

PERANCANGAN *BODY UNMANNED GROUND VEHICLE* ELEKTRIK DENGAN PENERAPAN MATERIAL KOMPOSIT FRP

Muhamad Ikhsan Nugraha¹, Hardy Adiluhung², Dandi Yunidar³

^{1,2,3} *Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu
– Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat, 40257*

mikhsannugraha@student.telkomuniversity.ac.id, hardydil@telkomuniversity.ac.id,

dandiyunidar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak: Meningkatnya tensi pertahanan di dunia, memicu setiap negara termasuk Indonesia meningkatkan kualitas dan teknologi keamanannya. Salah satunya adalah pengembangan UGV atau *Unmanned Ground Vehicle* bertenaga listrik. UGV adalah kendaraan tanpa awak darat yang berfungsi untuk membawa berbagai jenis suplai. Pada umumnya digerakan oleh tenaga listrik dan *body* berbahan besi untuk ketahanan yang baik. Namun penggunaan besi pada keseluruhan *body* dapat menambah bobot kendaraan sehingga kapasitas angkut berkurang, beban berat juga mampu memberikan efek buruk pada komponen mekanikal dan elektrik. Dari permasalahan tersebut berpotensi untuk pengembangan *body* UGV elektrik dengan material komposit yang ringan dan daya tahan yang baik. Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih jenis material yang berbeda, salah satu material komposit yang banyak digunakan adalah *Fiber Reinforced Polymers*. Material ini memiliki bobot lebih ringan namun memiliki tingkat kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Dengan keunggulan tersebut, penggunaan material ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan dari UGV. Perancangan ini bertujuan untuk mengurangi bobot kendaraan tanpa mengurangi daya tahan pada *body*.

Kata Kunci : UGV Elektrik, Material Komposit, *Fiber Reinforced Polymers*

Abstract: *The increasing defense tension in the world has triggered every country, including Indonesia, to improve its security quality and technology. One of them is the development of an electric-powered UGV or Unmanned Ground Vehicle. UGV is an unmanned ground vehicle that serves to carry various types of supplies. Generally driven by electric power and an iron body for good durability. However, the use of iron in the whole body can increase the weight of the vehicle so that the carrying capacity is reduced, heavy loads can also have an adverse effect on mechanical and electrical components. These problems have the potential for the development of an electric UGV body with lightweight composite materials and good durability. Composite is a combination of two or more different types of materials, one of the most widely used composite materials is Fiber Reinforced Polymers. This material has a lighter weight but a high level of strength and stiffness. With these advantages, the use of this material is expected to increase the ability of the UGV. This design aims to reduce the weight of the vehicle without reducing the durability of the body.*

Keywords: *Electrical UGV, Composite Materials, Fiber Reinforced Polymers*

PENDAHULUAN

Ancaman pertahanan di dunia khususnya Asia yang terus memanas membuat berbagai negara termasuk Indonesia meningkatkan kualitas militer dan alutsista yang dimiliki. Modernisasi alat dan pembuatan kendaraan militer berteknologi tinggi perlu untuk terus dikembangkan, diantaranya adalah penggunaan kendaraan tanpa awak (Kementrian Pertahanan Republik Indonesia, 2021). Penggunaan kendaraan tanpa awak yang lebih fleksibel dan rendahnya biaya operasional serta mampu menjalankan misi yang sangat berbahaya, menjadi keunggulan tersendiri. Hal yang paling penting dari penggunaan kendaraan tanpa awak adalah mampu mengurangi korban jiwa (Sud, 2020).

Salah satu kendaraan tanpa awak yang semakin dikembangkan militer adalah UGV atau *Unmanned Ground Vehicle*. Menurut Lopatka (2020) *Unmanned Ground Vehicle* (UGV) adalah kendaraan tanpa awak yang beroperasi di permukaan tanah yang difungsikan untuk membawa suplai tentara. Menurut Sathiyarayanan, dkk (2014) UGV merupakan sebuah system pertahanan terbaru yang mampu menjalankan operasi militer sekaligus memberikan rasa aman pada manusia. UGV memegang peranan yang sangat penting dalam dunia militer, selain mampu diaplikasikan senjata, kendaraan ini juga mampu dijadikan sebagai kendaraan angkut logistik (Walimbe, 2020). Deskripsi serupa juga dikemukakan oleh Fofilos, dkk (2014) menurut mereka UGV sangat cocok untuk operasi militer, patroli dan angkut pembawa suplai karena memiliki daya tahan dan kemampuan yang baik. Bahkan menurut Jashthi & Ponnammal (2018), UGV dengan sistem tertentu dapat mengumpulkan informasi dari jalur yang dilewati termasuk rintangan dan menemukan jalur baru yang lebih efisien. Di Indonesia kendaraan jenis ini terus dikembangkan untuk membantu tentara membawa berbagai kebutuhan. Diantaranya adalah UGV elektrik yang dikembangkan oleh PT. Pindad dan Universitas Telkom.

Namun sayangnya UGV yang telah dikembangkan cenderung memiliki bobot *body* yang berat, hal tersebut dikarenakan keseluruhan *body* serta rangka menggunakan material besi. Akibat bagian mekanikal dan motor listrik akan bekerja lebih keras yang dapat mengakibatkan sedikitnya beban angkut yang dapat dibawa. Sementara itu terdapat material dengan daya tahan sangat tinggi namun memiliki bobot sangat ringan yang banyak digunakan pada kendaraan militer terutama pada pesawat yakni material komposit khususnya berjenis FRP atau *Fiber Reinforced Polymers*. Menurut Bielawski (2017), material yang lebih ringan dari besi namun memiliki daya tahan yang tinggi ini menjadi salah satu material komposit yang banyak digunakan pada *body* bahkan rangka pesawat tempur dan pesawat tanpa awak. Penggunaan material tersebut menjadikan kendaraan mampu mengangkut lebih banyak muatan dan konsumsi tenaga yang lebih efisien serta meningkatkan kemampuan dengan *body* yang lebih ringan.

Dari penjelasan tersebut, peneliti melihat potensi untuk mengembangkan *body* UGV elektrik yang dapat memudahkan dalam penggunaannya. Selain itu penggunaan material komposit FRP yang ringan dengan daya tahan kuat juga dapat menjadi peluang pengembangan pada *body* kendaraan militer. Material komposit FRP cenderung lebih mudah dalam pembuatan dan mampu menjangkau nilai estetika lebih baik. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengembangan dan penerapan material komposit *Fiber Reinforced Polymers* pada *body* UGV elektrik. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam pembuatan UGV yang lebih ringan dan efisien dengan daya angkut maksimal.

METODE PENELITIAN

Untuk menghasilkan data yang akurat, pada penelitian ini digunakan metode pengumpulan data campuran (*Mixed Methods*) antara metode kualitatif sebagai pengumpulan data dan metode kuantitatif sebagai validasi. Metode ini

digunakan dengan tujuan untuk melengkapi kekurangan dari metode kualitatif dan kuantitatif (Creswell, 2014). Pengumpulan data dilakukan dengan metode kualitatif dengan mempelajari dan mendalami fenomena yang terjadi pada objek yang sedang diteliti sehingga dapat menghasilkan data yang didapat melalui wawancara, observasi, interaksi dan pencarian data tertulis (Patrik Aspers & Ugo Corte, 2019). Pada penelitian ini dilakukan observasi dan wawancara untuk mengetahui fenomena pada UGV yang telah dikembangkan serta untuk dapat mengetahui potensi penggunaan material *Fiber Reinforced Polymers* (FRP) pada body UGV. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan informasi berkualitas serta dapat diterjemahkan menjadi data yang akurat sehingga mampu menjawab kebutuhan penelitian (Syed Muhammad Sajjad Kabir, 2016).

Sementara itu metode kuantitatif digunakan sebagai penentu variable untuk memperkuat data yang sesuai dengan kebutuhan penelitian melalui pengukuran tingkat akurasi atau validasi dari sample yang didapat (Creswell, 2014). Validasi ini merujuk pada validasi material dengan mengkomparasikan beberapa material FRP yang memiliki komposisi berbeda serta material besi. Komparasi dilakukan melalui perhitungan bobot antar material dengan dimensi tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspek Material

Pada perancangan *body Unmanned Ground Vehicle* ini material yang digunakan adalah material komposit. Menurut Hussein (2019) material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material dengan sifat berbeda yang saling berperan sebagai *reinforcement* dan *matrix* (Pengikat). Sifat berbeda tersebut membentuk material baru dengan kesatuan yang unik dan berbeda dari material pembentuknya (Tri-Dung Ngo, 2020). Menurut Clyne & Hull (2019) banyak sekali material yang merupakan komposit, ini karena hampir semua hal

yang ada di alam terbentuk dari sekurangnya dua unsur yang berbeda. Pada penelitian ini komposit yang digunakan berjenis *Fiberglass Reinforced Polymers*. Material ini merupakan campuran antara serat *glass* atau *fiberglass* dengan *polymers* berupa resin. Resin yang digunakan merupakan jenis *Yukalac 157* dan serat *glass* anyam serta acak. Pencampuran ini menghasilkan material komposit yang kuat dan memiliki bobot yang sangat ringan jika dibandingkan dengan besi yang memiliki ukuran sama. Untuk menghasilkan data material yang akurat dilakukan komparasi terhadap beberapa sample material FRP dengan material plat besi.

ASPEK DIMENSI

Dimensi UGV pada perancangan ini dianjurkan memiliki ukuran yang ringkas sehingga memudahkan dalam proses mobilisasi, baik pada saat UGV dipindahkan menggunakan kendaraan lain atau pada saat UGV berjalan sendiri. Metode yang digunakan pada penentuan parameter ini adalah dengan cara mengambil dimensi rata-rata dari UGV yang telah ada. Dikutip dari jurnal yang ditulis oleh Lopatka (2020), terdapat berbagai dimensi UGV yang dikumpulkan oleh program SMET (Squad Multipurpose Equipment Transport). Dimensi dari UGV tersebut diantaranya :

Tabel 1 Dimensi UGV kompetitor

No	UGV-Manufaktur	Dimensi	
		Panjang (meter)	Lebar (meter)
1	CaMEL – Northrop Grumman Corp.	1.83	0,81
2	MUTT/J5 – General Dynamic Land System	2.13	1.42
3	MUTT/J5T – General Dynamic Land System	2.13	1.52
4	Protector with trailer – HDT Global	1.96	0,91
5	RS-1 – Howe and Howe	1.85	0.91
6	RV-M – Polaris Industries Inc	1.73	1.09
7	SMSS – Lockheed Martin	3.68	1.80
8	AMBOT – American Robot Company	1.27	1.07
9	PROBOT – Roboteam NA Inc.	1,46	1,27
10	TITAN – QinetiQ NA / Milrem	2,40	2,00
11	Grizzly – Howe and Howe	2.4	1,5

12	Hunter WOLF – HDT Global	2,30	1,40
13	MUTT 8x8 – General Dynamic Land System	2,95	1,78

Sumber: Lopatka (2020)

Dari tabel diatas terdapat berbagai macam ukuran dari UGV yang telah hadir di pasaran, untuk membuat UGV dengan ukuran yang proporsional dan fungsional maka diambil dimensi rata-rata dari data diatas dengan panjang 1,4 meter dan lebar 2.3 meter. Ukuran tersebut akan menjadi patokan dimensi *body* UGV pada perancangan ini.

ASPEK BENTUK

Dalam perancangan *body Unmanned Ground Vehicle* ini terdapat kriteria bentuk yang dapat mempengaruhi fleksibilitas UGV dalam mengangkut kargo dan kemudahan akses pengguna. Menurut Yunidar dan Majid (2019) dalam perancangan sebuah desain diperlukan adanya berbagai aspek yang diantaranya adalah faktor psikologis atau kebiasaan pengguna. Pada bidang kendaraan angkut sangat familiar dengan kebiasaan *overloading* atau mengangkut barang yang tidak dapat diprediksi. Untuk memenuhi kriteria tersebut maka dibuat tabel berisi gambar dari produk kompetitor dengan deskripsi *body* dan dek kargo yang dimiliki. Bentuk *body* dan dek kargo produk kompetitor yang sesuai dengan kebutuhan pada perancangan ini akan dijadikan acuan desain dan dikombinasikan agar menciptakan desain UGV yang baru. Berikut merupakan tabel produk UGV kompetitor :

Tabel 2 Parameter Bentuk Desain *Body* UGV

No	Gambar	Bentuk <i>Body</i> dan <i>Kargo Space</i>
1	 <p>ROOK UGV</p>	<p>Bagian atas <i>body</i> memiliki bentuk dek datar menyeluruh sehingga memudahkan dalam menaik turunkan barang dengan sedikit pelindung dibagian depan.</p>

<p>2</p>	 <p>HR-Sherpa UGV</p>	<p>Bagian <i>body</i> lebih tinggi dari dek kargo sehingga kargo terlindungi, bagian depan terdapat sedikit gundukan untuk sensor dan komponen penunjang.</p>
<p>3</p>	 <p>Mission Master UGV</p>	<p>Bagian <i>body</i> lebih tinggi dari dek kargo sehingga kargo terlindungi, bagian <i>body</i> samping dapat dipasangkan aksesoris untuk penyimpanan tambahan.</p>
<p>4</p>	 <p>Hanhwa Defense UGV</p>	<p>Bagian dek kargo memiliki bentuk datar dengan pelindung samping tambahan, <i>body</i> bagian depan lebih tinggi sebagai pelindung dan sistem penunjang.</p>
<p>5</p>	 <p>VIKING UGV</p>	<p>Bagian dek kargo memiliki bentuk datar menyeluruh dengan penempatan komponen penunjang menggunakan besi yang menjulang dan berfungsi sebagai penahan kargo depan dan belakang.</p>

6		<p>Bagian dek kargo memiliki bentuk datar dengan pelindung samping yang dapat dilepas sehingga kargo dapat terlindungi. Bagian depan lebih tinggi untuk pelindung dan sistem penunjang.</p>
---	---	---

Agema UGV

Sumber: Dokumentasi Penulis (2022)

Dari hasil identifikasi tabel diatas, peneliti memutuskan untuk mengadopsi desain UGV dari nomor 1 yang memiliki dek kargo rata dan luas agar dapat menampung jenis kargo yang lebih beragam dan mudah diakses. Sementara untuk bagian pelindung dan penempatan komponen penunjang akan mengadopsi desain UGV nomor 6 yang memiliki pelindung samping yang dapat dilepas dan bagian *body* depan yang lebih tinggi dan penempatan komponen penunjang.

TOR (Term of Reference)

Deskripsi Produk

Kendaraan darat tanpa awak berpengerak elektrik yang berfungsi sebagai alat angkut logistik militer dengan dek kargo yang mudah diakses serta memiliki *body* berbahan material komposit *Fiber Reinforced Polymers* yang ringan.

Kebutuhan Desain

Body UGV memiliki bobot yang ringan dengan fleksibilitas angkut kargo yang tinggi dan tingkat kemudahan dalam proses perakitan serta perawatan yang mudah.

Batasan Desain

Kendaraan UGV yang akan dirancang hanya diperuntukan untuk kebutuhan militer non perang.

Output Desain

Produk kendaraan UGV elektrik untuk kebutuhan angkut kargo militer non perang.

Moodboard

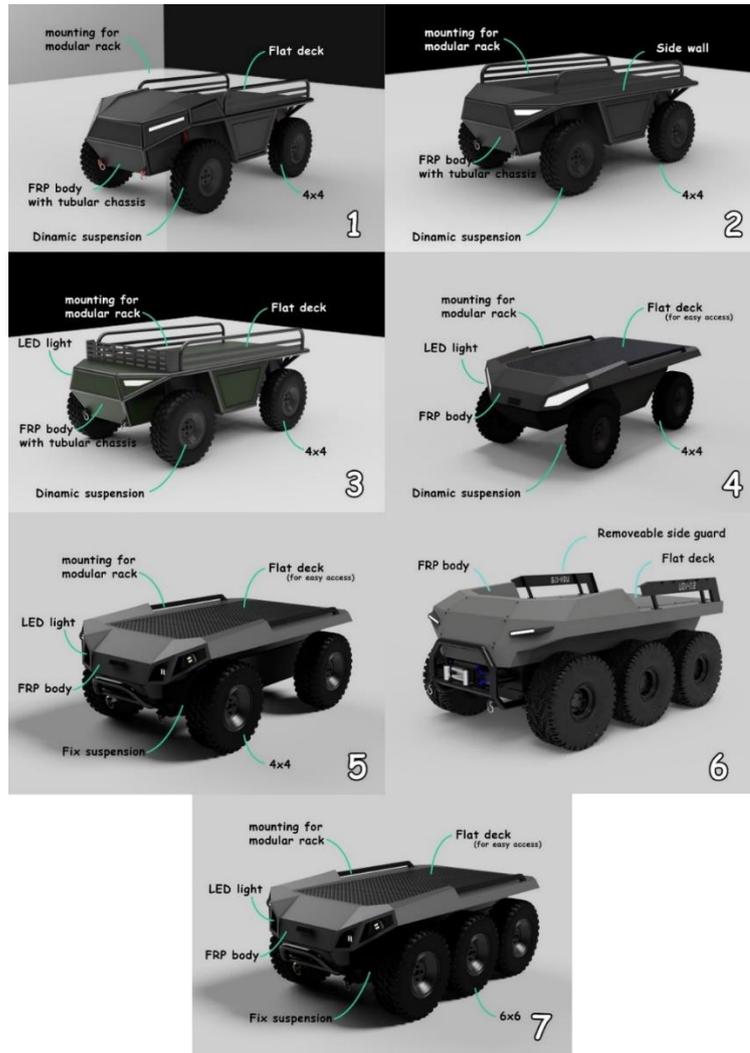


Gambar 1 *Moodboard*

Sumber: Dokumentasi Penulis (2022)

Pada perancangan *body Unmanned Ground Vehicle* ini, desain akan condong kepada dua produk UGV yang telah ada, yakni Agema UGV buatan Milanio Group (gambar atas) dan ROOK buatan Elbit Systems (gambar bawah). Kedua UGV tersebut memiliki kemampuan angkut dan mobilisasi yang tinggi serta memiliki fleksibilitas angkut barang yang beragam dengan *body* modularnya. Selain itu kedua produk tersebut memiliki karakter desain yang berbeda, gambar atas memiliki dek kargo yang datar dengan pelindung kargo di setiap sisi yang dapat dilepas dan bagian depan yang lebih besar sebagai tempat komponen penunjang. Sedangkan gambar bawah memiliki desain sederhana dengan dek datar menyeluruh dengan sedikit pelindung dibagian depan.

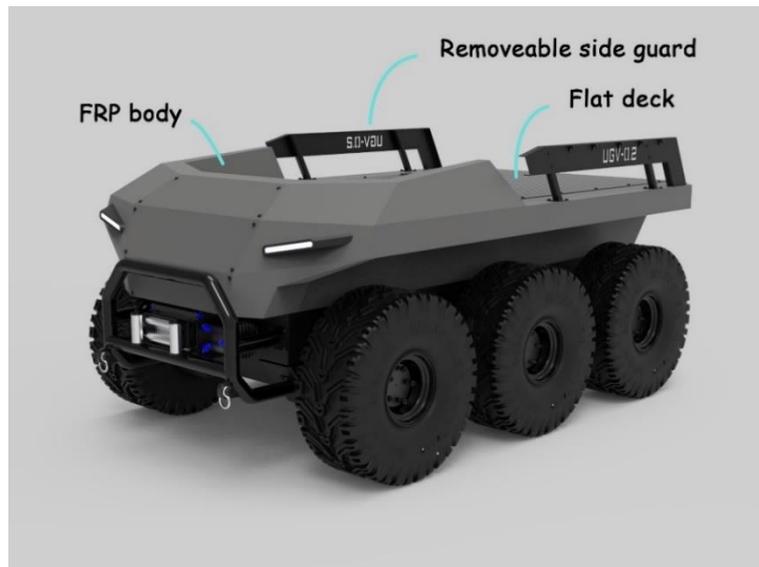
Desain Alternatif



Gambar 2 Desain alternatif
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

Desain Final

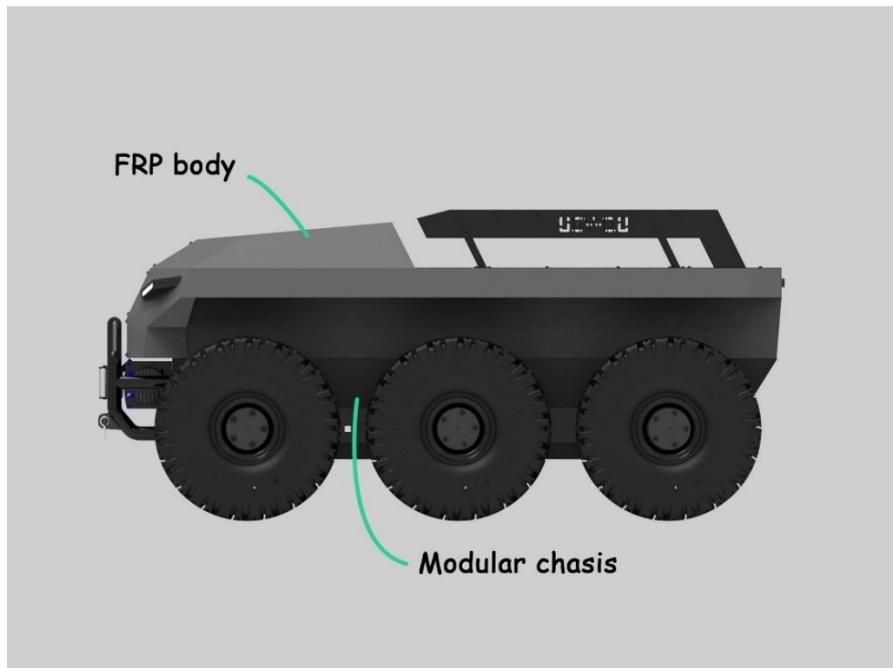
Dari beberapa desain alternatif diatas, desain alternatif 6 dipilih menjadi desain akhir karena memenuhi kebutuhan pada perancangan ini.



Gambar 3 Desain terpilih
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)



Gambar 4 Tampak belakang
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)



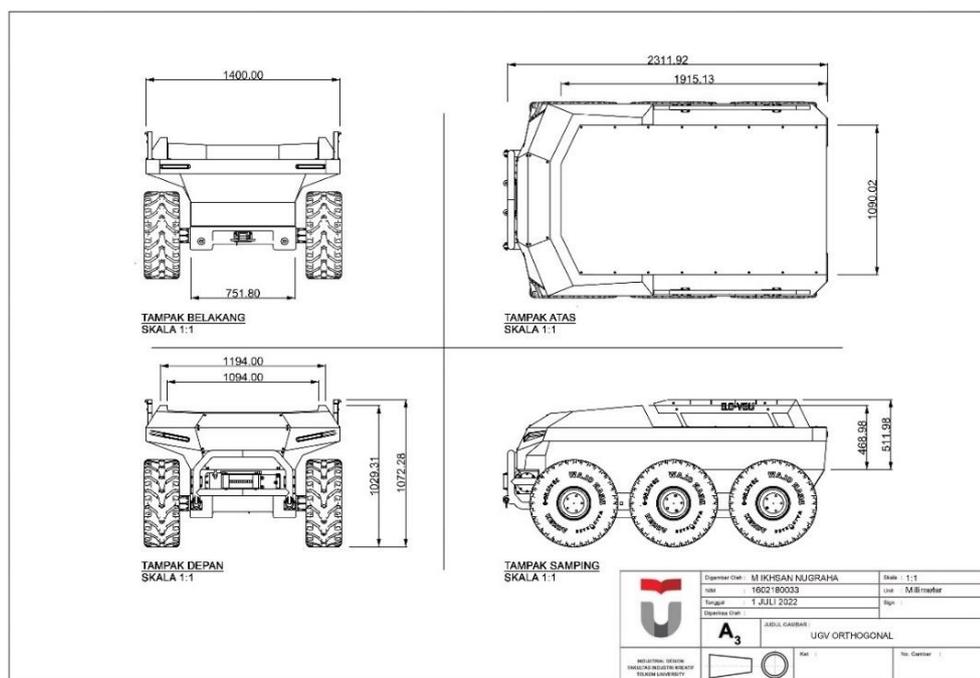
Gambar 5 Tampak samping
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)



Gambar 6 UGV dengan ban 205x65 R15
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

Dari beberapa desain alternatif, desain 6 dipilih menjadi desain final karena mampu memenuhi kebutuhan pada perancangan ini. Dek kargo yang rata dapat

mempermudah dalam mengakses logistik dan mampu dengan mudah dipasangkan aksesoris tambahan untuk menunjang jenis logistik yang beragam. Penggunaan sistem *body* 2 lapis (lapisan atas *body* FRP dan lapisan bawah sasis) mampu menjadikan UGV ini modular dan dapat dipasangkan jenis *body* sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan suspensi statis dimaksudkan untuk mengurangi kerumitan pada rangka dan menghasilkan bobot yang lebih ringan. Pemilihan sistem gerak 6x6 dimaksudkan untuk menambah kemampuan berkendara pada saat bergerak di jalur *off road*. Untuk penggunaan ban dapat disesuaikan dengan ketersediaan di lapangan, pada perancangan ini pemilihan ban dan velg yang ditampilkan adalah 255x80 R8 dan 205x65 R15.



Gambar 7 Dimensi UGV dalam skala 1:1

Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

MOCKUP

Pada perancangan ini UGV dibuat dalam model mockup dengan skala 1:5 menggunakan 3D Printer. Menurut Adiluhung (2019) pembuatan prototype

menggunakan printer 3D lebih mudah untuk diakses dibandingkan dengan metode fabrikasi lain.



Gambar 8 Model *mockup* UGV
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)



Gambar 9 Model *mockup* UGV sebelum dirakit
Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

VALIDASI

Pada perancangan ini proses validasi yang dilakukan adalah dengan cara mengkomparasikan sampel material *Fiber Reinforced Polymers* dan plat besi. Hal ini dikarenakan *prototype* hanya berupa model skala 1:5 yang dibuat menggunakan 3D printer. Spesifikasi plat besi sebagai acuan yang digunakan

memiliki ketebalan 1 dan 2 milimeter sebagaimana plat besi pada *body* UGV sebelumnya. Sementara itu parameter yang diukur akan berfokus pada perbandingan bobot per ukuran dan pembuatan material FRP serta validasi diawasi oleh ahli di bidang FRP agar komposisi serta parameter lainnya dapat disesuaikan sehingga mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Berikut adalah tabel pengujian sample material FRP dan besi :

Tabel 1 Hasil Komparasi Material FRP dengan besi.

No	Material	Ukuran (mm)	Berat (g)	Keterangan
1	<i>Fiberglass Reinforced Polymers</i>	150x170, ketebalan 3,2mm	79 gram	2x Serat <i>fiberglass</i> anyam (<i>woven rofing fiberglass</i>) ketebalan serat 1,5mm
2	<i>Fiberglass Reinforced Polymer</i>	150x170, ketebalan 2,2mm	48.1 gram	1x Serat <i>fiberglass</i> anyam (<i>woven rofing fiberglass</i>) dan 1x serat <i>fiberglass</i> acak
3	<i>Fiberglass Reinforced Polymer</i>	150x170, ketebalan 4,2mm	88.5 gram	2x Serat <i>fiberglass</i> anyam (<i>woven rofing fiberglass</i>) dan 2x serat <i>fiberglass</i> acak
4	<i>Fiberglass Reinforced Polymer</i>	150x170, ketebalan 2,4mm	56.6 gram	1x Serat <i>fiberglass</i> anyam (<i>woven rofing fiberglass</i>) dan 2x serat <i>fiberglass</i> acak
5	<i>Fiberglass Reinforced Polymer</i>	150x170, ketebalan 1,8mm	36.6 gram	1x Serat <i>fiberglass</i> anyam (<i>woven rofing fiberglass</i>)
6	Plat besi (2mm)	150x170, ketebalan 2mm	248.9 gram	
7	Plat besi (1mm)	150x170, Ketebalan 1mm	67.1 gram	

Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa material FRP dengan ukuran yang sama bahkan lebih tebal memiliki bobot yang jauh lebih ringan jika dibandingkan dengan plat besi. Material FRP yang berpotensi untuk digunakan pada *body* UGV adalah FRP dengan spesifikasi ketebalan 4,2 mm berbobot 88,5 gram yang memiliki komposisi dua lapis *fiberglass matt* (serat acak) dan dua lapis *woven rofing fiberglass* (serat anyam). Komposisi ini dipilih karena memiliki rigiditas yang baik jika dibandingkan dengan plat besi namun tetap memiliki bobot yang lebih ringan.

KESIMPULAN

Perancangan ini berfokus pada pengembangan *body Unmanned Ground Vehicle* (UGV) elektrik yang sebelumnya telah dikembangkan oleh PT. Pindad dan Universitas Telkom. Pengembangan UGV sebelumnya terdapat beberapa kekurangan terutama pada bagian *body* yang menggunakan material *full* besi. Penggunaan material ini nyatanya menemui berbagai masalah terutama pada bobot kendaraan yang berat sehingga cukup mengurangi kapasitas angkut. Selain itu, penggunaan material plat besi pada *body* menyulitkan proses improvisasi dan kustomisasi. *Body* dibuat dalam bentuk satu kesatuan yang tidak dapat dibongkar dengan rangka. Dari sisi elektrikal, *body* yang digunakan sebelumnya cukup menyulitkan dalam hal perakitan dan perawatan. Sifat besi yang merupakan konduktor juga sangat beresiko bila terjadi kebocoran tegangan listrik.

Dari permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi dengan pembuatan *body* UGV menggunakan material komposit FRP yang lebih ringan. Untuk dapat merancang *body* tersebut dibutuhkan pengujian material FRP agar spesifikasi dan komposisi dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Dari pengujian komparasi sample material FRP dan plat besi, dihasilkan bahwa FRP dengan ukuran yang sama (150x170mm ketebalan 2mm) memiliki bobot 77% lebih ringan dibanding plat besi, bahkan FRP dengan ukuran lebih tebal (4,2mm) memiliki bobot 64% lebih ringan. Adapun material penting dalam pembuatan FRP adalah polimer berupa resin dan serat *glass* atau *fiberglass*. Selain itu bentuk dan struktur *body* perlu dirubah menjadi lebih modular dan mudah diakses agar proses mangangkut dan menurunkan barang, perakitan sistem dan perawatan menjadi lebih mudah. Diharapkan perancangan ini dapat membantu serta diimplementasikan pada pengembangan UGV selanjutnya yang akan dikombinasikan dengan teknologi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajay Sud. (2020). *UAVs and Counter UAVs Technologies in the World and the Indigenous Capability*. New Delhi, India.
- [2] Dandi Yunidar & Ahmad Zuhairi Abdul Majid. (2019). *A Critical Overview on Customized Additional Storage on the Motorcycle in Bandung*. Bandung.
- [3] Hardy Adiluhung. (2019). *Penyempurnaan Bentuk Serta Ketahanan Material Pada Dummy Body Part Kendaraan Tempur Dengan Teknik Printer 3D dan Komposit*. Bandung
- [4] John W. Creswell. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches 4th ed*. Lincoln, Amerika Serikat.
- [5] Kementrian Pertahanan Republik Indonesia. (2021). *Kebijakan Pertahanan Negara Tahun 2021. KEPUTUSAN MENTERI PERTAHANAN NOMOR : KEP/487/M/V/2020*.
- [6] Marian J. LOPATKA. (2020). *UGV for Close Support Dismounted Operations Current Possibility to Fulfil Military Demand. CNDCGS - Proceedings of 2nd International Scientific Conference 2020*.
- [7] Mithileysh Sathiyarayanan, dkk. (2014). *Four Different Modes to Control Unmanned Ground Vehicle for Military Purpose*. India.
- [8] Panayiotis Fofilos, dkk. (2014). *KERVEROS I: An Unmanned Ground Vehicle for Remote-Controlled Surveillance*. Yunani.
- [9] Radosław Bielawski. (2017). *COMPOSITE MATERIALS IN MILITARY AVIATION AND SELECTED PROBLEMS WITH IMPLEMENTATION*. Warsawa, Polandia.
- [10] Sainadh Jashthi & Mrs.Ponnammal P. (2018) *UNMANNED GROUND VEHICLE FOR MILITARY PURPOSE. International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 119 No. 12 (2018). 13189-13193*.
- [11] Saloni Walimbe. (2020). *The Role of Autonomous Unmanned Ground Vehicle Technologies in Defense Applications*.

<https://www.aerodefensetech.com/component/content/article/adt/features/articles/37888>. Diakses Pada Tanggal 21 November 2021.

[12] Suhair G. Hussein. (2019). Engineering Materials. University of Baghdad

[13] Syed Muhammad Sajjad Kabir. (2016). *Methods of Data Collection*. Bangladesh.

[14] Tri-Dung Ngo. (2020). *Introduction to Composite Materials*.

[15] T. W. Clyne & D. Hull. (2019). *An Introduction to Composite Materials*. Amerika Serikat

