



Perancangan *Special Force Arm Protector* Berbahan Komposit Berpenguat Serat Sintetik Berbasis *Solidworks* dan MSC Patran/Nastran

(*Designing of Special Force Arm Protector From Solidworks
And MSC Patran/Nastran Reinforced Synthetic Fiber Based
Composite*)

Dendi Rivaldi Sudradjat^{1*}, Muhammad Abdul Ghofur²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: dendirivaldi@akademiangkatanudara.ac.id, m.abdulghofur@aa.u.ac.id

Abstrak— *Special Force Arm Protector* merupakan sebuah alat pelindung yang digunakan untuk melindungi bagian tubuh yaitu pada bagian tangan maupun lengan dari goresan, sayatan, gesekan maupun benturan dari benda tajam atau kasar maupun benda tumpul yang dapat membahayakan atau mencelakai seseorang dalam melaksanakan suatu kegiatan di lapangan. Mengenakan alat pelindung lengan saat melaksanakan latihan ataupun dalam melaksanakan tugas operasi dapat mencegah dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan maupun cedera pada pelaksanaannya. Pada perancangan *Special Force Arm Protector*, hal paling utama yang harus diperhatikan adalah masalah berat material dan kekuatan material. Material yang dibuat harus memiliki kekuatan maksimal dengan berat seringan mungkin serta memenuhi faktor keamanan. Penelitian ini melakukan desain optimasi dan analisis kekuatan material *Special Force Arm Protector* dengan memvariasikan jenis material. Jenis material yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah material komposit seperti *Fiberglass/Epoxy*, *Karbon/Epoxy* dan *Kevlar/Epoxy*. Material komposit dengan berbagai variasi susunan arah serat dimana lamina disusun secara simetris dengan arah serat 0° dan 90° dan ketebalan perlayernya sebesar 0,125mm. Pemodelan *Special Force Arm Protector* berbahan komposit berpenguat serat sintetik didesain dalam *Software Solidworks* sedangkan analisis kekuatan material dari model *Special Force Arm Protector* menggunakan *MSC Patran/Nastran*. Dalam penelitian ini diperoleh *stress*, *failure indices*, *displacement* dan *weight* pada variasi material yang berbeda dan arah sudut serat yang berbeda juga.

Kata Kunci— *Arm*, *Protector*, Komposit, *Fiberglass*, *Karbon*, *Kevlar*, *Stress*, *Failure Indices*, *Displacement*, *Weight*, *Patran*, *Nastran*.

Abstract— *Special Force Arm Protector* is a protective device used to protect parts of the body, namely the hands and arms, from scratches, cuts, friction or impacts from sharp or rough objects or blunt objects which can harm or injure someone while carrying out an activity in the field. Wearing arm protective equipment when carrying out training or carrying out operational tasks can prevent and reduce the risk of accidents or injuries during implementation. When designing a *Special Force Arm Protector*, the most important thing that must be considered is the weight of the material and the strength of the material. The material made must have maximum strength with the lightest possible weight and meet safety factors. This research carried out optimization design and analysis of the material strength of the *Special Force Arm Protector* by varying the type of material. The types of materials applied in this research are composite materials such as *Fiberglass/Epoxy*, *Carbon/Epoxy* and *Kevlar/Epoxy*. Composite material with various variations in the arrangement of fiber directions where the lamina is arranged symmetrically with fiber directions of 0° and 90° and the layer thickness is 0.125mm. The modeling of the *Special Force Arm Protector* made from composite materials reinforced with synthetic fibers was

* Dendi Rivaldi Sudradjat

E-mail: dendirivaldi@akademiangkatanudara.ac.id

designed in Solidworks Software, while the material strength analysis of the Special Force Arm Protector model used MSC Patran/Nastran. In this research, stress, failure indices, displacement and weight were obtained for different material variations and different fiber angle directions.

Keywords— *Arm, Protector, Composite, Fiberglass, Carbon, Kevlar, Stress, Failure Indices, Displacement, Weight, Patran, Nastran.*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman maka ilmu dan teknologi juga ikut berkembang khususnya dalam bidang komposit. Komposit adalah material yang terbuat dari dua campuran bahan material atau lebih dengan sifat kimia dan fisika berbeda dengan material-material penyusunnya. Dengan perkembangan teknologi sekarang ini, komposit menjadi pilihan material untuk berbagai macam peralatan dan barang kebutuhan manusia karena komposit memiliki berbagai macam kelebihan apabila dibandingkan dengan bahan material tunggal. Contohnya, untuk keperluan transportasi udara, bahan komposit lebih dipilih daripada logam semisal aluminium atau baja karena sifatnya yang lebih ringan namun memiliki kekuatan yang tidak kalah dengan logam, ketahanan korosi yang lebih baik, dan penanganan yang lebih mudah apabila terjadi kerusakan. Pemanfaat komposit di bidang yang lain yaitu, pemanfaatan material komposit yang mulai digunakan untuk menggantikan bahan logam pada beberapa bagian dari kapal karena sifat komposit yang lebih tahan korosi dan tahan air laut. Selain itu komposit juga banyak dimanfaatkan sebagai material penyusun dari rompi anti peluru dan helm, dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan yang sama namun dengan bobot yang lebih ringan.

II. LANDASAN TEORI

Teori-teori yang terkait dengan penelitian ini, melalui literatur dan referensi penelitian serta pengetahuan penulis mengenai teori komposit, teori matriks, teori *reinforcement*, teori serat sintetik dan teori pengujian tekan serta teori dasar mengenai pemodelan dengan metode komputasi. Teori-teori tersebut akan menunjang pelaksanaan percobaan dan pengambilan data, serta analisis data yang dihasilkan.

A. Komposit

Komposit adalah material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dengan material-material penyusunnya. Salah satu contoh paling mudah dari material komposit adalah beton cor yang tersusun atas campuran dari pasir, batu koral, semen, besi, serta air. Nampak bahwa material-material penyusun tersebut memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda, namun ketika dicampurkan dengan perbandingan serta teknik tertentu akan menghasilkan beton yang sangat kuat, keras, dan tahan terhadap berbagai cuaca.

Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan fiber(*reinforcement*). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, fiber berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan fiber dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, namun ringan. [1]

B. Reinforcement (Penguat)

Reinforcement adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Beban yang diterima oleh komposit hamper seluruhnya diterima oleh *reinforcement*

ini, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari jenis bahan yang di gunakan sebagai *reinforcement*. Beban yang diterima oleh komposit tidak langsung di terima oleh *reinforcement*, namun terlebih dahulu diterima oleh bahan matriks, kemudian beban yang di terima oleh matriks diteruskan ke *reinforcement*. Oleh karena itu bahan *reinforcement* harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada matrik penyusun komposit. Diameter serat juga berpengaruh terhadap kekuatan yang diberikan. Makin kecil diameternya akan memberikan luas permukaan per satuan berat yang lebih besar, sehingga akan membantu transfer tegangan tersebut. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal) semakin tinggi kekuatan bahan serat. Hal ini dikarenakan cacat yang timbul semakin sedikit.

C. Matriks

Matriks adalah suatu bahan yang mempunyai fungsi sebagai pengikat bahan penguat melindungi bahan penguat dari pengaruh lingkungan luar, dan bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya. Matriks dapat berupa logam, polimer dan keramik. Matriks dibagi menjadi dua bagian yaitu matriks polimer thermoplastik dan matriks polimer thermoset.

D. Resin

Resin adalah sebuah sebuah campuran dari beragam senyawa kompleks seperti alkohol, asam resnat dan juga resnotannol ester. Resin ini merupakan hasil dari eksudasi tumbuhan dengan alami atau pun buatan. Resin memiliki sifat padat, bening dan sedikit kusam, mengkilap, rapuh serta bisa meleleh atau pun mudah terbakar ketika terkena panas. Resin juga bisa mengeluarkan aroma serta asap yang begitu khas baunya. Diketahui, jika resin ini masuk ke dalam salah satu bahan yang berasal dan dibuat dari alam. Salah satu sumber utama pembuatan resin yakni berasal dari getah beragam pohon mulai dari konifer atau kunjung.[2]

E. Serat Sintetik

Serat sintetik atau buatan adalah serat yang molekulnya disusun secara sengaja oleh manusia. Sifat-sifat umum dari serat buatan yaitu kuat dan tahan gesekan. Aramid termasuk jenis *Nylon* seperti *Nomex*, *Kevlar*, dan *Tawron*, yaitu bahan yang sangat tahan api, tahan suhu tinggi dan akan terbakar pada suhu 538°C.

Beberapa keunggulan dari serat sintetik sebagai berikut.

1. Bahan yang kuat.
2. Bahan yang ringan.
3. Mudah dalam perawatan.
4. Bahan yang tahan gesekan.

F. Pembuatan Tabel

Berdasarkan pada tabel diatas maka dapat diperoleh data-data yang diperlukan dalam memasukkan angka-angka *material properties* ke dalam *software* tersebut sesuai dengan material yang ingin diujikan dengan proses yang sederhana yaitu angka-angka hanya dipindahkan kedalam kolom yang tersedia.

Membuat material baru pada *software MSC Patran/Nastran* dengan *material properties* berupa 3 material campuran berbeda yaitu Fiberglass, Karbon, Kevlar yang selanjutnya akan di input ke pemodelan yang sudah ada yaitu *Special Force Arm Protector* dengan *material properties* yang sudah ditentukan seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Material Kevlar/Epoxy

Properties	Kevlar/Epoxy	Satuan
Volume fiber Vf	60%	-
Elastis Modulus 11	76000	MPa
Elastis Modulus 22	5500	MPa
Poissin Ratio 12	0,34	
Shear Modulus 12 (G12)	2300	MPa
Shear Modulus 23 (G23)	2300	MPa
Shear Modulus 13 (G13)	2300	MPa
Density	1.5	Mg/mm3

Tabel 2. Material fiberglass/epoxy

Properties	E-Glass/Epoxy	Satuan
Volume fiber Vf	60%	-
Elastis Modulus 11	50000	MPa
Elastis Modulus 22	12000	MPa
Poissin Ratio 12	0.3	
Shear Modulus 12 (G12)	5600	MPa
Shear Modulus 23 (G23)	5600	MPa
Shear Modulus 13 (G13)	5600	MPa
Density	2	Mg/mm3

Tabel 3. Material carbon/epoxy

Properties	HM Carbon/Epoxy	Satuan
Volume fiber Vf	60%	-
Elastis Modulus 11	196000	MPa
Elastis Modulus 22	7700	MPa
Poissin Ratio 12	0,3	
Shear Modulus 12 (G12)	4200	MPa
Shear Modulus 23 (G23)	4200	MPa
Shear Modulus 13 (G13)	4200	MPa
Density	1.6	Mg/mm3

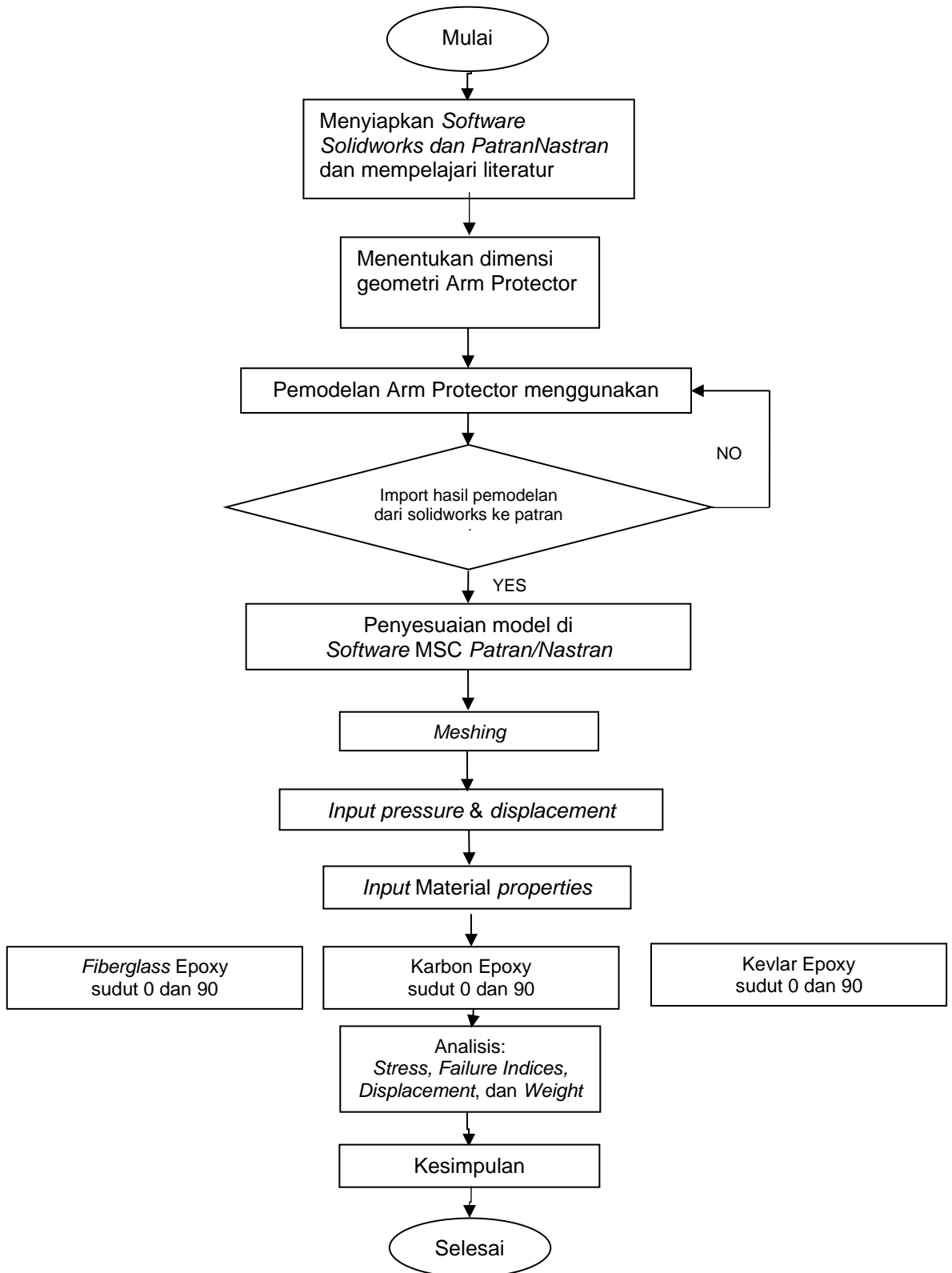
III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

A. Metodologi Penelitian

Studi literatur. Studi ini dilaksanakan dengan cara mengumpulkan referensi yang bersumber dari internet yang memiliki keterkaitan dengan pembahasan dalam penulisan penelitian ini.

B. Penulisan flowchart

Penulisan *flowchart* atau alur diagram harus sesuai dengan kaidah penulisan. Contohnya seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

Bagian keempat ini dapat berupa Implementasi Model dan Pembahasan, Hasil dan Analisis, ataupun Hasil dan Pembahasan. Selanjutnya, dibagi ke dalam subbab yang sesuai dengan nama bagian keempat tersebut. Misalnya:

A. Analisis Data

Berikut merupakan data-data yang diperoleh dari ketiga material yang diuji sehabis melakukan riset uji dengan arah sudut serat 0° dan 90° pada pemodelan *Special Force Arm Protector* dengan menggunakan metode komputasi untuk mendapatkan nilai stress, failure indices, displacement, dan weight pada setiap pengujian pada *software MSC Patran/Nastran* seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. Perbandingan Hasil 3 jenis material *Special Force Arm Protector*.

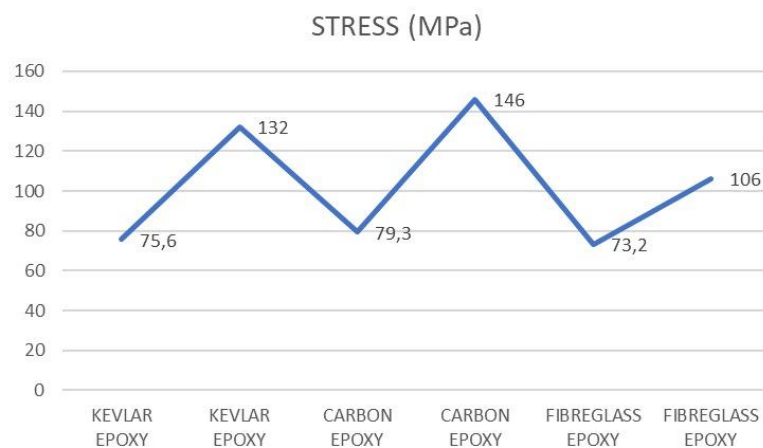
NO	MATERIAL	ARAH SUDUT SERAT	STRESS	FAILURE INDICES	DISPLACEMENT	WEIGHT	KETERANGAN
1	KEVLAR EPOXY	0°	75.6 MPa	0.215	0.275 mm	0.19 kg	
2	KEVLAR EPOXY	90°	132 MPa	0.463	0.796 mm	0.19 kg	
3	CARBON EPOXY	0°	79.3 MPa	0.244	0.136 mm	0.20 kg	
4	CARBON EPOXY	90°	146 MPa	0.425	0.502 mm	0.20 kg	
5	FIBREGLASS EPOXY	0°	73.2 MPa	0.215	0.203 mm	0.25 kg	
6	FIBREGLASS EPOXY	90°	106 MPa	0.481	0.392 mm	0.25 kg	

B. Pembahasan

Dari hasil uraian data diatas, dapat disimpulkan pembahasan sebagai berikut :

1. Stress.

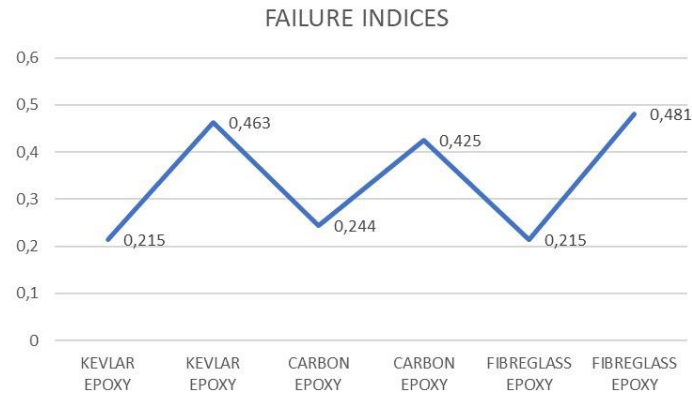
Nilai stress model *Special Force Arm Protector* tersebut dapat dilihat pada grafik di bawah :



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Stress pada material.

2. *Failure Indices.*

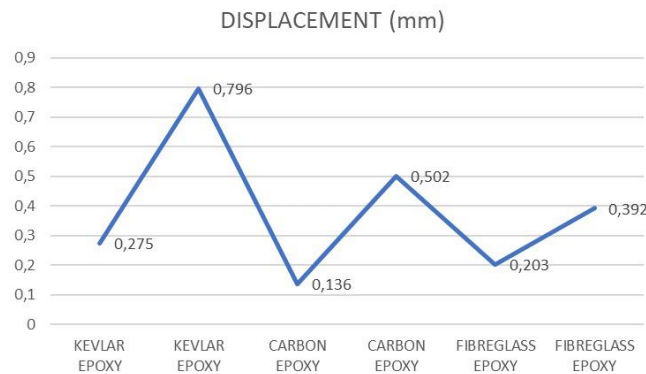
Nilai *failure indices* model *Special Force Arm Protector* tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah :



Gambar 3. Grafik Perbandingan nilai *Failure Indices*.

3. *Displacement.*

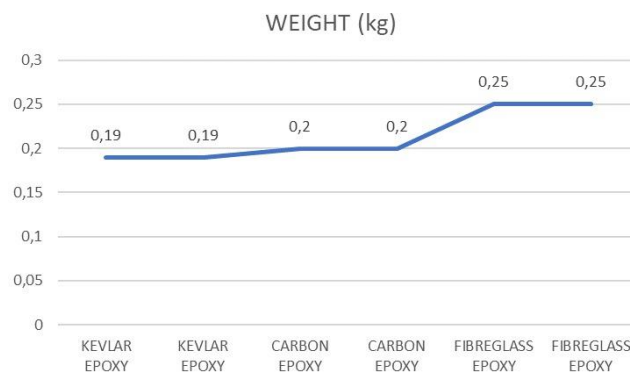
Nilai *displacement* model *Special Force Arm Protector* tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah :



Gambar 4. Grafik Perbandingan nilai *Displacement*.

4. *Weight.*

Nilai *weight* model *Special Force Arm Protector* tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah :



Gambar 5. Grafik Perbandingan nilai *Weight*.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dengan judul Perancangan *Special Force Arm Protector* Berbahan Komposit Berpenguat Serat Serat Sintetik Berbasis *Solidworks* dan *MSC Patran/Nastran* adalah sebagai berikut:

- a. Analisis nilai *stress* menggunakan *MSC Patran/Nastran* pada *Special Force Arm Protector* bermaterial fiberglass, karbon, dan kevlar didapatkan bahwa tingkatan berdasarkan nilai *stress* yang terendah dan yang tertinggi yaitu material *fiberglass* pada sudut 90° dan Karbon pada sudut 90°
- b. Analisis nilai *failure indices* menggunakan *MSC Patran/Nastran* pada *Special Force Arm Protector* bermaterial fiberglass, karbon, dan kevlar didapatkan bahwa tingkatan berdasarkan nilai *fi* dari yang terendah dan yang tertinggi yaitu material kevlar pada sudut 0° dan *fiberglass* pada sudut 90°
- c. Analisis nilai *displacement* menggunakan *MSC Patran/Nastran* pada *Special Force Arm Protector* bermaterial fiberglass, karbon, dan kevlar didapatkan bahwa tingkatan berdasarkan nilai dari yang terendah dan yang tertinggi yaitu material karbon pada sudut 0° dan kevlar pada sudut 90°
- d. Analisis nilai *weight* menggunakan *MSC Patran/Nastran* pada *Special Force Arm Protector* bermaterial fiberglass, karbon, dan kevlar didapatkan bahwa tingkatan berdasarkan nilai *fi* dari yang terendah dan yang tertinggi yaitu material kevlar pada sudut 0° dan *fiberglass* pada sudut 90°

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan limpahan rahmatnya terselesaikannya penelitian ini dengan tepat pada waktunya. penelitian yang berjudul **“PERANCANGAN SPECIAL FORCE ARM PROTECTOR BERBAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT SINTETIK BERBASIS SOLIDWORKS DAN MSC PATRAN/NASTRAN”** merupakan persyaratan bagi Taruna Akademi Angkatan Udara dalam penyelesaian pendidikan.

Penelitian ini disusun dengan bantuan dari berbagai pihak untuk penyelesaiannya. Untuk itu, penyusunan pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih dan rasa hormat setinggi-tingginya

REFERENSI

- [1] O. Apriyahanda, “Pengertian Material Komposit | | Artikel Teknologi Indonesia.” Accessed: Nov. 13, 2022. [Online]. Available: <https://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit/>
- [2] “Kuspradini,” *merdeka.com*, Jan. 2016, Accessed: Nov. 13, 2022. [Online]. Available: <https://www.merdeka.com/trending/resin-adalah-senyawa-kimia-alami-ini-manfaat-dan-variannya-yang-umum-dipakai-kln.html>