

Studi Kasus *Nitrogen Generation System Indicator Blue Light Menyala(Degraded)* Ketika Di *Ground* Pada Pesawat BOEING 737-900ER

Misgiyanto ^{*1}, Mohamad Alif Dzulfikar, S.T., M.T. 1^{*} and Budi Baharudin, S.T., M.T. 2^{*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: misgiyanto622@email.com

Abstrak

Dilihat dari beberapa kecelakaan pesawat terbang yang mengalami ledakan pada *fuel tank*, maka dipasanglah sebuah sistem yaitu *Nitrogen Generation System (NGS)* yang mengandalkan gas nitrogen (N₂) untuk menetralkan gas oksigen (O₂) di dalam *fuel tank*. *Nitrogen Generation System (NGS)* memiliki beberapa komponen yang terpasang di *left airconditioning compartment bay* pada pesawat BOEING 737-900ER. Dalam penulisan ini menggunakan metode *observasi*, metode analisa, dan metode *litelatur*. Terkait masalah Lampu *Nitrogen Generation System Indicator Blue Menyala (Degraded)* Ketika di *Ground*, maka perlu adanya proses identifikasi pada sistem tersebut dan melakukan proses perbaikan atau *troubleshooting*. Yang paling sering terjadi diakibatkan oleh kerusakan *Air separation Module (ASM)*, tetapi tidak menutup kemungkinan komponen lain yang bermasalah. Contohnya seperti pada kasus yang saya analisa ini disebabkan oleh kegagalan sistem pada komponen *overtemperature shutoff valve (OTSOV)* yang akhirnya dilakukan pergantian *part* tersebut, maka diperlukan penanganan yang tepat terhadap permasalahan tersebut yang bertujuan untuk mencegah terjadinya beberapa kondisi yang dapat membahayakan penumpang dan pesawat.

Kata kunci: Nitrogen Generation System (NGS), NGS Degraded, Boeing 737NG, Fuel Tank

Abstract

Reflecting on several aircraft accidents which experienced explosions in the fuel tank, a system was installed, namely the Nitrogen Generation System (NGS), which relies on nitrogen gas (N₂) to neutralize oxygen gas (O₂) in the fuel tank. The Nitrogen Generation System (NGS) has several components installed in the left air conditioning compartment bay on Boeing 737-900ER aircraft. In this writing, we use observation methods, analysis methods, and literature methods. Regarding the problem of the Nitrogen Generation System Indicator Light Turning Blue (Degraded) When on Ground, it is necessary to identify the system and carry out a repair or troubleshooting process. What most often occurs is due to damage to the Air Separation Module (ASM), but it does not rule out the possibility of other components having problems. For example, in the case that I analyzed, it was caused by a system failure in the overtemperature shutoff valve (OTSOV) component which ultimately resulted in a part being replaced, so appropriate handling of this problem is needed which aims to prevent the occurrence of several conditions that could endanger passengers and the aircraft.

Key words : Nitrogen Generation System (NGS), NGS Degraded, Boeing 737NG, Fuel Tank

1 Pendahuluan

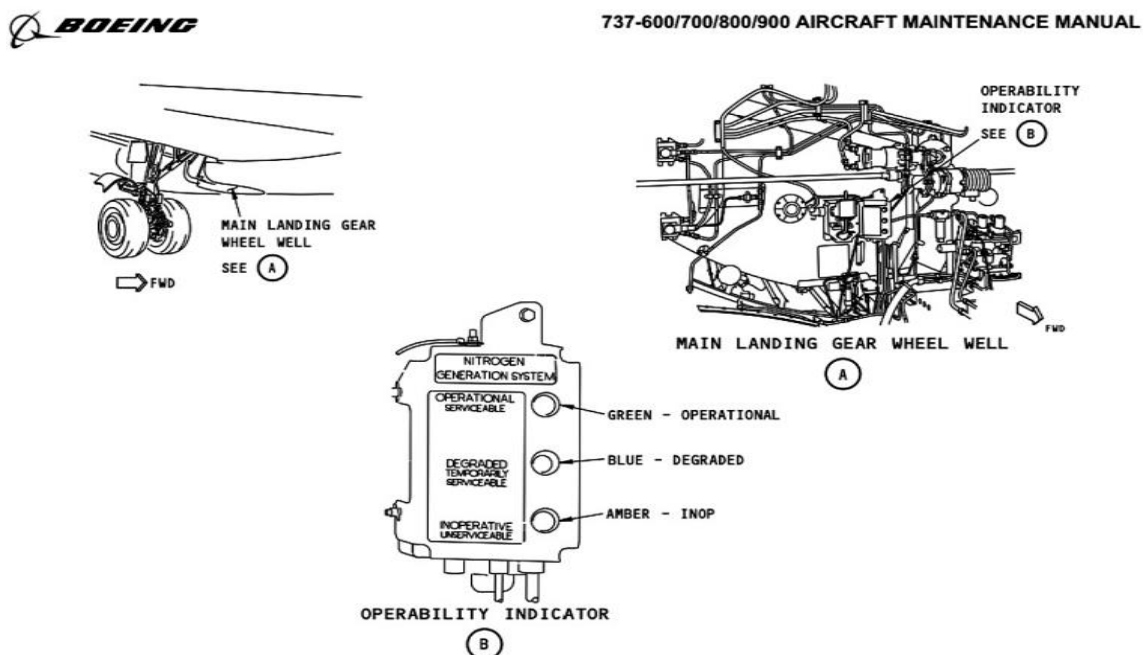
Salah satu aspek penting pada pesawat terbang adalah sistem penampungan bahan bakar, dimana efek dan pengaruhnya rentan mengalami kebakaran atau bahkan terjadi ledakan dalam tangki bahan bakar. Hal ini sangat berhubungan erat dengan keselamatan penumpang pesawat terbang, yang berdasarkan dari beberapa kecelakaan pesawat terbang sebelumnya yang mengalami ledakan pada tangki bahan bakar.

Dalam hal ini pabrikan *Boeing* telah mengembangkan suatu sistem *preventive* yang dipasang pada pesawat Boeing 737-800/900ER, yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan pada tangki bahan bakar dengan cara mengalirkan nitrogen ke dalam tangki bahan bakar untuk meminimalisir oksigen dalam tangki bahan bakar tersebut, jadi sistem ini mengandalkan gas nitrogen (N₂) untuk menetralkan gas oksigen (O₂) dalam tangki bahan bakar.

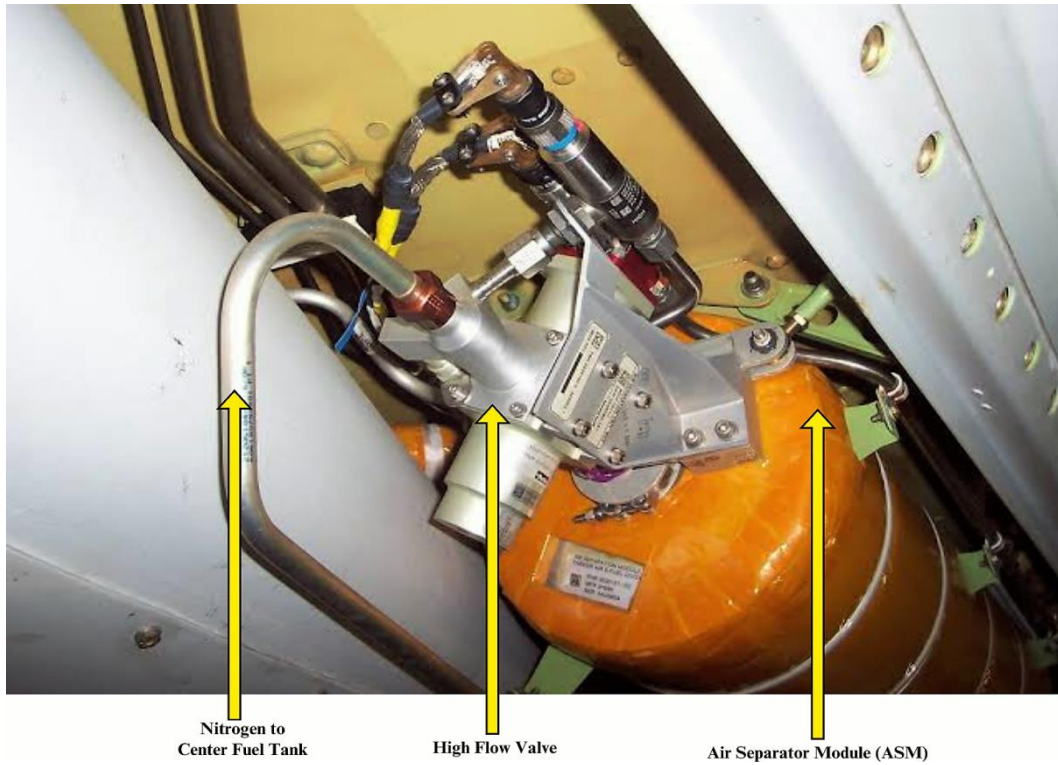
Nitrogen Generation System (NGS) dapat menurunkan *flamability exposure* pada tangki sayap tengah sampai tingkat yang setara atau kurang dari tangki sayap utama, sistem ini adalah sistem *gas inert inboard* yang menggunakan modul pemisahan udara yang disebut *Air Separator Module (ASM)*, yang berfungsi untuk memisahkan oksigen dan nitrogen dari udara. Setelah komponen tersebut dipisahkan, *Nitrogen Enriched Air (NEA)* dipasok ke tangki sayap tengah dan udara yang diinduksi oksigen (OEA) akan dibuang ke laut. NEA diproduksi dalam jumlah yang cukup, untuk mengurangi kadar oksigen ke tingkat dimana volume udara tidak akan mampu mendukung terjadinya kebakaran. *FAA Technical Center* telah menentukan bahwa tingkat oksigen 12% sudah cukup untuk mencegah terjadinya pengapian, hal ini dapat dicapai dalam satu modul *Nitrogen Generation System (NGS)* pada pesawat Boeing 737-800/900ER.

Tujuan dipisahkan oksigen dan udara yaitu agar tidak terjadi terbentuknya segitiga api yang menghasilkan pembakaran atau ledakan, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas. Jika satu dari ketiga elemen tersebut tidak terpenuhi, maka pembakaran tidak akan terjadi. *Nitrogen Generation System (NGS)* diharapkan dapat menghilangkan oksigen di dalam *center fuel tank* agar tidak terjadi kebakaran atau ledakan.

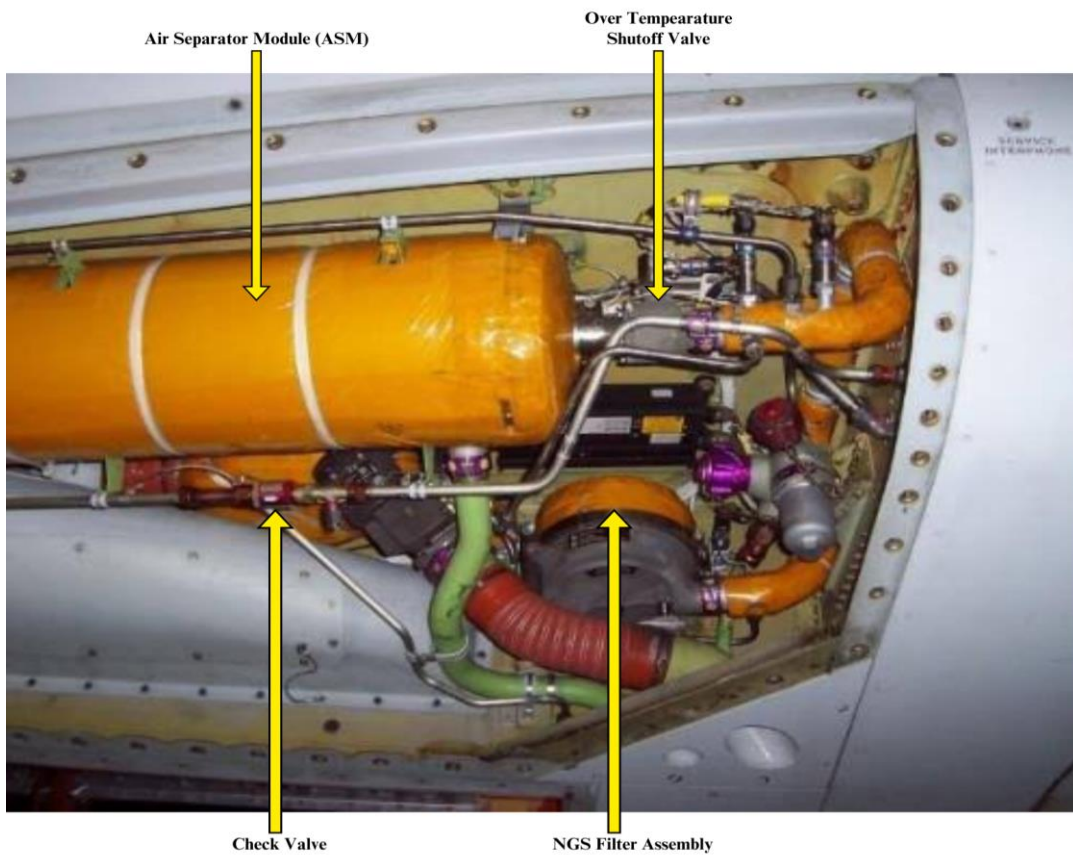
Secara garis besar penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja, fungsi, pengaruh *Nitrogen Generation System (NGS)* dan faktor penyebab lampu indicator blue (*operability indicator degraded*) menyala ketika di *ground* dan cara penyelesaiannya berdasarkan Aircraft Maintenance Manual (AMM), Fault Isolation Manual (FIM), Boeing Training Manual, Wiring Diagram Manual (WDM). Sedangkan untuk batasan masalah yang diambil adalah penanganan dan perbaikan terjadinya lampu indicator blue (*operability indicator degraded*) menyala ketika di *ground* pada pesawat BOEING B737-900ER, Ruang lingkup lokasi pelaksanaan studi kasus pada objek ini berada di PT. Batam Aero Technic.



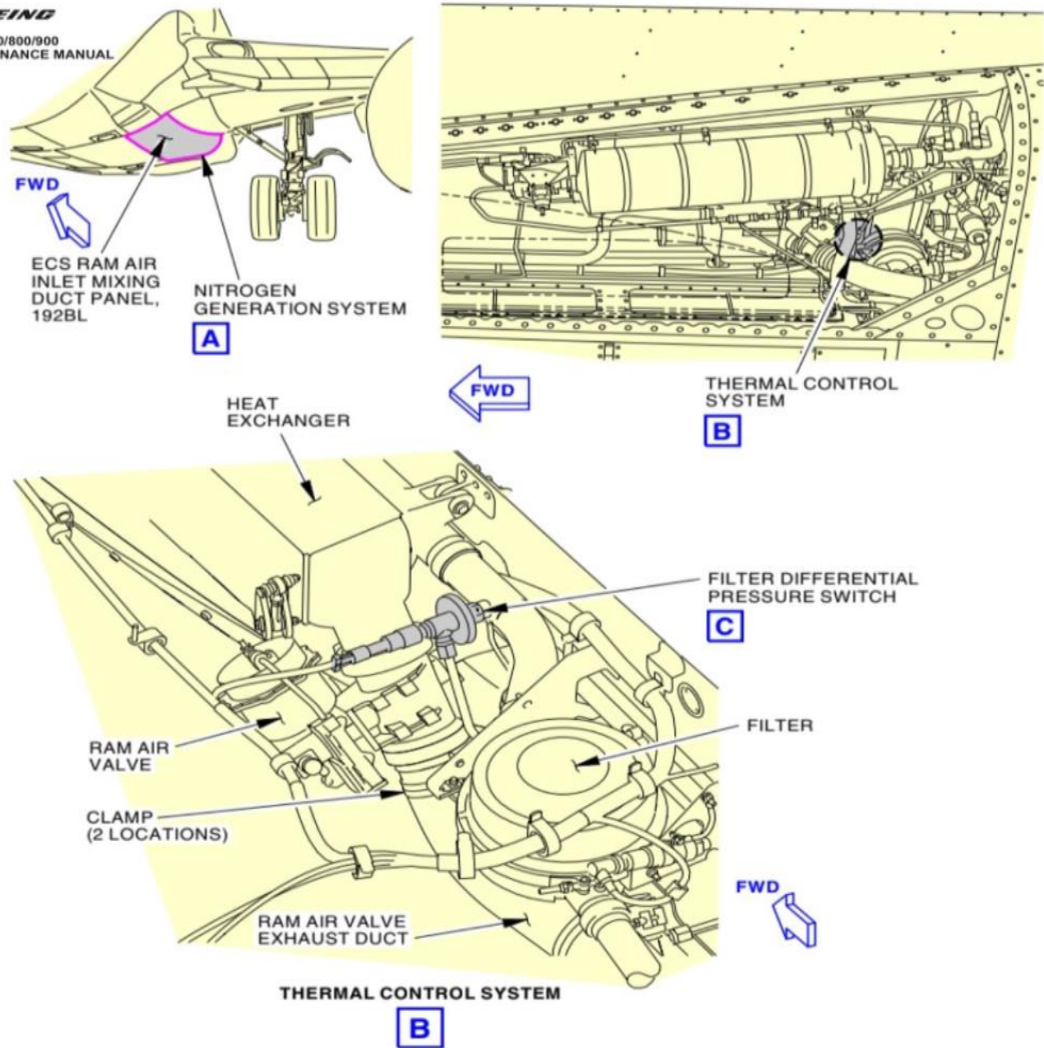
Gambar 1 : NGS operability indication light



Gambar 2 : Fwd NGS System Component

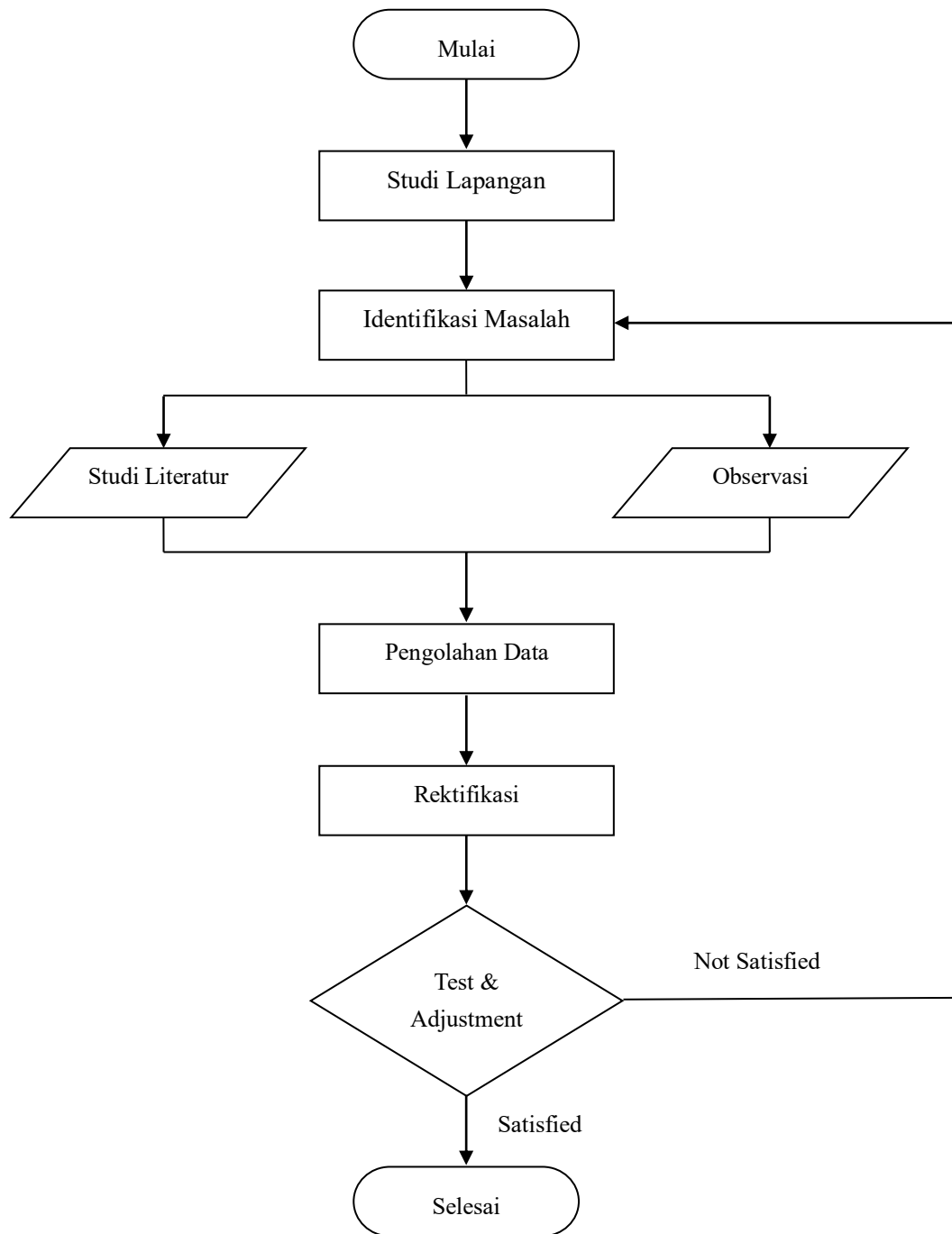


Gambar 3 : Aft NGS System Component



Gambar 4 : NGS System Component Location

2 Metodologi Penelitian



Gambar 5 : Flowchart Metodologi Penelitian

2.1 Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan tahap awal dalam mencari topik yang akan diangkat kedalam tugas akhir penulis. Pada proses ini penulis melakukan observasi ke pesawat secara langsung khususnya pesawat Boeing 737-900ER dengan registrasi PK-LGR yang sedang melaksanakan *maintenance* dan menelusuri berbagai permasalahan yang dialami oleh pesawat.

2.2 Identifikasi Masalah

Selama proses *maintenance* dilakukan inspeksi sesuai dengan batasan dan pergantian komponen berdasarkan dokumen dari program *maintenance* tersebut. Dari inspeksi tersebut ditemukan permasalahan pada *nitrogen generation system*, Hal ini terlihat dari lampu warna biru menyala pada *NGS Operability Indicator* yang berada di *main wheel well* ketika sedang melaksanakan inspeksi pesawat..

2.3 Studi Literatur

Yaitu mengumpulkan dan mempelajari literatur terkait dengan permasalahan yang diteliti berdasarkan:

- 1) *Training Manual B737-600/700/800/900ER* Berisi cara mempelajari *Nitrogen Generation System*.
- 2) *Aircraft Maintenance Manual (AMM)* Berisi prosedur perawatan pesawat sesuai standar.
- 3) *Fault Isolation Manual (FIM)* Berisi langkah-langkah dalam melakukan *troubleshooting*
- 4) *Schematic System Manual (SSM)* Berisi gambar schematic wiring (*Nitrogen Generation System*)

2.4 Studi Observasi

Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung menggunakan alat indra atau menggunakan alat bantu terhadap suatu objek atau subjek. Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode ini adalah :

- 1) Melakukan pengamatan.
- 2) Mengumpulkan data (inventarisasi data).
- 3) Analisa, interpretasi, dan evaluasi data.
- 4) Penarikan kesimpulan.
- 5) Penyusunan laporan.

2.5 Pengolahan Data

Dari serangkaian penelusuran dapat ditemukan inti permasalahan penyebab *nitrogen generation system* lampu indicator blue (*operability indicator degraded*) menyala yaitu adanya kerusakan pada komponen over temperature shut off valve (OTSOV). Masalah tersebut dapat ditangani dengan cara mengganti/*replacement* dengan part yang baru. Dengan hal ini, dapat menghindari atau mencegah berbagai kemungkinan buruk yang akan terjadi pada pesawat.

2.6 Rektifikasi

Rektifikasi merupakan proses *troubleshooting* hingga perbaikan pada komponen *nitrogen generation system*, yang berupa pergantian *over temperature shut off valve (OTSOV)* dengan yang baru, mengikuti Prosedur yang ada pada *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*.

2.7 Test/Adjustment

Setelah melakukan pergantian part tersebut, dilaksanakan pengetesan terhadap *nitrogen generation system*, untuk memastikan kembali apakah sudah berfungsi dengan normal atau masih ada permasalahan lain yang perlu untuk dilakukan *maintenance*. Terdapat dua kategori untuk memastikan apakah perlu dilakukan *maintenance* ulang, yaitu *satisfied* yang berarti sistem tersebut sudah tidak ada permasalahan lagi dan dikatakan laik atau *not satisfied*

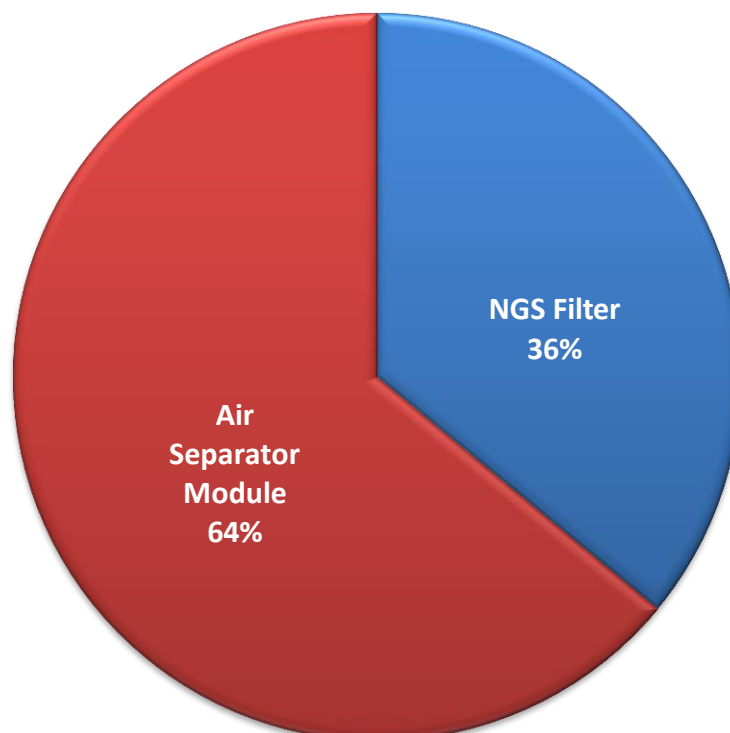
yang berarti sistem tersebut masih memiliki permasalahan lain sehingga harus dilakukan identifikasi masalah kembali hingga komponen tersebut dapat dikatakan *satisfied*.

2.8 Selesai

Setelah penulis menyelesaikan tahapan tahapan penelitian mulai dari studi lapangan, identifikasi masalah, studi literatur, studi observasi,, pengolahan data, rektifikasi dan *test/adjustment*, tahapan terakhir adalah memastikan bahwa sistem tersebut sudah *satisfied* atau sudah berfungsi dengan normal.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Langkah awal yang dilakukan yaitu dengan meninjau dari beberapa problem *Nitrogen Generation system* yang terjadi sebelumnya, berikut ini data yang didapat dari *system TRAX* Batam Aero Technic selama tahun 2020 pada Boeing 737-900ER yang dioperasikan oleh maskapai Lion Air. Pesawat Boeing 737-900ER merupakan salah satu varian atau seri dari tipe pesawat generasi Boeing 737-600/700/800/900ER, yang membedakan dari ke empat seri tersebut yaitu lebih kepada kapasitas, dimensi dan jumlah kursi penumpang. Dari tipe tersebut Boeing 737-900ER adalah seri pesawat yang terpanjang dan yang paling besar kapasitas nya.



Presentase NGS Degraded Tahun 2020 PT. Batam Aero Technic

MONTH	AC REG	LOCATION	DESCRIPTION	CASE OF TROUBLE
FEB 2020	PK-LSL B737-900	THAILAND	WALK AROUND CHECK FOUND NGS DEGRADED	NGS FILTER
FEB 2020	PK-LSR B737-900	THAILAND	NGS DEGRADED	NGS FILTER
MAR 2020	PK-LJH B737-900	JAKARTA	PREFLIGHT FOUND NGS DEGRADED	AIR SEPARATOR MODULE
APR 2020	PK-LGO B737-900	GORONTALO	NGS DEGRADED (BLUE) LIGHT IS ON	AIR SEPARATOR MODULE
JUN 2020	PK-LGJ B737-900	PALANGKARAYA	NGS DEGRADED	AIR SEPARATOR MODULE
JUN 2020	PK-LHW B737-900	MEDAN	NGS DEGRADED	AIR SEPARATOR MODULE
SEP 2020	PK-LSI B737-900	SURABAYA	NGS DEGRADED MSG FILTER BLOCKED	NGS FILTER
OCT 2020	PK-LHK B737-900	SURABAYA	NGS DEGRADED	AIR SEPARATOR MODULE
OCT 2020	PK-LGS B737-900	SEMARANG	NGS DEGRADED (BLUE) LIGHT IS ON	NGS FILTER
NOV 2020	PK-LJZ B737-900	JAKARTA	NGS DEGRADED MSG FILTER BLOCKED	AIR SEPARATOR MODULE
DEC 2020	PK-LKO B737-900	JAKARTA	NGS DEGRADED	AIR SEPARATOR MODULE

Tabel 1. Defect Record Nitrogen Generation System Tahun 2020

Berdasarkan data tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa pesawat milik Lion Air mengalami masalah berulang kali pada *Nitrogen generation system* dalam kurun tahun 2020 sebanyak 11 kasus dengan registrasi pesawat yang berbeda, dan *Possible Cause* mengacu pada *FIM (Fault Isolation Manual)* 47-31 Task 840 yaitu :

- a. *Air Separation Module*
- b. *Filter DP switch, M02561*
- c. *NGS filter*
- d. *Overtemperature Shutoff Valve*

3.1 Identifikasi Masalah


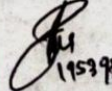
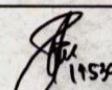

Proses penelitian ini dilaksanakan di hanggar *Batam Aero Technic*, yaitu pada pesawat PK-LGR Boeing 737-900ER ketika pesawat melaksanakan proses *Maintenance* dan didapati DMI open (*Deferred Maintenance Item*) mengenai masalah lampu *Operability Indicator Degraded (blue) light* menyala ketika di *ground* (gambar 6).



Gambar 6 : *NGS System Operability Indicator Degraded*

Lampu *indicator degraded* menyala disebabkan karena *solenoid overtemperature shutoff valve* sudah tidak dapat menggerakkan valve ke posisi *open* dan *close*, sehingga *temperature* tidak tercontrol, menyebabkan *NGS Controller* mengirimkan *signal* untuk menonaktifkan *system*, yaitu *blue light on* atau *system deactivate* (gambar 6). *Overtemperature shutoff valve* dicontrol secara *electric* oleh *NGS controller* dan dioperasikan dengan *pneumatic* oleh *solenoid* secara *automatic* untuk membuka *valve* ketika terjadi *over temperature* $>107^{\circ}\text{C}$.

91/1

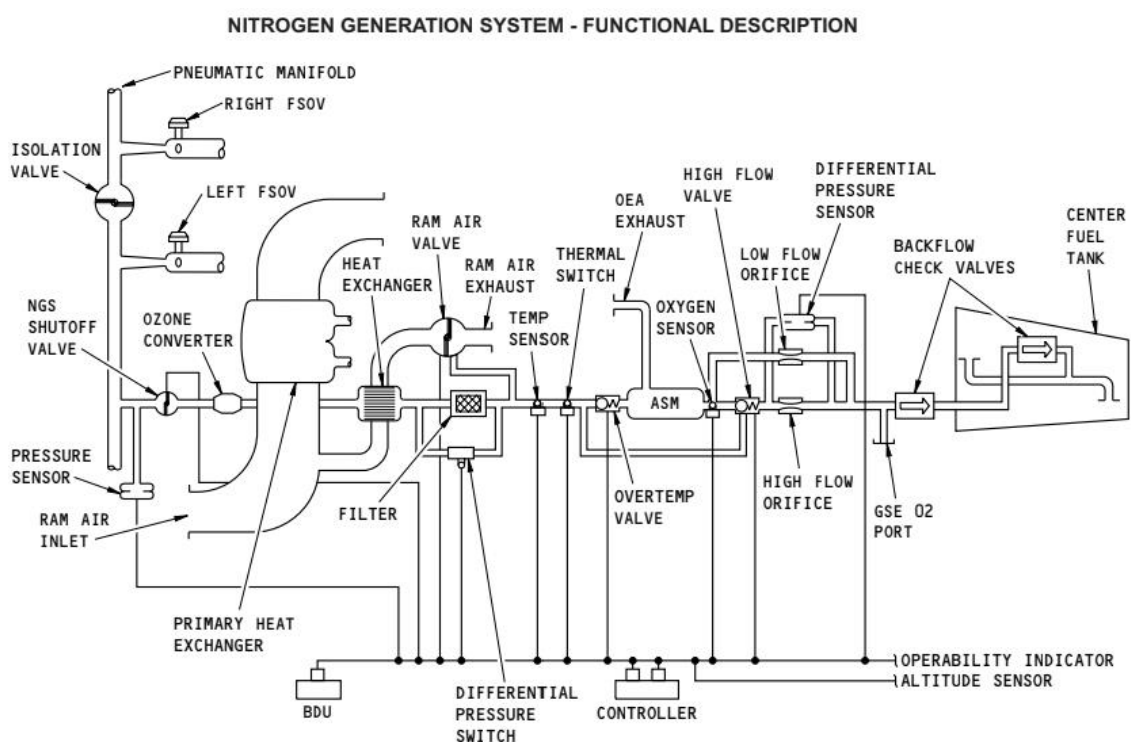
Batam Aero Technic		MAINTENANCE DEFECT & RECTIFICATION REPORT			MDRR NO. : 131421	
					W/O NO. : 158665 157971	
A/C TYPE B737-900	A/C REG PK-LGR	MSN 3573A	STATION BM-BTH	WORK AREA FUSELAGE	ISSUED DATE 03 OCT 2023	
ATA REFERENCE 47		TYPE OF INSPECTION / CHECK ENG I REPLACEMENT			TASK CARD NO. MR-00004	
DISCREPANCY REF DMI NO. 013450 NGS DEGRADED				ISSUED BY NAME : ASEP M S SIGN & STAMP : 		
NO	RECTIFICATION	ACCOMPLISHMENT				
		MANHOURS	PERFORMED BY	DATE		
1.	REMOVE OVER TEMP SHUTOFF VALVE HAS DONE P/M OFF : 4404B000-004 S/M OFF : 1741 REF AMM : 47-11-04 REV : 01, 15 JUN 2023	1	 115391	09/2023 /04		
2.	INSTALL OVER TEMP SHUTOFF VALVE HAS DONE P/M ON : 4404B000-004 S/M ON : 10839 REF AMM : 47-11-04 REV : 01, 15 JUN 2023	0.98	 115391	09/2023 /04		
<input type="checkbox"/> Repetitive Maintenance Action Required <input type="checkbox"/> Deferred <input type="checkbox"/> Continued on / from Next Page ()						
RII <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO	APPROVED BY CUSTOMER (IF NECESSARY)	ESTIMATE MANHOURS	TOTAL MANHOURS	VERIFIED BY	DATE	
INSPECTOR SIGN & STAMP			1.98		09/2023 /04	
COMPONENT / MATERIAL REQUIRED						
NO	DESCRIPTION	PART NUMBER	QTY	SERIAL NO/BATCH NO P.O. NO	MATERIAL COST	
1	OTSOV	4404B000-004	1 EA			
Distribution Copies : White-Attached to the work package, Blue-Customer, Red-Production Dept, Yellow - Quality Control The article identified herein was inspected/repaired/tested in accordance with the current approved or accepted data as referred and is consider approved to return to service. BT-RRF-010 / R0, Issued date 10 July 2019						

Gambar 7 : Maintenance Deffect and Rectification Report

Maintenance Deffect and Rectification Report (MDRR) yaitu dokumen yang di buat oleh seorang engineer, karena adanya temuan masalah pada pesawat. Dokumen ini bersifat non rutin, artinya tidak terjadwal, di kerjakan dan di buat hanya ketika menemukan masalah lain ketika melaksanakan inspection. Dokumen ini adalah salah satu sebagai bukti adanya pekerjaan diluar paket maintenance di hanggar Batam Aero Technic, yang nantinya jika sudah selesai dikerjakan akan di serahkan kepada PPC (Production Planing and Control) sebagai arsip dokumen maintenance pesawat tersebut. Dan untuk temuan di pesawat ini adalah NGS degraded ketika di ground.

3.2 Troubleshooting

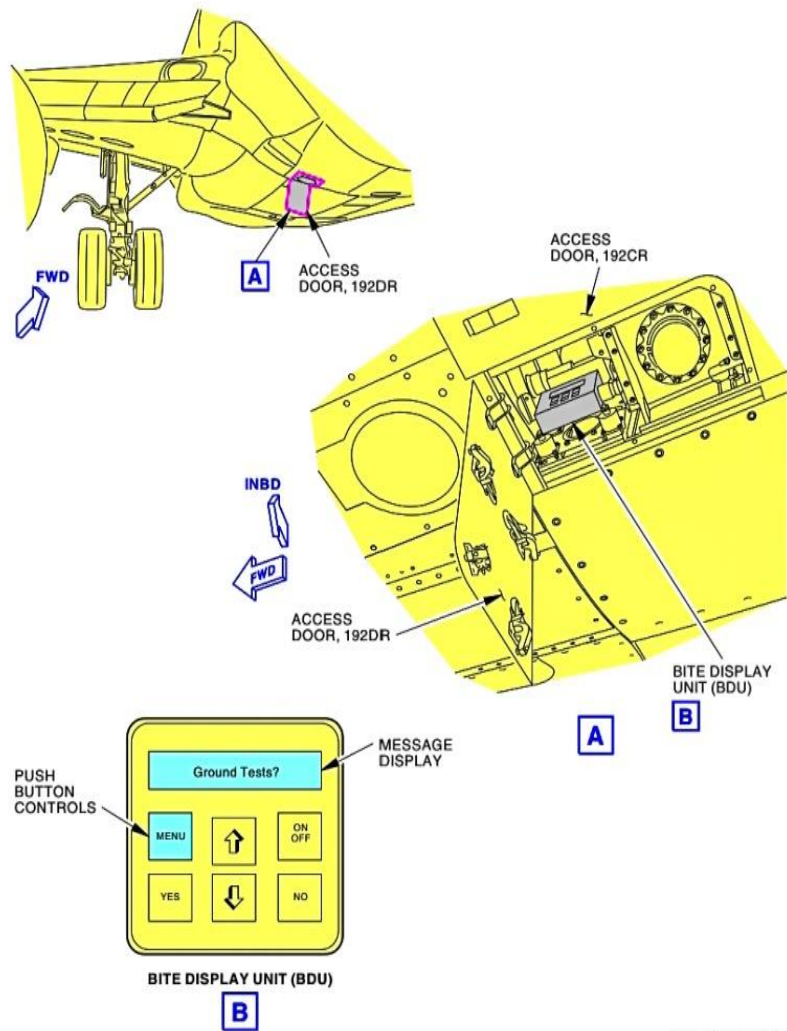
Dalam melakukan troubleshooting saya mengikuti FIM (Fault Isolation Manual) 47-31 Task 840 dan berdasarkan analisa dari *problem NGS Degraded* yang pernah terjadi pada pesawat sebelumnya ditahun 2020. *System NGS Functional Description* bisa dilihat di gambar 8 di bawah ini :



Gambar 8 : NGS Functional Description

Sebelum melakukan *fault isoation* saya melakukan *Bite Test NGS System (BDU TEST)* dan ditemukan *fault* pada *Overtemperature Shutoff Valve* yang terbaca pada *BDU computer* sesuai *Aircraft Maintenance Manual AMM : 47-00-00-700-00* (gambar 9), dan selanjutnya dilakukukan detail inspection pada komponen tersebut untuk memastikan kondisi masih *serviceable* atau *unserviceable*.

BOEING
737-600/700/800/900
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL



J69779 S0000175423_V4

Gambar 9 : NGS Bite Display Unit (BDU Test)

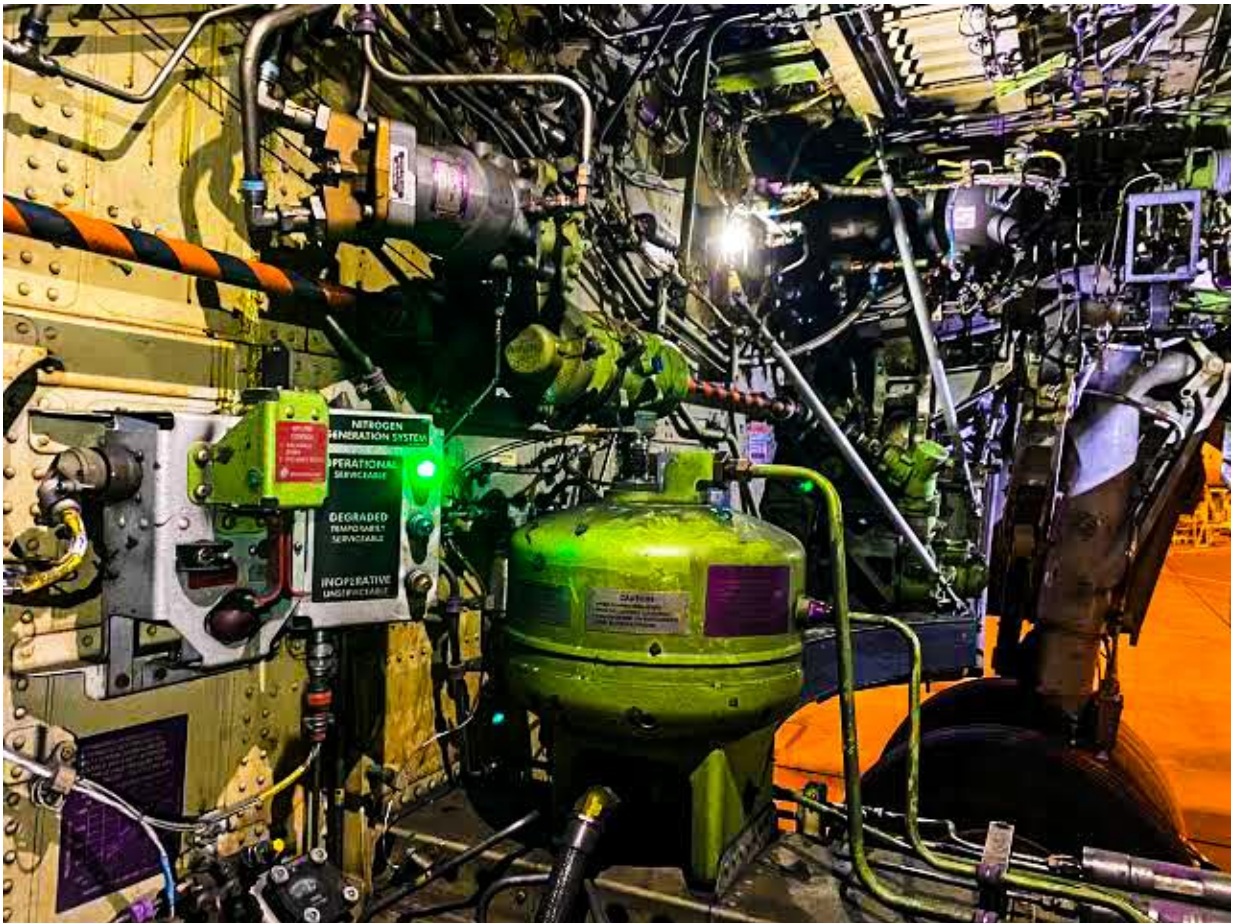
Langkah berikutnya yaitu melakukan *Replacement Over Temperature Shutoff Valve* dengan *Part* yang baru dan mengikuti prosedur pada *Aircraft Maintenance Manual* AMM Removal : 47-11-04-000-801, AMM Installation : 47-11-04-400-801 dan AMM Operational Test : 47-00-00-700-001.



Gambar 10 : NGS Overtemperature Shutoff Valve

3.3 Fault Confirmation

Setelah dilakukan pergantian *Overtemperature Shutoff Valve*, selanjutnya dilakukan operational test sesuai prosedur Aircraft Maintenance Manual AMM 47-00-00-790-801 dan hasilnya *Operability Indicator Degraded (blue) Light* mati dan lampu NGS *serviceable light (green)* menyala menandakan bahwa *Nitrogen Generation System* sudah kembali normal (Satisfied) dan dengan demikian masalah selesai. (Gambar 11).



Gambar 11 : NGS Indicator Light at aft wheel well

4 Kesimpulan

NGS memperoleh udara dari *pneumatic bleed air* dan *left side pneumatic manifold* yang dikendalikan oleh *NGS shutoff valve* sebagai pengatur *pressure* bila terjadi *over pressure*, kemudian diteruskan ke *ozone converter* untuk mengubah *Ozone(O3)* menjadi oksigen(*O2*). Dan melewati *heat exchanger* untuk mendinginkan temperature agar tidak merusak komponen NGS. *Pneumatic bleed* akan di filter sebelum masuk ke *Air Separator Module (ASM)*, Di dalam ASM inilah oksigen dikurangi dengan cara membuang ke luar pesawat (*overboard*). Hasil dari ASM adalah *NEA (Nitrogen Enriched Air)* yang disalurkan ke *center fuel tank* yang diharapkan dapat mengurangi kadar oksigen agar meminimalisir terjadinya pengapian. Keseluruhan sistem kerja pada NGS ini dikendalikan oleh *NGS controller* yang berfungsi memantau *temperature* dan *pressure* saat sistem NGS bekerja.

Berdasarkan hasil Troubleshooting dan mengacu pada *FIM (Fault Isolation Manual)* penyebab masalah Lampu *Operability Indicator Degraded (blue)* menyala ketika di *ground*, dapat disebabkan oleh :

1. *Air Separation Module*
2. *Filter DP switch, M02561*
3. *NGS filter*
4. *Overtemperature Shutoff Valve*

Penyebab masalah *NGS Degraded* atau lampu *Operability Indicator Degraded (blue) Light* menyala yang paling sering adalah *ASM (Air Separation Module)* yaitu sebanyak 7x selama tahun 2020 pada pesawat Lion Air, Akan tetapi tidak menutup kemungkinan ada problem pada *component* yang lain, seperti pada kasus yang saya analisa ini disebabkan oleh *Overtemperature Shutoff Valve* yang sudah tidak berfungsi, yang berdampak pada menurunnya kinerja *NGS system* dan menyebabkan lampu *Operability Indicator Degraded (blue)* menyala. Oleh karena itu dilakukan *Replacement Overtemperature Shutoff Valve* dan hasilnya *Problem Solved (Satisfied)*.

5 Daftar Pustaka

- [1] Boeing *Training Manual*, B737-800/900 “*Training Manual*”, *Nitrogen Generation System* ATA 47.
- [2] *Fault isolation manual* B737-800/900,” *Chapter 47 Inert Gas System*” Rev 83, Feb 2024.
- [3] *Aircraft Maintenance Manual* B737-800/900,” *Chapter 47 Inert Gas System*” Rev.83,15 Feb 2024.
- [4] *Wiring Diagram Manual* 737-800/900,” *Chapter 47 Inert Gas System*” Rev.71,29 Aug 2023.
- [5] *System Schematic Manual* B737-800/900, “*Chapter 47 Inert Gas System*” Rev.71,29 Mar 2023.
- [6] *Data System TRAX Batam Aero Technic*, Tahun 2023.