem senjata pesawat militer. Karya tulis ini dilakukan berdasarkan studi *literature*, baik dari penelitian terdahulu berupa Jurnal, serta buku-buku referensi terkait lainnya. Di dalam karya tulis ini akan disampaikan pula mengenai program yang dapat dilakukan untuk mengontrol kehandalan (*Reliability Control Program*) Sistem Senjata Pesawat Militer.

**Kata Kunci:** Alutsista, Pemeliharaan, Reliability.

### 1. PENDAHULUAN

Pertahanan negara dilakukan sebagai upaya aktif pemerintah dan seluruh warga negara dan seluruh wilayah dengan memanfaatkan sumber daya nasional. Adapun tujuan pertahanan negara adalah untuk mempertahankan kedaulatan negara dan keutuhan Wilayah NKRI serta melindungi keselamatan segenap bangsa dari segala ancaman, salah satunya ancaman perang (Timbul, 2019).

"Sejauh manusia terus dihadapkan pada kemungkinan perang, maka senjata akan tetap dibuat, dimutakhirkan dan digunakan. Baik untuk pengancaman maupun untuk peperangan" (Ninok, 1992).

Keberadaan alat utama sistem persenjataan (Alutsista) merupakan elemen penentu supremasi kekuatan militer suatu negara. Adanya Alutsista yang tercukupi dan *modern*, berimbang pada eksistensi sebuah negara. Hal ini tidak hanya berimbang pada martabat bangsa, namun juga kedaulatan. Negara seperti ini tentunya akan diperhitungkan, bahkan dapat mempengaruhi stabilitas ekonomi, perdagangan, dan politik (Seno, 2012, pp. V).

Faktor keselamatan merupakan faktor utama dalam pengoperasian Alutsista. Mengingat pentingnya hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu pemeliharaan yang baik dengan cara melakukan perawatan agar keandalan (*Reliability*) dan ketersediaan

(*Availability*) tetap terjaga, sehingga Alutsista terus berada pada kondisi baik.

Setiap barang ataupun komponen yang digunakan akan mengalami penurunan *performance* seiring dengan penggunaannya. Sehingga, untuk mempertahankan dan mengembalikan kondisi barang seperti semula diperlukan suatu perawatan. Perawatan Alutsista dilakukan untuk menjaga keandalan dan ketersediaan dari komponen-komponen atau sistem-sistem yang menunjang kinerja Alutsista secara keseluruhan. Analisis keandalan dilakukan sebagai acuan terhadap prestasi suatu sistem dan mengevaluasi efektivitas perawatan sistem tersebut.

Karya tulis ini akan membahas mengenai *Reliability Control Program* yang dapat diterapkan dalam pemeliharaan Sistem Senjata Pesawat Militer dengan tujuan untuk mengoptimalkan perawatan dengan melakukan evaluasi terhadap kerusakan ataupun kegagalan yang terjadi di dalamnya. Laju kegagalan (*failure rate*) yang dialami oleh sebuah sistem, menjadi salah satu parameter yang digunakan dalam mengembangkan *Reliability Control Program*. Dengan adanya data-data kerusakan, kegagalan fungsi, serta permasalahan yang muncul dari suatu sistem, maka *Reliability Control Program* digunakan untuk memantau kondisi sistem tersebut. Selanjutnya, langkah yang bisa dilakukan adalah melakukan analisa untuk menemukan

<sup>1</sup> Penulis merupakan Mahasiswa Pascasarjana Universitas Pertahanan Program Studi Teknologi Persenjataan. Penulis dapat dihubungi melalui email: [erna\\_shevilia@yahoo.co.id](mailto:erna_shevilia@yahoo.co.id).

solusi, agar permasalahan tidak berulang di kemudian hari.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan dan pembahasan karya tulis ini dilakukan melalui Studi *Literature* atau kepustakaan, yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari data dari referensi-referensi yang berkaitan dengan pembahasan masalah yang dikaji, baik bersumber dari Jurnal, buku, media massa dan sebagainya, kemudian dianalisis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dapat diartikan dengan beberapa definisi sebagai berikut:

- Suatu Tindakan untuk tetap menjaga peralatan agar selalu dalam kondisi siap operasi (*Serviceable*)
- Suatu tindakan untuk mengembalikan status peralatan ke kondisi siap operasi (*Recovery*)
- Suatu tindakan dukungan dan perbaikan agar peralatan siap untuk dioperasikan
- Suatu tindakan rutin berkesinambungan untuk mempertahankan kondisi siap operasi peralatan.

(Sumari, Arwin. 2019. Konsep Sistem: 25).

Tujuan pemeliharaan secara umum yaitu untuk mempersiapkan fasilitas (yang dirawat) agar selalu dalam kondisi siap pakai, atau perawatan mengupayakan agar setiap fasilitas dapat dipergunakan dengan baik seperti yang dikehendaki sesuai dengan fungsinya. Tujuan pelaksanaan pemeliharaan dapat dijabarkan secara khusus seperti di bawah ini: (Didik Prihananto, 2006).

- Memungkinkan tercapainya mutu produk melalui penyesuaian pelayanan dan pengoperasian fasilitas objek perawatan.
- Memaksimalkan usia pakai fasilitas
- Mempertahankan kondisi dan kelaikan sesuai persyaratan operasional.
- Mempertahankan tingkat keamanan dan mencegah kemungkinan gangguan yang dapat membahayakan.
- Meminimalkan biaya produksi keseluruhan dengan menyiapkan pengoperasian fasilitas yang efektif dan efisien.
- Mempertahankan tingkat keandalan operasional.

Manajemen Pemeliharaan adalah kegiatan yang meliputi perencanaan, pengoperasian, pelaksanaan dan pengawasan pemeliharaan guna mempertahankan kondisi Alutsista beserta komponen-komponennya agar tetap berada dalam kondisi laik guna dan laik pakai.

Prosedur baku perawatan pesawat yang terjadwal sebagaimana dinyatakan dalam Manual perawatan Angkatan Udara Amerika Serikat yang diadopsi oleh banyak negara, menyatakan bahwa tingkatan perawatan pesawat terdiri atas empat tahap, yaitu (A, Ziyadi. 2017):

- Tahap *A Check*: Dilaksanakan setiap 250 jam terbang atau setiap 200-300 *Flight Cycle*. Waktu pengerjaan yang dibutuhkan tergantung pada tipe, misi, dan varian pesawat.
- Tahap *B Check*: Dilaksanakan setiap enam bulan sekali. *B Check* juga dapat dikerjakan bersamaan dengan *A Check*.
- Tahap *C Check*: Dilaksanakan setiap 20 hingga 24 bulan atau sesuai notifikasi dari pabrikan pesawat. Tahap *C Check* mengharuskan pesawat tidak boleh mengudara untuk sementara waktu sampai kegiatan *C Check* selesai dan diuji kembali oleh personel yang memiliki sertifikasi khusus.
- Tahap *D Check (Overhaul)*: biasanya dilakukan tiap enam tahun (bisa lebih cepat) dan membutuhkan waktu sekitar 2 bulan bahkan lebih untuk pengerjaannya. Pada tahap ini pesawat dibongkar secara menyeluruh untuk diuji dan diperiksa, kemudian dirakit kembali sesuai spesifikasinya, hingga akhirnya melaksanakan uji terbang.

### 3.2 Reliability (Keandalan)

*Reliability* (keandalan) adalah kemungkinan sebuah sistem atau unit untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan yang dibutuhkan, tanpa mengalami kegagalan dalam kurun waktu tertentu. *Reliability* merupakan aplikasi dari *probability theory* untuk memprediksi kegagalan dan konsekuensinya serta untuk menentukan tindakan yang paling efektif untuk mencegah kegagalan tersebut.

#### 3.2.1 Tujuan Reliability (Keandalan)

Terdapat beberapa hal yang dapat diaplikasikan dari *Reliability*:

- a. Menentukan ketersediaan (*availability*) sebuah system.
- b. Menentukan waktu perawatan.
- c. Menentukan apakah modifikasi yang dilakukan menghasilkan keuntungan yang diinginkan

### 3.3. Kegagalan

Pada awal pengoperasiannya sebuah *item* atau komponen berada pada kondisi yang baik atau tinggi, dengan bertambahnya usia pengoperasian, kondisi *item* atau komponen tersebut akan menurun. Pada suatu saat *item* tersebut masih bisa berfungsi, tetapi sudah di bawah tingkat yang diharapkan, misalnya memerlukan waktu yang lebih panjang untuk menjalankan proses yang sama. Kondisi ini disebut dengan kegagalan potensial dan *item* yang bersangkutan disebut rusak. Kegagalan potensial pada suatu *item* bisa dideteksi dengan pengecekan tertentu, misalnya *functional chek* Sistem senjata Pesawat Militer. *Item* yang sudah dalam kondisi gagal potensial bila terus dioperasikan lama kelamaan akan gagal fungsional. Maksudnya *item* tersebut sama sekali tidak bisa memenuhi fungsinya. Kondisi *item* tersebut disebut gagal (Didik Prihananto, 2006).

#### 3.3.1 Laju Kegagalan (*Failure rate*)

Laju Kegagalan terjadi pada interval waktu tertentu. Laju kegagalan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\text{banyaknya kerusakan yang terjadi}}{\text{jumlah jam operasi}}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Jika menentukan keseluruhan laju kegagalan, khususnya yang berkaitan dengan perkiraan tindakan perawatan koreksi (yakni frekuensi perawatan koreksi), harus diikutsertakan keseluruhan kerusakan sistem yang meliputi kegagalan pada komponen utama, kerusakan karena salah pembuatan, kerusakan karena operator (pengguna sistem), kerusakan karena kesalahan perawatan, dan lain sebagainya. Keseluruhan laju kegagalan seharusnya meliputi semua faktor yang akan menyebabkan sistem tidak beroperasi pada saat sistem diperlukan dalam operasi. (Didik Prihananto, 2006)

#### 3.3.2 Kelas Kegagalan

Terdapat beberapa kelas kegagalan (*failure*) yang dibedakan berdasarkan atas waktu terjadinya kegagalan tersebut dalam operasinya.

##### 1. *Early Failure* atau "Kegagalan Awal"

Kegagalan awal ditandai dengan tingginya laju kegagalan pada awal umur sistem, terutama pada urutan produksi awal sebelum dilakukan modifikasi. Laju kegagalan menurun seiring bertambahnya umur *item*, apabila dilakukan perbaikan. Selain karena kondisi operasi yang tidak sesuai dengan perkiraan desain, kegagalan jenis ini kebanyakan dikarenakan oleh *manufacturing* yang lemah atau *quality control* yang kurang baik selama proses produksi. Akibat dari kegagalan awal tentunya adalah penggunaan atau *utilisasi item* yang rendah, biaya perawatan yang tinggi dan laju kegagalan yang tinggi. Kegagalan jenis ini dapat diperkecil kemungkinannya dengan cara melakukan simulasi pada kondisi aktual pada akhir proses produksi, modifikasi keseluruhan sistem (bukan hanya komponen yang gagal), revisi instruksi (*manual*) dan peralatan yang digunakan untuk pengoperasian dan perawatan, identifikasi keluhan berulang dan tindakan perbaikan.

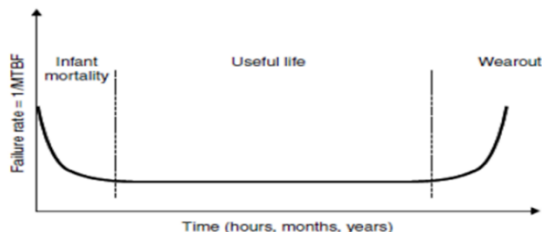
##### 2. *Wear-out* atau "Kegagalan Aus"

Kegagalan aus disebabkan oleh penurunan kemampuan (kualitas) satu atau beberapa *part* dari komponen dikarenakan dioperasikan terus-menerus. Penurunan kualitas ini terjadi misalnya karena gesekan mekanik *part* tersebut, korosi atau kelelahan. Untuk keseluruhan sistem, akibat dari kegagalan aus ini kurang penting secara ekonomis. Hal ini karena kegagalan aus pada umumnya bisa diprediksi. Karena itu untuk mencegah biaya yang tinggi akibat kegagalan aus diperlukan penggantian periodik komponen atau *part* yang kemungkinan aus. Kegagalan aus mempunyai sifat meningkatnya laju kegagalan dengan bertambahnya umur *item*.

##### 3. *Random Failure* atau "Kegagalan Random"

Ciri khas dari kegagalan andom adalah laju kegagalan yang konstan, atau tidak tergantung umur *item*. Kegagalan random merupakan konsekuensi pengoperasian (cuaca, FOD / *Foreign Object Damage*, dan sebagainya), atau kesalahan desain dari komponen *Built-in*. Untuk *early failure* jumlah laju keagalannya menurun. Untuk *random failure* laju kegagalan cenderung konstan, dan untuk *wear-out failure*

laju meningkat. Sebuah grafik dapat dibuat untuk melukiskan kondisi laju kegagalan di atas pada kurun waktu T untuk populasi komponen yang banyak. Karena bentuk kurva pada grafik ini sangat luas maka disebut *Bathtub curve*.



Gambar 1. Ilustrasi kelas-kelas kegagalan (kurva bak mandi-bathtub curve)

### 3.4 Alur Reliability Control Program

*Reliability Control Program* pada dasarnya harus mencakup langkah-langkah utama sebagai berikut (Marusic, 2009):

- Pengumpulan data yang relevan terkait dengan pemeliharaan Sistem Senjata Pesawat Militer, yang dihasilkan selama beroperasi.
- Statistik analisis data dan identifikasi tren negatif dan ditampilkan ke dalam laporan tertulis.
- Investigasi *trend* negatif, menemukan akar masalah.
- Mendefinisikan tindakan perbaikan untuk tren negatif yang muncul. Menghasilkan solusi atas tren negatif yang muncul
- Melaksanakan tindakan perbaikan yang tepat.

Aplikasi *Reliability Control Program* yang konstan harus memberikan informasi tentang efektivitas tindakan korektif. Setiap langkah dari *Reliability Control Program* harus didefinisikan dan ditentukan secara tertulis, dengan cara membuat laporan tertulis. Program tersebut kemudian mendefinisikan tanggung jawab dan prosedur dalam organisasi operator yang harus dijalankan untuk memastikan keberhasilan fungsi dari *Reliability Control Program*.

#### 3.4.1 Parameter Yang Ditetapkan Dalam Reliability Control Program

Dalam membuat *Reliability Control Program* untuk Sistem Senjata Pesawat Militer, maka dapat divariasikan jumlah parameter dalam menganalisis keandalannya, Adapun

parameter standar dasar yang bisa digunakan diantaranya adalah:

- Jumlah keluhan pilot
- Jumlah penggantian komponen yang tidak terjadwal
- Lama waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian masalah teknis yang berkelanjutan
- Temuan permasalahan yang signifikan selama pemeliharaan terjadwal.

#### 3.4.2 Batas Atas Maksimal (Nilai Alerts)

Inti dari *Reliability Control Program* adalah proses kontrol statistik. Untuk menetapkan kontrol, nilai *Alerts* statistik harus didefinisikan untuk memantau masing-masing parameternya. Nilai *Alerts* digunakan untuk menentukan penyimpangan yang dapat diterima dari nilai rata-rata dan untuk mengenali serta mereaksi penyimpangan yang signifikan dari limitasi nilai yang dapat diterima secara statistik dalam keandalan.

Jika nilai yang dihasilkan berada di bawah limitasi nilai *Alerts*, maka diperlukan tindakan korektif untuk menghentikan masalah yang terjadi. Kontrol *Alerts* dapat dilakukan selama tiga bulan berturut-turut. Nilai batas limitasi maksimal didasarkan pada perhitungan statistik dari standar deviasi yang mencakup periode dua belas bulan terakhir.

- Cara menentukan nilai *standard Deviasi*:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}}$$

Keterangan:

- x = Nilai parameter bulanan dalam bulan yang diamati
- $\sigma$  = Standard deviasi,
- N = Jumlah bulan yang diamati

- Calculation of *Upper Control Limit - UCL*:

$$UCL = \bar{x} + k\sigma$$

Dimana:

$$\bar{x} = \sum x / N$$

k = Faktor deviasi (Diantara 2 dan 3)

Perhitungan batas kontrol atas (UCL) ini harus di ulang setiap 12 bulan. Batas kontrol atas dapat ditingkatkan atau dikurangi secara maksimal sebesar 10% dibandingkan dengan UCL sebelumnya (Marusic, dkk.2009).

### 3.4.3 Presentasi Data Statistik

Untuk keperluan analisis, maka diperlukan penyajian informasi statistik dalam bentuk presentasi laporan keandalan bulanan (*Monthly Reliability Report*), di mana semua data keandalan akan ditampilkan dalam bentuk ringkas yang diurutkan berdasarkan kategori tertentu. Dari laporan ini, maka memudahkan untuk mengenali *tren* parameternya. Laporan ini berfungsi sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut tentang *tren* negatif dan menentukan tindakan korektif selanjutnya. Laporan ini biasanya di buat oleh *Reliability Engineer* atau departemen teknik.

### 3.4.4 Analisis data

Ketika beberapa parameter melebihi batas kontrol atas (*Upper Control Limit*) selama tiga bulan berikutnya, maka perlu untuk menganalisis dan menemukan penyebab *tren* tersebut. Analisis ini biasanya dilakukan oleh departemen teknik. Hasil analisis mana yang menunjukkan *tren* negatif disajikan pada pertemuan *Reliability Control Board* bersamaan dengan laporan Bulanan. Prosedur analisis termasuk investigasi terperinci dari semua peristiwa yang relevan memiliki kontribusi pada *tren* negatif sehingga penyebab permasalahan dapat ditemukan.

Penyebab dari *tren* negatif dapat berupa:

- Pemeliharaan pencegahan yang tidak memadai, program perawatan yang tidak efisien,
- Kurangnya pengetahuan personel pemeliharaan,
- Prosedur perawatan yang tidak ditentukan secara spesifik,
- Prosedur perawatan yang ditetapkan, tidak diikuti dengan ketat oleh personel pemeliharaan,
- Peralatan yang tidak dapat digunakan untuk pemeliharaan,
- Kondisi komponen yang sudah tidak memadai

### 3.4.5 Tindakan perbaikan

Selama analisis laporan bulanan, departemen teknik menemukan penyebab dari penyimpangan tersebut dan merekomendasikan tindakan korektif yang diperlukan, yang akan secara efektif mengembalikan parameter yang diamati agar kembali ke level stabil yang normal. Contoh-contoh tindakan korektif adalah:

- Merevisi Jadwal pemeliharaan tertentu,
- Penambahan armada inspeksi untuk menentukan kondisi komponen,
- Penggantian Komponen
- Pelatihan untuk personel pemeliharaan , atau staf operasional lainnya.

*Reliability Control Board* bertugas untuk memantau tindakan korektif. Pada setiap pertemuan, semua tindakan korektif dan perbaikan akan ditinjau.

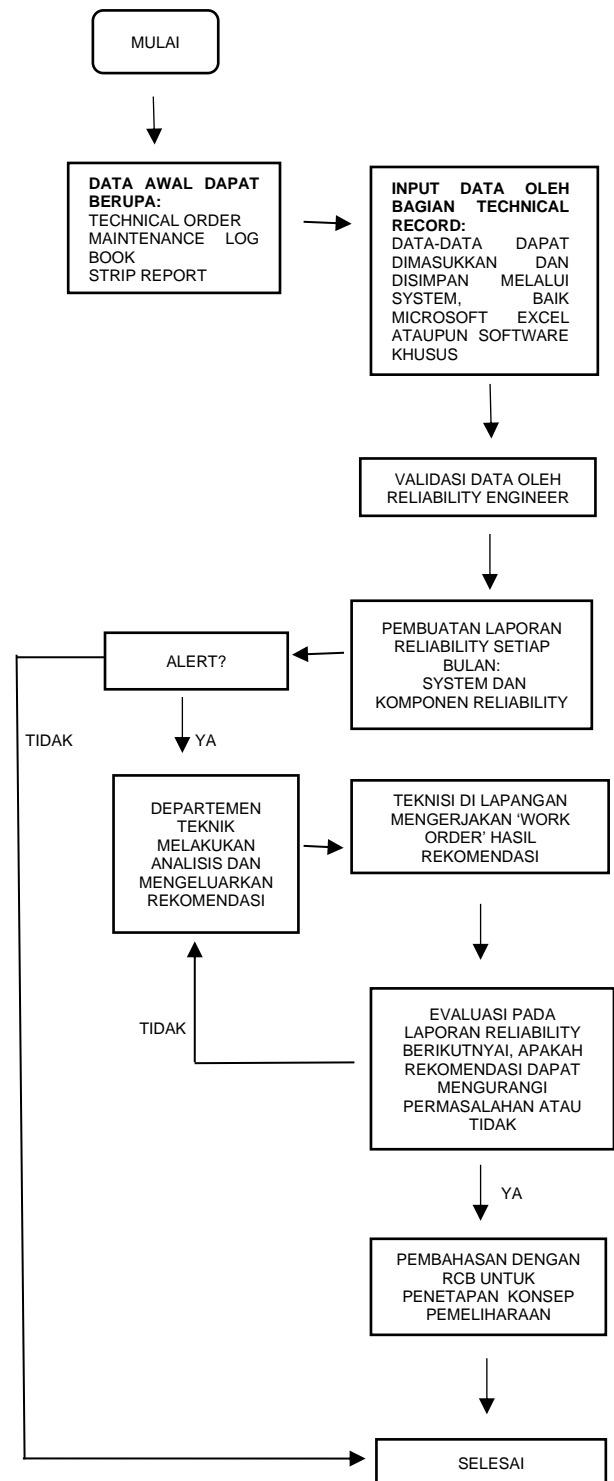


Diagram Alur Reliability Control Program

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah disampaikan pada karya tulis ini, dapat disimpulkan bahwa:

- *Reliability Control Program* yang diterapkan dalam pemeliharaan Sistem Senjata Pesawat Militer bertujuan untuk mengoptimalkan perawatan dengan melakukan evaluasi terhadap kerusakan ataupun kegagalan yang terjadi di dalam sistem tersebut.
- Alur *Reliability Control Program* dimulai dengan mengumpulkan data-data kerusakan atau kegagalan yang dialami oleh sistem, penentuan nilai alert, evaluasi dan analisis, hingga akhirnya menghasilkan solusi berupa rekomendasi untuk konsep pemeliharaan selanjutnya.

4.2 Saran

Karya tulis ini memaparkan mengenai *Reliability Control Program* secara umum, sebagai upaya untuk menjaga Sistem Senjata Pesawat Militer agar tetap beroperasi dengan baik, dalam ruang lingkup pemeliharaan.

Adapun untuk saran pengembangan penelitian selanjutnya, dapat dijabarkan lebih mendetail secara teknis. Misalnya terkait perhitungan *Reliability*, metode Analisis yang dapat digunakan, serta pengenalan *software* yang mungkin dapat digunakan untuk kegiatan *Reliability Control Program*.

DAFTAR PUSTAKA

Ebelling C.E. (1993) "An Introduction to Reliability and Maintenance Engineering", The Mc Graw-Hill, University of Dayton.

Gebman, J.R, D.W McIver, H.L. Shulman (1989). "A New View of Weapon System Reliability and Maintainability". Santa Monica: RAND Corporation

Leksono, Ninok. (2015). "Perang Yang Memutakhirkan Senjata". Majalah Angkasa-Edisi Koleksi F-16 Fighting Falcon, no.94, H.111

Marusic, Zeljko. Izidor Alfirevic, Omer Pita. (2009). "Maintenance Reliability Program As Essential Prerequisite Of Flight Safety". Jurnal Promet-Traffic & Transportation, Vol. 21, 2009, No. 4, 269-277

Prihananto, Didik (2006). Diktat Teknik Perawatan Pesawat Terbang, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta.

Seno, Haryo Adjie Nogo. (2012). Indonesian Missile Perisai Angkasa Nusantara. Yogyakarta: Mata Padi Presindo.

Siahaan, Timbul. (2019). "Doktrin Hanneg". Sistem Pertahanan negara.

Sumari, Arwin D.W. (2008). "Konsep Pemeliharaan Jarak Jauh Alat Utama Sistem Senjata Udara". Buletin Koharmatau, hal.25. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/> diakses pada 10 Desember 2019.

Ziyadi, A. (2017). "Cara Perawatan dan Pemeliharaan Pesawat Terbang Militer Agar Siap Pakai". Retrieved from <https://militermeter.com/> diakses pada 10 Februari 2020.