

**Studi Rekayasa Manufaktur dan Perakitan *Cargo Door* pada Pesawat
N219**

***Engineering Study of Cargo Door Manufacturing and Assembly on N219
Aircraft***

Yoseferio Murti Gunawan¹, Tjokorda Gde Tirta Nindhia²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia, 80361

e-mail: yoseferiogunawan081@gmail.com, nindhia2@yahoo.com

Abstrak

Jaman sekarang banyak sekali transportasi umum yang tersedia baik dari pemerintah maupun swasta, dan salah satunya adalah pesawat. Pesawat adalah salah satu moda transportasi umum yang digemari dan dibutuhkan oleh masyarakat, karena pesawat merupakan transportasi umum nomor satu di dunia, dengan alasan kenyamanan dan kecepatan. Dengan berkembangnya teknologi maka pesawat pun juga tak mau ketinggalan. Pesawat penumpang akan semakin besar dan canggih seiring berjalannya waktu. Perkembangan teknologi pada pesawat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penumpang. Pesawat banyak dikenal sebagai sarana pengangkut manusia, namun selain itu pesawat juga dapat digunakan sebagai sarana pengangkut kargo. Dapat dilihat bahwa banyak perusahaan ekspedisi menggunakan pesawat saat pengiriman dalam maupun luar negeri karena waktu pengiriman akan lebih efisien. Salah satu perkembangan teknologi dalam dunia penerbangan adalah *cargo door* pada *cargo compartment*. *Cargo compartment* adalah tempat atau ruangan pada pesawat untuk menyimpan bagasi dan perlengkapan lainnya, agar bagasi dan perlengkapan lainnya terpisahkan dari lingkungan luar dan sebagai jalur keluar masuk bagasi dan perlengkapan lainnya dipasangkan *cargo door*. *Cargo door* yang terdapat pada pesawat N219 masih beroperasi secara manual, namun tidak sedikit juga *cargo door* pada pesawat sudah dapat beroperasi secara otomatis.

Kata kunci: *Cargo; compartment; door; Pesawat N219; rekayasa.*

Abstract

Nowadays, there are a lot of public transportation available both from the government and the private sector, and one of them is airplanes. Airplanes are one of the modes of public transportation that are favored and needed by the public, because airplanes are the number one public transportation in the world, for reasons of comfort and speed. With the development of technology, airplanes also do not want to be left behind. Passenger planes will get bigger and more sophisticated as time goes by. Technological developments on aircraft are needed to meet the needs of passengers. Airplanes are widely known as a means of transporting people, but in addition to that, aircraft can also be used as a means of transporting cargo. It can be seen that many expedition companies use aircraft when shipping domestically and internationally because the delivery time will be more efficient. One of the technological developments in the world of aviation is the cargo door in the cargo compartment. Cargo compartment is a place or room on the aircraft to store luggage and other equipment, so that baggage and other equipment are separated from the outside environment and as a way to enter and exit baggage and other equipment is equipped with a cargo door. The cargo door on the N219 aircraft is still operating manually, but not a few cargo doors on the aircraft can operate automatically.

Keywords : Cargo; compartment door; N219 aircraft; engineering

1. PENDAHULUAN

Salah satu industri penting di Indonesia adalah industri pesawat terbang yang diproduksi oleh PT. Xyz (PT. XYZ), PT. Xyz adalah salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang memproduksi pesawat terbang di Asia Tenggara dan diharapkan akan menjadi primadona ekspor non-migas di masa yang akan datang (Jubaedah, 2020).

Perusahaan ini dimiliki oleh pemerintah Indonesia yang awalnya didirikan pada tanggal 26 April 1976 dengan nama PT. Xyx yang kemudian berganti nama PT. XYY (PT. XYY), dan akhirnya berganti nama menjadi PT. Xyz sampai sekarang. Perusahaan PT. XYZ selain memproduksi pesawat PT. XYZ juga memproduksi helikopter, senjata, dan menyediakan pelatihan serta jasa pemeliharaan (*maintenance service*) mesin-mesin pesawat. Perusahaan PT. XYZ juga merupakan sub-kontraktor untuk industri-industri pesawat terbang di dunia seperti Boeing, Airbus, General dynamic, Fokker dan lain sebagainya (Setia, 2018).

Saat ini banyak sekali transportasi umum yang tersedia baik dari pemerintah maupun swasta, salah satunya adalah pesawat terbang. Pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi umum yang paling digemari karena kenyamanan dan kecepatannya merupakan angkutan umum nomor satu di dunia. Pesawat terbang juga tidak ketinggalan dengan teknologi yang semakin berkembang. Pesawat penumpang masa depan akan lebih besar dan canggih. Modernisasi pesawat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penumpang (Setyanto & Nurwijayanti, 2017).

Di samping digunakan sebagai transportasi manusia, pesawat juga untuk mengangkut kargo. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya perusahaan ekspedisi yang mengangkut barang dengan pesawat baik di dalam negeri maupun luar negeri, karena pesawat lebih efisien dalam hal waktu pengiriman (Tigelrito et al., 2022).

Salah satu perkembangan teknologi dalam dunia penerbangan adalah *cargo door* pada *cargo compartment*. *Cargo compartment* adalah tempat atau ruangan pada pesawat untuk menyimpan bagasi dan perlengkapan lainnya, agar bagasi dan perlengkapan lainnya terpisahkan dari lingkungan luar dan sebagai jalur keluar masuk bagasi dan perlengkapan lainnya dipasangkan *cargo door*.

Pesawat N219 adalah permulaan kebangkitan perusahaan PT. Xyz setelah pailit pada tahun 2007 dan terhenti dalam pembuatannya selama bertahun-tahun. Melalui pesawat N219, PT. Xyz telah melakukan rebranding dengan harapan dapat mengembalikan rasa percaya pemerintah bahwa perusahaan ini masih sanggup untuk memproduksi atau membuat pesawat yang sepenuhnya baru (Darmawan & Ali, 2020).

Seiring dengan berkembangnya teknologi di dunia penerbangan, maka ketergantungan bahan buatan juga makin meningkat. Untuk itu, sangat perlu terobosan-terobosan baru guna mengembangkan material-material yang ringan tetapi kokoh serta tidak mengabaikan faktor keselamatan. Semuanya ini berorientasi pada peningkatan kualitas hidup manusia demi masa depan yang lebih baik (Setiawan et al., 2020).

Dengan menggunakan komposit, berat dari struktur akan jauh berkurang jika dibandingkan dengan penggunaan bahan *metal*. Selain itu, berbagai tindakan dapat lebih mengoptimalkan penggunaan komposit dengan memodifikasi arah serat, ketebalan struktur, proses manufaktur dan lain-lain. Salah satu contoh pengaplikasian komposit adalah pada proses pembuatan *cargo door* (Wandono & Adhitya, 2019).

Struktur yang dibuat juga harus memiliki kekuatan maksimal dengan berat seringan mungkin serta memenuhi faktor keamanan (*safety factor*) (Adamy et al., 2020).

Komposit sendiri merupakan struktur material yang terdiri dari resin dan serat, yang dibentuk secara makroskopik dan menyatu secara fisika. Pada umumnya bahan komposit menggunakan resin sebagai pengikat atau matrik, dan serat sebagai penguat atau *reinforcement* (Setiawan et al., 2022).

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif dan dilaksanakan dengan observasi di PT. XYZ selama 1 Bulan, lalu subjek penelitian yang berhubungan langsung dengan proses pembuatan dan instalasi *cargo door* pada pesawat N219 dimulai dari Perencanaan, persiapan produksi, keseluruhan mekanisme proses, proses produksi, hingga hasil produksi yang sudah selesai. Sedangkan objek penelitian ini yaitu berupa berkas yang langsung berkaitan dengan proses produksi di PT. XYZ dalam bentuk foto yang diambil secara langsung oleh penulis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Material Composite Pembuatan Cargo Door

1. Honeycomb

Perkembangan terhadap desain ringan di industri kedirgantaraan, otomotif, dan transportasi telah mengarah pada pengembangan struktur *sandwich* canggih yang menunjukkan kekakuan dan kekuatan lentur spesifik yang tinggi, kapasitas penyerapan energi yang sangat baik, dan peningkatan stabilitas struktural (Sun et al., 2021).

Panel *sandwich* adalah struktur komposit dan merupakan bahan alternatif yang sangat baik sebagai pengganti pengurangan berat tanpa mengorbankan kekuatan dan karakteristik kekakuan. Karakteristik geometris panel *sandwich honeycomb* yaitu sifat fisik dan mekaniknya juga dianalisis, seperti kuat tekan, kekakuan lentur, inti modulus geser, kekuatan geser dan kekakuan. Panel *sandwich* tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan yang diperlukan (Rajkumar et al., 2017).

Honeycomb merupakan struktur material yang terdiri dari resin *pre-impregnated sheet* material (aluminium, kertas poliamid, Glass fabric) di-*bonding* berselang-seling dengan interval jarak yang teratur serta membentuk geometri *hexagonal*, *ox-core* dan *flex-core*. Lembaran-lembaran aluminium atau fiber digabungkan dengan *adhesive* (senyawa organik); resin poliester, phenolic dan resin poliamid. *Honeycomb* dipakai pada komponen-komponen

pesawat dalam bentuk struktur *sandwich*. Struktur *sandwich* disusun oleh dua kulit (*skin*) yang kaku dan kuat, dipisahkan oleh inti (*honeycomb*) yang memiliki densitas rendah serta karakteristik mekanik lebih rendah dari kulit. Inti harus cukup kaku dalam arah tegak lurus kulit agar jarak antara kulit tidak berubah. Disamping itu juga harus kaku dalam arah geser agar tidak terjadi slip antara kulit pada saat struktur dibengkokkan. Karakteristik *honeycomb* diantaranya adalah ringan, fleksibel, tahan korosi, peredam suara yang baik, dan mempunyai ketebalan yang bervariasi. Dari keuntungan-keuntungan tersebut, pemakaian struktur *honeycomb* dalam pembuatan komponen pesawat perlu dipertimbangkan, sehingga pada komponen-komponen tertentu *honeycomb* dapat menggantikan fungsi logam tanpa mengabaikan kekuatan atau sifat lainnya (Riyadi, 2016).

2. *Fiberglass*

Komposit berpenguat *fiberglass* memiliki kekuatan yang tinggi, kaku, ringan, serta tahan terhadap korosi sehingga cukup potensial apabila dikembangkan sebagai material alternatif untuk aplikasi bodi kendaraan bermotor (Priyanto et al., 2019).

Fiberglass/polyester composite adalah salah satu jenis *composite fiberglass reinforced composites*. Kekuatan komposit ini dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya bentuk serat, arah serat, proses pembuatannya, dan jumlah seratnya (Diniardi et al., 2019).

3. Resin dan Katalis

Resin yang digunakan dalam material komposit berperan untuk mentransfer muatan mekanik eksternal ke penguat dan melindunginya dari lingkungan eksternal. Oleh karena itu resin harus cukup fleksibel dan menawarkan kompatibilitas yang baik dengan penguat. Selain itu, bahan kedua yang diperlukan adalah katalis (Alamsyah et al., 2020).

Katalis merupakan material kimia yang digunakan untuk mempercepat reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer. Tanpa pemberian katalis, material komposit tidak akan mengeras dan membentuk gumpalan-gumpalan gelembung (Fauzi et al., 2016).

Umumnya bahan penguat (*reinforcement*) yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit ialah serat *fiberglass* dan matrik sebagai bahan pengikat yang biasa digunakan ialah resin yang dicampur dengan katalis (Perwara, 2021).

4. *Adhesive*

Pengembangan metode penyambungan struktur yang efisien dan fleksibel merupakan langkah penting untuk pembuatan yang hemat biaya, serta untuk perbaikan dan penggantian komponen dalam berbagai jenis struktur di industri. Teknologi penggabungan utama yang saat ini digunakan di industri adalah pengikatan mekanis, pengelasan, dan pengikatan *adhesive* (Maggiore et al., 2021).

Adhesive banyak digunakan dalam pembuatan struktur ditemukan di pesawat, mobil, elektronik, semikonduktor dan aplikasi terkait. Optimalisasi desain dapat dilakukan dengan menggunakan analisis elemen hingga yang memungkinkan penurunan karakteristik fisik yang diperlukan untuk ikatan perekat struktural (Pethrick, 2015).

Dibandingkan dengan penggunaan pengencang pada sambungan mekanis, ikatan *adhesive* memberikan area sambungan yang kontinu dan lebih besar, yang secara signifikan mengurangi konsentrasi tegangan. Meskipun demikian, harus dicatat bahwa konsentrasi tegangan masih ada pada perekat dan pengikatan karena diskontinuitas material pada area ikatan (Shang et al., 2019).

5. Tedlar

Tas sampel terbuat dari *polivinil fluorida film* (PVF). Film memiliki ketebalan sekitar 0.05 mm. PVF sampling tas terbuat dari 2 mil *DuPont's Tedlar film*. Sampling tas dapat digunakan dalam presisi tinggi. Analisis sampling dapat menyimpan semua jenis korosif gas dan cair dan juga tahan panas dengan suhu 150 °C ~ 170 °C. Tas ini digunakan untuk menyimpan udara yang telah diambil melalui *vacuum chamber* (Purba, 2022).

6. Filler

Untuk mendapatkan permukaan hasil pengecatan yang bagus harus diawali dengan persiapan permukaan produk yang baik. Proses pengecatan meliputi beberapa tahapan yaitu persiapan permukaan, aplikasi *filler*, pengamplasan, *masking*, pengoperasian *spray gun*, dan pengecatan akhir. *filler* memiliki 3 jenis yaitu *polyester putty*, umumnya mengandung *extender pigment* dan dapat membentuk lapisan yang tebal dan mudah mengamplasnya tetapi menghasilkan tekstur kasar. Lalu ada *epoxy putty* yang digunakan untuk memperbaiki komponen resin, tetapi dalam hal kemampuan pengeringan, pembentukan, pengamplasan lebih baik dari *polyester putty*. Dan *Lacquer putty* biasa digunakan untuk mengisi goresan, lubang kecil, atau penyok kecil (Rasyid et al., 2017).

7. Sealant

Sealant adalah materi yang dipergunakan untuk mengikat skin pesawat dengan kerangka, melindungi dari korosi, dan mengurangi getaran serta gesekan antar bagian komponen pesawat. Adapun beberapa jenis *sealant* yaitu, *sealant* PR1782C12. Dimana *sealant* PR1782C12 merupakan jenis *sealant* yang memiliki warna hitam. Jangka waktu penggunaannya (*application time*) 12 jam dan untuk menjadi kering sempurna (*curing time*) membutuhkan waktu 72 jam. Biasanya digunakan untuk merekatkan kerangka dengan *skin*. Lalu ada *sealant* PR1782A2. Dimana *sealant* PR1782A2 merupakan jenis *sealant* yang memiliki warna abu-abu dan memiliki tekstur yang encer. Jangka waktu penggunaannya 2 jam dan untuk menjadi kering sempurna (*curing time*) membutuhkan waktu 10 jam. Biasanya digunakan untuk menutup celah untuk mencegah masuknya air. Kemudian yang terakhir ada *sealant* PR1782B2. Dimana *sealant* PR1782B2 merupakan jenis *sealant* yang memiliki warna abu-abu. Jangka waktu penggunaannya selama 2 jam. Digunakan untuk *special process*, seperti kebocoran bahan bakar (Riyadi, 2016).

8. Epoxy Primer

Proses pengendalian korosi merupakan suatu upaya yang bertujuan untuk memperpanjang umur logam. Salah satu upaya pengendalian korosi dapat dilakukan dengan cara pelapisan cat *primer* (Rifai & Suwahyo, 2021).

Cat yang berfungsi untuk melindungi komponen dari korosi yang merusak komponen ini, ketika kualitas hasil pengaplikasian cat tidak maksimal, maka akan mengakibatkan perlindungan komponen dari korosi yang tidak maksimal (Nurhakiki & Suwahyo, 2020).

9. Alumesh

Alumesh merupakan salah satu *Metal Matrix Composite* (MMC). *Metal Matrix Composite* (MMC) merupakan material komposit yang sekurang-kurangnya terdiri dari dua bagian

penyusun, yang salah satunya adalah logam. Bahan lain dapat berupa logam atau bahan yang berbeda, seperti keramik atau senyawa organik lainnya. MMC dibuat dengan menggabungkan bahan penguat ke dalam matriks logam. Jenis dari komposit dengan matrik logam salah satunya yakni komposit aluminium atau *Aluminium Metal Matrix Composite* (AMMC). Aplikasi AMMC sangat beragam dari satu industri ke industri lainnya. Minat yang besar untuk material AMMC telah ditunjukkan oleh industri dirgantara, pertahanan dan otomotif (Bachtiar et al., 2022).

Komponen-Komponen Pendukung dalam Instalasi *Cargo Door*

1. *Hinge/Engsel*

Engsel adalah bantalan sendi yang menghubungkan dua benda padat, memungkinkan sudut rotasi terbatas diantara keduanya. Dua benda yang dihubungkan oleh engsel secara umum berotasi relatif satu sama lain pada sumbu rotasi tetap, sehingga semua pergeseran atau rotasi lainnya dapat dicegah dan dengan demikian engsel memiliki satu derajat kebebasan (Hadli & Nover, 2023).

2. *Screw*

Screw memiliki peran sebagai pengikat dalam berbagai aplikasi konstruksi, perakitan, dan manufaktur yang sering digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu dalam peralatan mekatronik semikonduktor, robot industri, dan printed circuit boards, atau lainnya. Umumnya sekrup yang berdimensi kecil memiliki keakurasian tinggi. Sekrup mempunyai berbagai ukuran yang tergantung kebutuhan contohnya adalah sekrup pada komponen jam, komponen hp, penyambung tulang dll (Aziz et al., 2022).

3. *Bonding Jumper*

Bonding jumper adalah suatu proses penggabungan atau biasa disebut sebagai *joining* pada kelistrikan antara dua atau lebih permukaan penghantar. Tujuan dan manfaat dari pembuatan bonding pada sistem kelistrikan yaitu untuk mencegah masalah pada kelistrikan (EMI = *Electromagnetic Interference*), kontrol listrik statis, serta perlindungan terhadap sambaran petir (Nugroho & Haryanto, 2021).

4. *Rod Equipment/Hidrolik*

Sistem hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertical (Komarudin et al., 2022).

5. *Latch*

Latch merupakan konstruksi mekanisme yang digunakan sebagai sistem pengunci pintu otomotif yang bervariasi dari satu produsen ke produsen lainnya. Sistem ini dirancang sebagai planar. Mekanisme planar yang memiliki dua komponen kinematika yaitu (menangkap) dan (mengais) diartikulasikan di pelat bingkai terbuka ditempelkan pada badan kendaraan atau pada tutup dek (Antonescu et al., 2003).

6. *Insert*

Insert adalah pengencang yang memungkinkan ikatan lebih kuat pada bahan yang lebih lembut. *Insert* memberikan kekuatan yang sangat besar dan ulir permanen pada logam yang lebih lunak seperti aluminium dan magnesium (Khoun et al., 2017).

7. Rubber seal

Rubber seal adalah elemen mesin yang banyak digunakan dalam industri untuk tujuan pencegahan kebocoran, pemeliharaan tekanan, pembuangan kotoran, dan pemisahan berbagai media satu sama lain (Tiwari et al., 2017).

Pada pembuatan *cargo door* pada pesawat N219, ada beberapa proses yang dilakukan saat melakukan pembuatan. Berdasarkan dokumen *process sheet* dengan *JID No*: 20387946 untuk *cargo door*. Alur kerja dan proses pada pembuatan *cargo door* ini dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang mengacu pada dokumen *process sheet*. Berikut merupakan proses pembuatan *cargo door* pada pesawat N219 di PT. Xyz.

a. *Operation Number 0001: Remark.*

Pemberitahuan kepada divisi produksi terkait hal-hal apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan.

b. *Operation Number 0010: ISSUER INSPECTION.*

Memeriksa identifikasi serta kondisi dari komponen dan bahan baku sesuai parts list.

c. *Operation Number 0020: CLEAN TOOL COMPOSITE.*

Bersihkan permukaan alat dengan kain bersih yang sudah diberikan release agent, keringkan alat.

d. *Operation Number 0030: COMPOSITE INSPECTION.*

Periksa homogenitas dari *release agent* yang telah diaplikasikan pada permukaan alat dan periksa kebersihan alat.

e. *Operation Number 0040: LAYUP COMPOSITE.*

- Potong bahan *glass prepreg*.
- Potong bahan *prepreg* untuk *sandwich* panel spesimen.
- Ambil *core* untuk specimen *sandwich* panel.
- Potong *tedlar*, *alumesh*, dan *film adhesive*.
- Bersihkan *core* menggunakan semprotan pembersih berisi pelarut.
- *Lay up adhesive film* sebanyak 1 *layer* pada permukaan alat.
- *Lay up alumesh* sebanyak 1 *layer* pada permukaan alat.
- *Lay up glass epoxy* sebanyak 4 *layer* dengan arah sesuai *technical drawing*.
- *Lay up adhesive film* pada bagian bawah *core* dan aplikasikan *foam adhesive* sesuai *technical drawing*.
- *Lay up adhesive film* pada bagian atas *core* sesuai *technical drawing*.
- *Lay up glass epoxy* sebanyak 6 *layer* dengan arah sesuai *technical drawing*.
- *Lay up glass prepreg* sebanyak 1 *layer* dengan arah sesuai *technical drawing*.
- *Lay up tedlar* sebanyak 1 *layer* agar air tidak masuk.
- *Lay up prepreg* sebanyak 4 *layer* pada kedua permukaan *core* menggunakan *film adhesive* untuk *sandwich* panel.
- Siapkan seluruh bahan bantu, lakukan *bagging* pada komponen, lalu vakum komponen.

f. *Operation Number 0050: COMPOSITE INSPECTION.*

- Pastikan semua *lay up dry operation* sudah selesai.
- Pastikan semua *bagging operation* sudah selesai.
- Verifikasi setiap kartu inspeksi *bonding composite*.

g. *Operation Number 0060: AUTOCLAVE COMPOSITE.*

Masukkan komponen ke dalam *autoclave* dan mulai proses *curing operation*.

h. *Operation Number 070: DEBAGGING COMPOSITE.*

Lepaskan semua bahan bantu setelah *curing operation* sudah selesai. Lepaskan komponen dan spesimen dari alat secara hati-hati.

- i. *Operation Number 0080: COMPOSITE INSPECTION.*
Pastikan *curing operation* sudah selesai.
 - j. *Operation Number 0090: ULTRA SONIC INSPECTION.*
Lakukan pengecekan *ultra sonic* untuk mengetahui apakah komponen sudah sesuai dengan dengan spek yang diinginkan.
 - k. *Operation Number 0100: FITTER COMPOSITE.*
 - *Lay out*, potong bagian spesimen sepenuhnya untuk tes panel *sandwich* dengan mempertimbangkan dimensi.
 - Potong bagian tepi dari komponen dan bor 4 lubang sesuai *technical drawing*.
 - Siapkan dan campur epoxy resin lalu aplikasikan satu lapisan untuk semua tepi potongan sesuai *technical drawing*.
 - Keringkan komponen.
 - Siapkan *identification plate*.
 - Bersihkan permukaan *bonding* dari panel dan *identification plate* menggunakan kain keju yang dibasahi dengan larutan.
 - Lakukan instalasi *identification plate* pada panel menggunakan *adhesive*.
 - l. *Operation Number 0110: COMPOSITE INSPECTION.*
 - Pastikan setiap langkah-langkah sudah dilakukan sesuai *technical drawing*.
 - Periksa dimensi spesimen panel, lalu kirim ke *laboratory bonding*.
 - Periksa secara visual semua tepi yang dipotong.
 - Periksa identifikasi dan kondisi bahan resin dan periksa campuran resin.
 - Verifikasi semua kartu pemeriksaan *bonding composite*.
 - Terima komponen jika hasil spesimen lulus dan tolak komponen apabila hasil spesimen gagal.
 - m. *Operation Number 0120: FILLER.*
Persiapkan dan aplikasikan *pin hole filler* pada bagian luar dari permukaan komponen. Selanjutnya lakukan pengamplasan menggunakan gerinda untuk menghaluskan dan merapihkan bagian filler yang berlebih.
 - n. *Operation Number 0130: INTERIOR DECORATION INSPECTION.*
 - Periksa identifikasi dan kondisi dalam keadaan baik.
 - Periksa komponen dengan inspeksi visual.
 - o. *Operation Number 0140: PAINTING BOCOM.*
Aplikasikan cat epoxy primer pada komponen menggunakan spray gun.
 - p. *Operation Number 0150: INTERIOR DECORATION INSPECTION.*
Periksa dan tuliskan data pada formulir.
 - q. *Operation Number 0160: MARKING.*
Tandai *part number*, *JID NO*, *date* dan *weight* dengan "R" pada komponen.
 - r. *Operation Number 0170: FINAL INSPECTION.*
Periksa dan verifikasi pencapaian semua operasi.
- Pada pemasangan *cargo door* ke pesawat N219, ada beberapa proses yang dilakukan saat melakukan pembuatan. Berdasarkan dokumen *process sheet* dengan *JID No: 20323154* untuk *installation forward upper panel*. Alur kerja dan proses pada pembuatan *Cargo Door* ini dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang mengacu pada dokumen *process sheet*. Berikut merupakan proses pemasangan *cargo door* ke pesawat N219 di PT. Xyz:
- a. *Operation Number 0005: Remark.*
Pemberitahuan kepada divisi produksi terkait hal-hal apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan.
 - b. *Operation Number 0010: FUSELAGE INTEGRATION N219.*
Periksa identifikasi dan kondisi dari komponen.

- c. *Operation Number 0020: FUSELAGE INTEGRATION N219.*
 - Pasang *insert* pada lubang baut latch yang sudah tersedia di *cargo door* agar saat proses pemasangan baut, baut yang terpasang tidak mudah kendur, lalu kencangkan baut sesuai dengan standar yang sudah ditentukan.
 - Pasang *rubber seal* pada pinggiran *cargo door* menggunakan *adhesive* agar *forward cargo compartment* terisolasi dari keadaan di luar.
 - Pasang *insert* pada lubang baut *hinge* yang sudah tersedia di *cargo door* agar saat proses pemasangan baut, baut yang terpasang tidak kendur, lalu kencangkan baut sesuai dengan standar yang sudah ditentukan.
 - Setelah *cargo door* telah terpasang dengan *forward cargo compartment*, aplikasikan ujung *bonding jumper* menggunakan *adhesive*.
 - Pasang *rod equipment*/damper menggunakan baut pada lubang yang sudah tersedia.
- d. *Operation Number 0030: INSPECTION STRUCTURE.*
Lakukan proses inspeksi struktur sebelum ke proses *sealant* di *sealant shop* agar *sealant* dapat teraplikasikan dengan baik dan sesuai dengan spek yang diinginkan.
- e. *Operation Number 0040: SEALANT SHOP.*
Aplikasikan *sealant* pada komponen sesuai *technical drawing*.
- f. *Operation Number 0050: INSPECTION SEALANT.*
Pastikan bahwa *Sealant* yang diaplikasikan terkontrol dan memenuhi persyaratan.
- g. *Operation Number 0060: PAINTING SHOP.*
Campurkan Primer dengan pengencer dengan viskositas sesuai spek yang ditentukan.
- h. *Operation Number 0070: INSPECTION PAINTING.*
Pastikan pencampuran primer tetap terjaga.
- i. *Operation Number 0080: PAINTING SHOP.*
Aplikasikan epoxy primer pada komponen.
- j. *Operation Number 0090: INSPECTION PAINTING.*
Pastikan bahwa epoxy primer yang diaplikasikan terkontrol dan memenuhi persyaratan.

Setelah semua proses telah dilakukan, *cargo door* siap untuk dirakit dengan *forward cargo compartment* dan diintegrasikan dengan *nose fuselage*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam pelaksanaan kegiatan Kerja Praktek yang di tujukan untuk mahasiswa-mahasiswi sangatlah bermanfaat, bertujuan melatih dan mengetahui semua kegiatan di industri yang berada dalam suatu perusahaan, guna untuk membandingkan materi yang di peroleh pada saat kegiatan praktik di kuliah dengan apa yang ada pada industri dalam suatu perusahaan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari survei lapangan selama pelaksanaan Kerja Praktek yang telah dilakukan di PT. Xyz maka dapat di ambil kesimpulan bahwa *detail part manufacture cargo door* pesawat N219 melibatkan serangkaian tahap yang kompleks dan terstruktur. Dalam proses ini, berbagai komponen dan material berkualitas tinggi digunakan untuk memastikan keamanan *cargo door*. Langkah-langkah kerja pembuatan *cargo door* melibatkan perancangan desain awal, pemilihan material yang tepat, dan pembentukan struktur untuk memastikan kualitas dan keamanan. Tim produksi dan tim *engineering* bekerja secara terkoordinasi untuk memastikan setiap tahap proses berjalan dengan efisien dan sesuai dengan standar keamanan penerbangan. Instalasi *cargo door* pada pesawat N219 melibatkan banyak komponen pendukung sehingga proses ini memerlukan pemasangan *cargo door* ke

struktur pesawat dengan presisi tinggi. Keseluruhan proses instalasi dilakukan dengan ketelitian dan kehati-hatian untuk memastikan bahwa *cargo door* dapat berfungsi optimal dan memenuhi semua persyaratan keselamatan penerbangan.

Secara keseluruhan, pembuatan dan instalasi *cargo door* pesawat N219 melibatkan kerja sama tim yang terkoordinasi dengan baik dan kepatuhan terhadap standar keamanan yang ketat untuk memastikan kualitas dan keselamatan pesawat. Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan terhadap laporan Kerja Praktek ini adalah rekomendasi untuk meningkatkan kelengkapan informasi dengan tetap memperhatikan kebijakan kerahasiaan perusahaan, dengan ini dapat dipertimbangkan kembali untuk menyediakan penjelasan tambahan pada hal-hal yang tidak bersifat rahasia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini juga, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah di berikan kepada penulis dalam menyusun laporan Kerja Praktek ini, terutama kepada: Bapak Dr. I Putu Lokantara, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bapak Windy Gumilar Sonjaya selaku kepala manager di Departemen *Manufacturing Engineering for Airplane*, Bapak Ricky Fadhillah selaku pembimbing lapangan yang telah mengarahkan, dan memberikan masukan selama membuat laporan serta melaksanakan Kerja Praktek di PT. Xyz. Seluruh Pimpinan, staff, dan karyawan Departemen *Manufacturing Engineering for Airplane* PT. Xyz yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR RUJUKAN

- Adamy, M. E., Ghofur, M. A., Infantono, A., & Purwantiningsih, Y. T. (2020). Optimasi Desain dan Analisis Kekuatan Struktur Sayap Komposit dengan Variasi Material, Thickness, Arah Serat dan Kondisi Batas Menggunakan MSC Patran Nastran (Studi Kasus Pesawat UAV CH-4). In *Conf. SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 6, 81-92.
- Alamsyah, A., Hidayat, T., & Iskandar, A. N. (2020). Pengaruh Perbandingan Resin dan Katalis terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Fiberglass-Polyester* untuk Bahan Pembuatan Kapal. *Zona Laut: Journal of Ocean Science and Technology Innovation*, 2(2), 26-32.
- Antonescu, P., Udriste, D. I., & Negrus, E. (2003). *Automotive Door Latch Mechanisms*. *Annals of Constantin Brancusi' University of Targu-Jiu. Engineering Series/Analele Universităţii Constantin Brâncuşi din Târgu-Jiu. Seria Inginerie*, (2), 27-33.
- Aziz, M. N. A., Santoso, E., Martini, N., & Rusnaldy, R. (2022). Analisis Cacat Proses Pengecoran pada Pembuatan Sekrup Penyambung Tulang dengan Menggunakan Metode Cetakan *Lost Wax Casting*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(3), 463-472.
- Bachtiar, D. K., Hardiatama, I., Kristianta, F. X., Sholahudin, I., & Nashrullah, M. D. (2022). Pengaruh Penambahan Kawat Baja 0,67% C terhadap Karakterisasi Komposit Al-2Mg/Kawat Baja 0,67% C. *STATOR: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 15-17.
- Darmawan, A. R. I., & Ali, D. S. F. (2020). Strategi *Rebranding* PT. Dirgantara Indonesia Melalui Pesawat N219. *eProceedings of Management*, 7(2).
- Diniardi, E., Nelfiyanti, N., Mahmud, K. H., Basri, H., & Ramadhan, A. I. (2019). *Analysis of the Tensile Strength of Composite Material from Fiber Bag*. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 2(2), 39-48.

- Fauzi, K. P., Isranuri, I., Sabri, M., Marragi, M., Tugiman, Mahadi, & Syam, B. (2016). Analisa Pengaruh Variasi Komposisi terhadap Kekuatan Tarik Statik dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rockwool pada Pesawat Tanpa Awak. *Jurnal Dinamis*, 4(4), 13-23.
- Hadli, M. A., & Nover, J. (2023). Pengembangan Sistem Penggerak Mekanik Penyangga Kaki Kursi Dental Unit. (Skripsi Sarjana Terapan (D-4), Politeknik Negeri ujung Pandang).
- Jubaedah, E. (2020). Analisis *Breakeven Point* Dalam Perencanaan Laba (Studi Kasus PT. Dirgantara Indonesia). *Jurnal INDEPT*, 9(1), 45-51.
- Khoun, L., Blacker, J., & Kelly, T. (2017). *GroovePin Performance of Threaded Inserts*. *Mechanical Engineering Capstone Design Projects*. Paper 16.
- Komarudin, K., Partama, Y. I., & Soleh, I. (2022). Perancangan *Power Unit* Sistem Hidrolik untuk Payung Hidrolik di Masjid Raya Aceh. 2(1), 34-47.
- Maggiore, S., Banea, M. D., Stagnaro, P., & Luciano, G. (2021). *A Review of Structural Adhesive Joints in Hybrid Joining Processes*. *Polymers*, 13(22), 1-18.
- Nugroho, A. B., & Haryanto, F. (2021). Analisa Pengaruh Tidak Langsung Sambaran Petir terhadap Pesawat Piper Seneca V Menggunakan Metode Bola Bergulir. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, 3(2), 1-8.
- Nurhakiki, N., & Suwahyo, S. (2020). Pengaruh Rasio Epoxy Primer dengan Thinner terhadap Kualitas Daya Lekat Pengecatan dengan Menggunakan Ruang Pengereng (Oven). *Automotive Science and Education Journal*, 9(2), 41-44.
- Perwara, A. S. (2021). Pengaruh Persentase Katalis terhadap Sifat Mekanis Komposit Bermatrik Resin Polyester. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 5(2), 57-64.
- Pethrick, R. A. (2015). Design and Ageing of Adhesives for Structural Adhesive Bonding - A Review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: design and applications*, 229(5), 349-379.
- Priyanto, K., Purwono, A. H., & Cristanto, D. A. (2019). Ketangguhan Impak dan Kekuatan Tarik Komposit *Fiberglass/Clay Filler* Bermatriks *Unsaturated Polyester Bqtn-Ex 157*. *Teknika*, 6(2), 45-53.
- Purba, D. A. (2022). Analisis Kadar Gas Metan (Ch₄) terhadap Faktor Lingkungan di TPA Piyungan, DI Yogyakarta. (Skripsi Sarjana (S1), Universitas Islam Indonesia).
- Rajkumar, S., Arulmurugan, B., Manikandan, M., Karthick, R., & Kaviprasath, S. (2017). *Analysis of Physical and Mechanical Properties of A3003 Aluminum Honeycomb Core Sandwich Panels*. *Applied Mechanics and Materials*, 867, 245-253.
- Rasyid, A. H. A., Santoso, D. I., & Utama, F. Y. (2017). Pemilihan Parameter Pengecatan untuk Mendapatkan Ketebalan Lapisan Cat yang Tepat untuk Permukaan Tidak Merata. *Otopro*, 12(2), 82-87.
- Rifai, S., & Suwahyo, S. (2021). Pengaruh Variasi Jenis Cat Primer dan Temperatur terhadap Laju Korosi pada Pengecatan Menggunakan Oven. *Automotive Science and Education Journal*, 10(1), 11-17.
- Riyadi, A. (2016). *Composite Tool Manufacturing*. Bandung.
- Setyanto, A. E., & Nurwijayanti, K. N. (2017). Simulator Panel Pintu Kargo Pesawat Boeing 737-900 ER Otomatis Berbasis Zelio Smart Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(3), 187-191.
- Setia, A. (2018). Analisis Kemampuan Daya Saing PT. Dirgantara Indonesia Guna Mendukung Sistem Pertahanan Negara. *Jurnal Renaissance*, 3(01), 319-331.
- Setiawan, D., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2020). Analisa Kekuatan Komposit *Sandwich* Karbon Fiber dengan *Core Styrofoam* sebagai Material pada Model Pesawat Tanpa Awak (Uji Tarik & Uji Bending). *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(1). 1-5.
- Setiawan, B., Rasma, R., Djunaedi, T., Hidayat, G., & Adiday, P. M. (2022). *Study* Kelayakan Penggunaan Material Komposit sebagai Campuran Resin Lycal dengan Serat Sabut Kelapa terhadap Gaya Impact pada Pesawat RC. *Prosiding Semnastek*. 1-12.

- Sun, G., Huo, X., Wang, H., Hazell, P. J., & Li, Q. (2021). On the Structural Parameters of Honeycomb-Core Sandwich Panels Against Low-Velocity Impact. *Composites Part B: Engineering*, 216(108881).
- Shang, X., Marques, E. A. S., Machado, J. J. M., Carbas, R. J. C., Jiang, D., & Da Silva, L. F. (2019). *Review on Techniques to Improve the Strength of Adhesive Joints with Composite Adherends*. *Composites Part B: Engineering*, 177(107363).
- Tigelrito, V., Fransiscus, F., & Rabeta, B. (2022). Analisis Aplikasi *Coating* pada *Roller Track Cargo Compartment* pada Airbus 330-200/300. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 7(2), 99-109.
- Tiwari, A., Dorogin, L., Tahir, M., Stöckelhuber, K. W., Heinrich, G., Espallargas, N., & Persson, B. N. (2017). *Rubber Contact Mechanics: Adhesion, Friction, and Leakage of Seals*. *Soft Matter*, 13(48), 9103-9121.
- Wandono, F. A., & Adhitya, M. (2019). Analisis Kekuatan Struktur Komposit dengan *Ply Drop-off* pada Roda Pendarat Utama Pesawat Nir Awak Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 17(1), 29-40.