

Studi Kasus *Anti-Ice Indicator* Tetap Aktif Dalam Posisi *Anti-Ice Control Switch Off* Pada *Engine Helikopter Robinson R66 (PK-PVZ)*

Figri HidayahTullah ^{*1}, Wowo Rossbandrio, Dipl.-Ing 1^{*} and Gatot Subiyono, S.Si. T.,M.M 2^{*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: fikrihidayat300498@gmail.com

Abstrak

Pada *RR300 Engine* yang digunakan pada *Robinson R66 Helicopter* terdapat suatu system yang disebut *engine Anti-Ice system* yang berfungsi untuk mencegah terbentuknya *ice* pada area *compressor front support*. Sistem ini menggunakan udara panas bertekanan yang diambil dari *pressure bled* pada *compressor scroll*. Dalam sistem ini terdiri dari beberapa komponen yaitu *anti-icing air valve*, *anti-icing solenoid valve*, dan *anti-ice switch*. Pada saat helikopter dengan registrasi PK-PVZ telah *landing* pilot melaporkan bahwa *Anti-ice indicator* pada *annunciator panel* menyala pada saat *engine Anti-Ice system* tidak digunakan (*Anti-Ice Control Switch Off*) sehingga diperlukan penanganan yang tepat serta mencari penyebab dari kasus tersebut yang bertujuan agar *engine* dapat beroperasi kembali dengan normal. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah studi litelatur dengan pengumpulan data dan informasi melalui *Aircraft Maintenance Manual Robinson R66 (AMM)*, *RR300 Engine training manual*, *RR300 Operation And Maintenance Manual (OMM)*, *Pilot's Operating Handbook (POH)* *Illustrated Parts Catalog (IPC)* serta melakukan observasi ke lapangan melakukan wawancara secara langsung dengan engineer yang bertugas. Diketahui penyebab terjadinya *engine Anti-ice indicator* tetap aktif pada saat *Anti-Ice control switch* pada posisi *off* adalah *stuck open* pada komponen *Anti-Icing solenoid valve*. Upaya penanganannya adalah dengan melakukan prosedur *Anti-Icing solenoid valve replacement*. Pada kasus ini telah dilakukan penanganan dengan prosedur yang tepat karena apabila *engine Anti-Ice* aktif secara terus menerus akan menyebabkan *engine performance degradation*.

Kata kunci: *RR300 Engine, Anti-Ice system, Stuck open*

Abstract

On the RR300 Engine used on the Robinson R66 Helicopter, there is a system called the engine Anti-Ice system which functions to prevent ice from forming in the compressor front support area. This system uses hot pressurized air taken from the pressure bled on the scroll compressor. This system consists of several components, namely Anti-Icing air valve, Anti-Icing solenoid valve, and Anti-Ice switch. When the helicopter with registration PK-PVZ landed, the pilot reported that the Anti-ice indicator on the annunciator panel was on when the engine Anti-Ice system was not in use (Anti-Ice Control Switch Off) so proper handling was needed and looking for the cause of this case with the aim of making the engine operational back to normal. The research method used is a literature study by collecting data and information through the Robinson R66 Aircraft Maintenance Manual (AMM), RR300 Engine training manual, RR300 Operation And Maintenance Manual (OMM), as well as conducting field observations and conducting direct interviews with the engineer on duty. It is known that the cause of the engine Anti-ice indicator remaining active when the Anti-Ice control switch is in the off position is that the Anti-Icing solenoid valve component is stuck open. The treatment effort is to carry out the Anti-Icing solenoid valve replacement procedure. In this case, handling has been carried out using appropriate procedures because if the Anti-Ice engine is continuously active it will cause engine performance degradation..

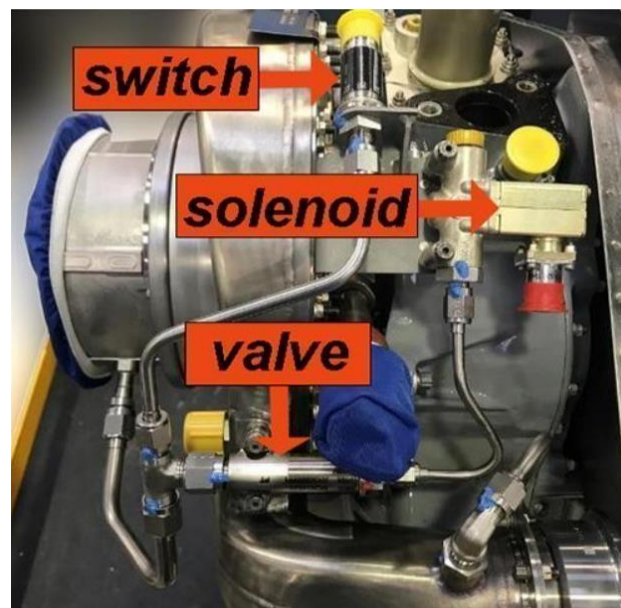
Keywords: *RR300 Engine, Anti-Ice system, Stuck open*

1 Pendahuluan

Engine Anti-Ice system adalah sistem pada *Engine RR300* yang berperan penting pada saat helikopter beroperasi pada kondisi suhu yang rendah mendekati titik beku, *engine ice protection systems* umumnya digunakan untuk menghilangkan *ice* yang sudah terbentuk pada *engine* atau mencegah terbentuknya *ice* [1, 2]. Dengan aktifnya *Anti-Ice indicator* pada *annunciator panel*

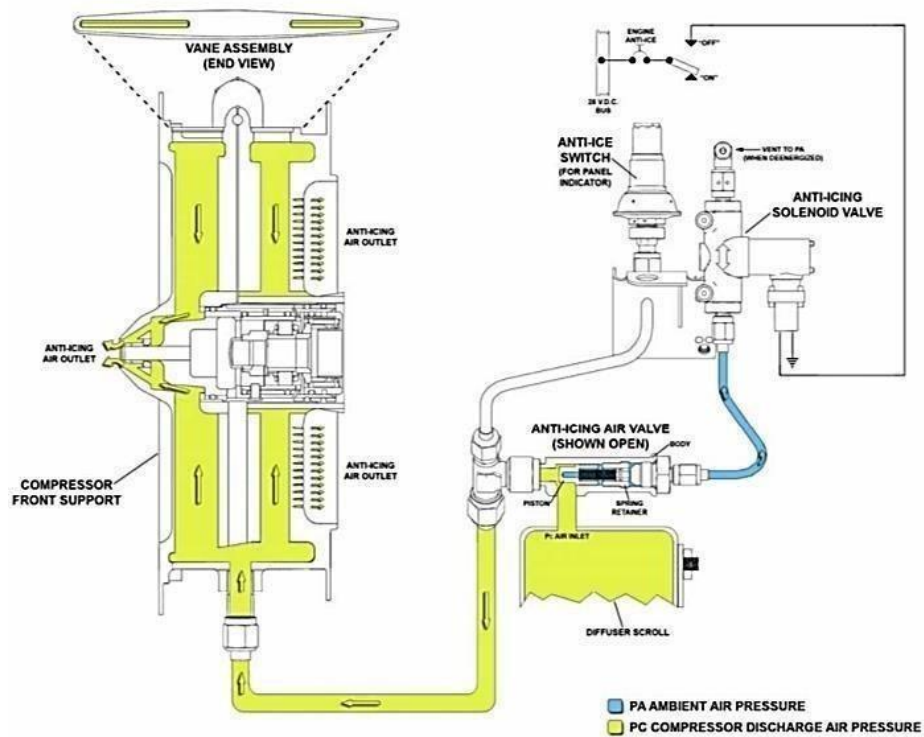
saat posisi *Engine Anti-Ice control switch off* mengartikan bahwa terdapat permasalahan pada *engine Anti-Ice system*, beberapa kemungkinan yang dapat menyebabkan hal tersebut terjadi adalah karena leak atau kebocoran pada tubing yang menghubungkan antara *Anti-Icing air valve* ke *Anti-Ice solenoid valve*, terjadi *stuck open* pada komponen *Anti-Ice solenoid valve*, dan aliran arus listrik yang *stuck* (grounding) pada komponen *anti-ice pressure switch*. Pada *engine RR300* yang digunakan pada *Robinson R66 PK-PVZ* terdapat *engine anti-ice* sistem ini digunakan untuk mencegah terbentuknya *ice* pada area *compressor front support* [3].

Penelitian ini dilakukan pada saat *engine anti-ice inspection* yang ditangani oleh PT. FLY BALI, tepatnya berlokasi di *Fly Bali Heliport*. Dengan menguraikan konsep kerja *engine anti-ice system* dan fungsi-fungsi komponennya serta mengurutkan penyelesaian masalah dengan melakukan pergantian pergantian komponen terkait sebagai batasan masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab *anti-ice indicator aktif* pada saat sistem tersebut tidak digunakan dan mengetahui dampak pada operasional *engine* ketika *engine Anti-ice system on* terus menerus karena terjadi *fault*.



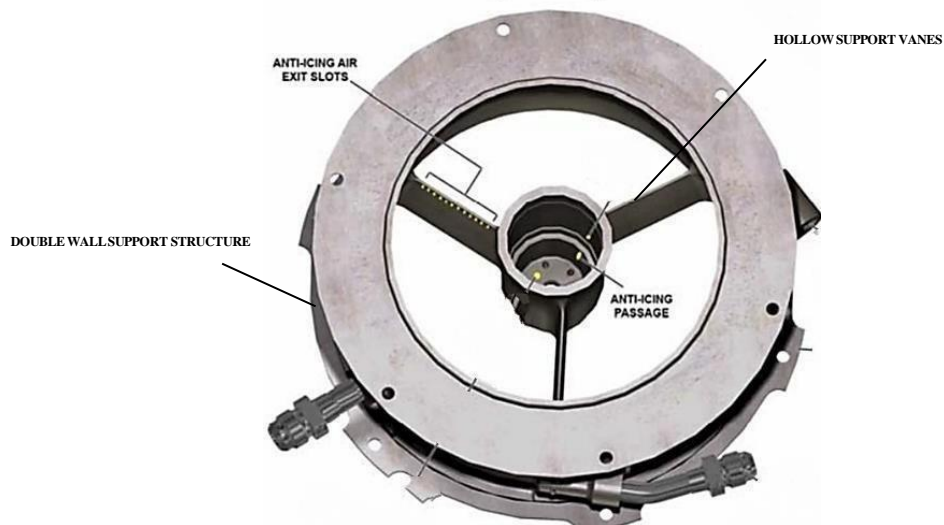
Gambar 1: RR300 engine anti-ice system components

Input *engine anti-ice system* berasal dari udara panas bertekanan yang dihasilkan pada *compressor*, pada *engine RR300* yang berjenis *turboshaft* menggunakan *single stage centrifugal compressor* terdiri dari satu *impeller*. Pada *RR300 engine anti-ice system* terdapat tiga komponen yaitu *anti-ice air valve* yang terpasang pada bagian atas sisi kiri *compressor scroll/diffuser scroll* sebagai tempat masuknya udara panas bertekanan dari *compressor bleed air*, *Anti-ice solenoid valve* terpasang pada bagian atas *compressor* yang terhubung ke *engine anti-ice control switch* di *cockpit* berfungsi untuk mengontrol masuknya aliran udara panas bertekanan. Komponen ini dikendalikan secara elektrikal saat *deenergize valve* akan terbuka dan saat *energize valve* akan close, dan *anti-ice switch* berfungsi mengirimkan indikasi berupa lampu di *annunciator panel* apabila *engine anti-ice system* digunakan [1, 3].



Gambar 3: Anti-icing system schematic

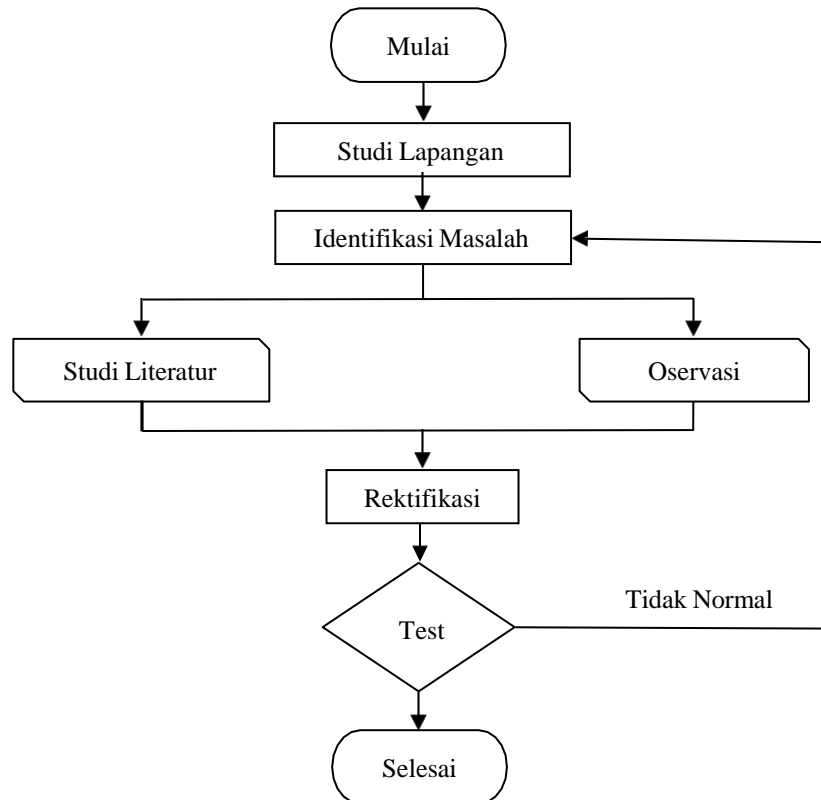
Sistem kerja RR300 engine anti-ice, pilot akan mengaktifkan engine anti-ice ketika helikopter beroperasi pada kondisi *visible moisture* (kondisi lembab) dan *ambient temperature at or below 4°C (40°F)* input engine anti-ice system berasal dari compressor [3]. Dengan menggerakkan anti-ice control switch pada posisi *on* sehingga anti-ice solenoid valve open (terbuka) (Deenergize) sehingga udara panas bertekanan akan membuka piston dengan mendorong spring dalam anti-icing air valve, kemudian udara panas bertekanan akan dialirkan ke dua jalur yaitu ke compressor front support dan ke anti-ice switch untuk mengirimkan indikasi berupa lampu hijau ke annunciator panel [4].



Gambar 4: compressor front support

Pada compressor front support udara panas bertekanan akan mengalir ke double wall support structure kemudian akan di distribusikan melalui hollow support vanes dan masuk ke dalam nose of center hub dari front support panel kemudian akan keluar melalui anti-icing air exit slots yang berada pada trailing edge of hollow support vanes [1].

2 Metodologi Penelitian



Gambar 5: Flowchart Metodologi Penelitian

2.1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan tahap awal penulis dalam mencari topik yang akan diambil dalam tugas akhir. Pada tahap ini penulis melakukan observasi secara langsung khususnya pada helikopter Robinson R66.

2.2. Identifikasi Masalah

Engineer mendapatkan laporan dari pilot bahwa *Anti-ice indicator* pada *annunciator panel* menyala pada saat *engine Anti-Ice system* tidak digunakan. Maka harus dilakukan *inspection* secara langsung pada anti-ice system untuk menemukan titik permasalahannya.

2.3. Studi Litelatur

Dengan temuan masalah tersebut, diperlukan untuk mengetahui penyebab serta cara penanganan yang Tepat agar helikopter dapat beroperasi dengan normal kembali. Studi litelatur dilakukan untuk mencari serta mengumpulkan data mengenai permasalahan tersebut berdasarkan referensi *Aircraft Maintenance Manual* Robinson R66 (AMM), *RR300 Engine training manual*, *RR300 Operation and Maintenance Manual (OMM)*, *Pilot's Operating Handbook (POH)*.

2.4. Observasi

Penanganan kasus ini tidak hanya mengacu pada *Aircraft Maintenance Manual* Robinson R66 (AMM) atau dokumen lainnya, tetapi juga melakukan observasi untuk mencari informasi data tambahan dengan melakukan tanya jawab langsung dengan *Engineer* yang telah berpegalaman.

2.5. Rektifikasi

Rektifikasi merupakan proses perbaikan [5] pada komponen engine *anti-ice solenoid valve* berupa pergantian komponen (*replacement*) berdasarkan referensi, RR300 *Operation and Maintenance Manual (OMM) ATA Chapter 75 (75-11-15)* dan untuk penyesuaian *part number* komponen terdapat *Illustrated Parts Catalog (IPC) ATA Chapter 71 (page 71.7)* [6, 7].

2.4. Test

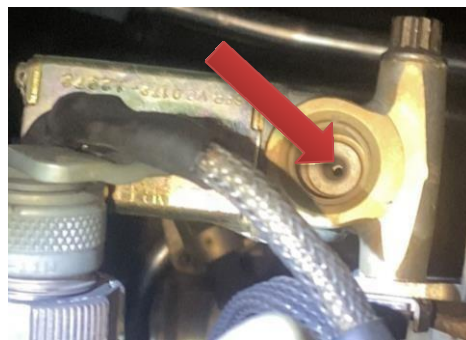
Setelah melakukan pergantian (*replacement*) pada komponen *anti-ice solenoid valve* maka harus dilakukan pengetesan terhadap *engine anti-ice system* referensi pada RR300 *Operational And Maintenance Manual ATA Chapter 75 (75-11-10)* untuk memastikan kembali apakah sistem sudah berfungsi dengan normal [3].

2.5. Selesai

Setelah penulis telah menyelesaikan semua tahapan tahapan penelitian. Tahapan terakhir adalah memastikan bahwa sistem sudah berfungsi dengan normal.

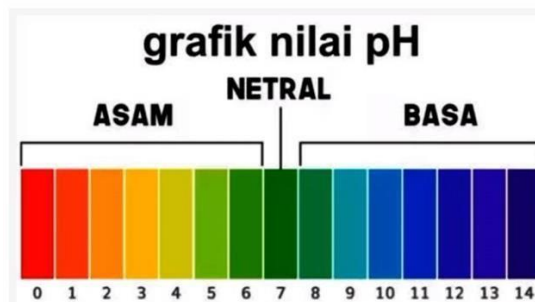
3 Analisa Data Dan Pembahasan

Pada saat helikopter dengan registrasi PK-PVZ telah *landing* pilot melaporkan bahwa *Anti-ice indicator* pada *annunciator panel* menyala pada saat *engine Anti-Ice system* tidak digunakan (*Anti-Ice Control Switch Off*). Maka harus dilakukan *inspection* pada sistem tersebut, setelah melakukan *engine anti-ice inspection* diketahui bahwa permasalahan tersebut terjadi karena *stuck open* pada komponen *anti-icing solenoid valve*.



Gambar 6: *anti-icing solenoid valve stuck open*

Diketahui bahwa *stuck open* yang terjadi pada komponen *anti-icing solenoid valve* adalah karena korosi. Korosi yang menyebabkan *stuck open* pada komponen anti-icing solenoid valve dapat dijelaskan melalui beberapa faktor kunci yang terkait dengan lingkungan operasional helikopter di PT. FLY BALI. Menurut Jones, Denny A., korosi adalah proses degradasi material dan penurunan kualitas material akibat reaksi kimia dan elektrokimia dengan lingkungannya [8]. Area operasional helikopter yang berada di dekat pantai dan penerbangan yang sering dilakukan pada ketinggian rendah, sekitar 500 kaki di atas laut, menjadi faktor utama terjadinya korosi pada anti-icing solenoid valve.



Gambar 7: grafik nilai pH air

Berikut sample nilai PH air dan kadar garam di lingkungan operasional helikopter PT.FLY BALI yang di cek menggunakan alat *water quality tester* sample air diletakkan pada botol 220ml.

Tabel 1: nilai pH air dan kadar garam

Jenis Air	Nilai pH	Kadar Garam
Air PDAM	6,92	0,02%
Air Laut	8,22	2,82%
Engine Wash Water	7,49	0%

Lingkungan operasional yang dekat dengan pantai bahkan terbang dengan ketinggian rendah diatas laut menyebabkan komponen helikopter terus-menerus terpapar udara dengan kandungan garam yang tinggi. Perubahan pH dalam larutan dapat signifikan mempengaruhi tingkat korosi. Nilai pH yang lebih rendah cenderung meningkatkan kecenderungan korosi pada logam. Meskipun pH air laut di lingkungan operasional helikopter relatif netral (8,22), keberadaan garam dan mineral terlarut tetap berkontribusi besar terhadap proses korosi. Garam, sebagai konduktor elektrolit yang efektif, mempercepat proses korosi pada logam. Data kualitas air menunjukkan bahwa air laut di lingkungan operasional helikopter memiliki kadar garam sebesar 2,82%, yang secara signifikan berkontribusi terhadap korosi. Korosi pada komponen *anti-ice solenoid valve*, yang mengakibatkan komponen tersebut *stuck* dalam posisi *open*, memiliki korelasi erat dengan faktor lingkungan operasional helikopter, terutama kadar garam dalam air laut. Air laut yang memiliki kadar garam tinggi (2,82%) menjadi penyebab utama peningkatan laju korosi. Oleh karena itu, pemeliharaan berkala yang melibatkan *engine internal dan external wash* dengan air demineralisasi atau air AC sangat diperlukan untuk menurunkan tingkat terbentuknya korosi, walaupun demikian kemungkinan terbentuknya korosi pada komponen tidak dapat dicegah.

Dampak yang disebabkan pada *engine* apabila komponen tersebut *stuck open* maka akan terjadi *engine performance degradation* [10]. Hanya 20 hingga 25% dari udara yang masuk ke bagian *combustion* dari *compressor* yang digunakan untuk proses pembakaran. Sisanya digunakan untuk *cooling* pada *hot section component*. *Cooling air* ini masuk ke dalam *combustion liner* agar nyala api dan *hot gases* dari *fuel* yang terbakar tidak langsung mengenai dinding dari *combustion liner* (fungsi udara sebagai *flaming* pada *combustion liner*). Selain itu, udara ini mendinginkan *hot gases* sebelum mencapai *turbine section*. *Stuck open* pada komponen *anti-ice solenoid valve* akan mengakibatkan *engine anti-ice system* akan aktif terus menerus sehingga sebagian udara dari *compressor* diambil untuk *engine anti-ice system* dan udara akan mengalir ke bagian *compressor front support*, hal ini mengakibatkan udara yang digunakan untuk membantu dalam proses pendinginan *engine* akan berkurang. Ketika udara ini dialihkan, aliran udara yang seharusnya membantu mendinginkan komponen *engine* berkurang, menyebabkan suhu operasi yang lebih tinggi hal ini berkontribusi pada degradasi daya (*power degradation*).

Berdasarkan RR300 *Operation And Maintenance Manual (OMM) ATA Chapter 5* komponen *anti-ice solenoid valve* termasuk kedalam *on condition component* [9]. *On condition component* adalah komponen yang tidak memiliki *life time*, komponen ini akan dilakukan *maintenance* atau diganti berdasarkan kondisi aktualnya, bukan pada jadwal waktu yang tetap. Pemeliharaan dilakukan saat inspeksi atau monitoring menunjukkan tanda-tanda kerusakan. Pada kasus ini komponen *anti-ice solenoid valve* tidak dapat beroperasi secara normal maka harus dilakukan *replacement procedure* pada komponen *anti-ice solenoid valve* dengan *part number 23007827* mengacu pada RR300 *Operation and Maintenance Manual (OMM) ATA Chapter 75 procedure* tersebut dilakukan dengan TASK 75-11-15-000-801 *anti-ice solenoid valve removal* dan TASK 75-11-15-400-801 *anti-ice solenoid valve installation* [6, 7].

4 Kesimpulan

Berdasarkan pemeriksaan yang telah dilakukan yang mengacu pada RR300 *Operation and Maintenance Manual* diketahui bahwa penyebab dari *anti-ice indicator* tetap aktif dalam posisi *anti-ice control switch off* adalah terdapat permasalahan pada *anti-ice solenoid valve* berupa *stuck* pada posisi *open*.

Diketahui bahwa penyebab utama terjadinya *stuck open* pada komponen *anti-ice solenoid valve* adalah karena korosi yang terjadi pada komponen tersebut. Hal ini adalah pengaruh dari daerah operasional berada di dekat pantai dan penerbangan yang dilakukan sebagian besar terbang dengan ketinggian rendah sekitar 500ft diatas laut.

Efek yang akan timbul jika permasalahan ini tidak terselesaikan adalah akan terjadi *engine performance degradation* karena *engine anti-ice system* akan aktif terus menerus. Maka harus dilakukan *replacement procedure* pada komponen *anti-ice solenoid valve* untuk menanggulangi masalah tersebut sesuai dengan RR300 *Operation and Maintenance Manual*.

5 Daftar Pustaka

- [1] Rolls-Royce, "Engine Anti-Ice," in *RR300 Engine Training Manual*, 2018, p. Section 8.0.
- [2] "Sky Brary, Aircraft Ice Protection System," [Online]. Available: <https://skybrary.aero/articles/aircraft-ice-protection-systems>. [Accessed 14 Maret 2024].
- [3] Robinson Helicopter, "System Description," in *R66 Pilot's Operating Handbook*, California, 2010, p. Section 7.
- [4] Robinson Helicopter, "ATA 75 Engine Air System," in *R66 Maintenance Manual And Instruction For Continued Airworthiness*, California, OCT 2010, p. 75.1.
- [5] "Kamus Besar Bahasa Indonesia-Arti kata rektifikasi," [Online]. Available: <https://kbbi.web.id/rektifikasi>. [Accessed 16 Maret 2024].
- [6] Robinson Helicopter, "Illustrated Parts Catalog," in *ATA Chapter 71 PowerPlant*, California, 2023, p. 71.7.
- [7] Rolls-Royce, "ATA Chapter 75," in *RR300 Operation And Maintenance Manual*, California, 2020, pp. 401-402.
- [8] D. A. Jones, "corrosion," in *Principles And Prevention Of Corrosion*, Nevada, , 1996, p. 5.
- [9] Rolls-Royce, "ATA Chapter 5 Time Llimits/Maintenance Checks," in *RR300 Operation And Maintenance Manual*, California, 2020, p. 801.
- [10] Rolls-Royce, "Engine Anti-ice," in *Engine Training Manual*, p. section 8.0.