

## PRELIMINARY RESEARCH ON QUADCOPTER WITH PHOTOVOLTAIC TO INCREASE FLIGHT TIME

Evi Sofia<sup>1,\*</sup>, Hery Sonawan<sup>2</sup> dan Dian Kurniawan<sup>3</sup>, Ahmad Iqbal<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teknik Penerbangan, Fakultas Teknik Universitas Nurtanio-Bandung

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan - Bandung

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan - Bandung

<sup>4</sup>Teknik Penerbangan, Fakultas Teknik, Universitas Nurtanio- Bandung

\*Corresponding author: e.sofia@ymail.com

**Abstract.** The main obstacles of drones especially quadcopter are limited flight time and range. A quadcopter with a long flight time has a high price. There are several alternatives to increase flight time from a quadcopter by adding the number of batteries, developing electrical systems and redesigning the quadcopter to become more aerodynamic. The addition of the number of batteries will increase the weight of the quadcopter while the development of electrical systems and redesign of the quadcopter become more aerodynamic require a large cost. Photovoltaic as a component that utilizes the sun as an energy source is then chosen to increase flight time from the quadcopter. This paper describes the preliminary research on the addition of photovoltaic to quadcopter. On-ground testing with three modus testing are applied to quadcopter testing: without photovoltaic, quadcopter+photovoltaic 1Wp and quadcopter+photovoltaic 3.5Wp. For each mode

**Abstrak.** Kendala utama dari drone khususnya *quadcopter* adalah lama terbang dan jangkauan yang terbatas. *Photovoltaic* sebagai komponen yang memanfaatkan matahari sebagai sumber energi kemudian dipilih untuk menambah waktu terbang dari *quadcopter*. Makalah ini menjelaskan mengenai penelitian awal dari penambahan *photovoltaic* pada *quadcopter*. Mode pengujian quadcopter yaitu pengujian darat yang dibedakan pada tiga mode uji tanpa photovoltaic, dengan photovoltaic 1Wp dan dengan photovoltaic 3,5Wp. Pada masing-masing mode itu kecepatan putar motor quadcopter divariasikan pada kecepatan putar idle, medium dan tinggi. Dari hasil penelitian diperoleh tambahan waktu putar motor *quadcopter* dengan adanya penambahan *photovoltaic*. Penambahan *photovoltaic* berdaya 1Wp, menurunkan indeks penurunan tegangan baterai sebesar 16%, pada kecepatan putar motor idle, sebesar 11% pada kecepatan putar medium dan 14% pada kecepatan putar tinggi. Penambahan *photovoltaic* berdaya 3,5Wp, menurunkan indeks penurunan tegangan baterai sebesar 39%, pada kecepatan putar motor idle, sebesar 71% pada kecepatan putar medium dan 75% pada kecepatan putar tinggi.

**Keywords:** Drone, *quadcopter*, *Photovoltaic*, Polycrystalline, idle.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Sebagai pesawat terbang tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicles/UAVs), drone mengalami perkembangan yang sangat pesat. Penggunaan drone yang pada awalnya untuk keperluan militer lambat laun mulai merambah ke bidang sipil. Menurut bentuknya drone dibagi dua yaitu *fixed wing* dan *rotary wing* atau biasa dikenal dengan *multicopter*. Salah satu bentuk *multicopter* adalah *quadcopter*. *Quadcopter* merupakan pesawat terbang tanpa awak yang digerakkan oleh empat baling-baling (propellers) yang mengarah ke atas dan ditempatkan dalam formasi persegi dengan jarak yang sama dari pusat massa *quadcopter* (Gambar 1). *Quadcopter* adalah desain khas untuk kendaraan udara tak berawak kecil (Small Unmanned Aerial Vehicle) dengan struktur yang sederhana. *Quadcopter* digunakan untuk

pengawasan, pencarian dan penyelamatan pada daerah bencana, foto udara, inspeksi pada pengerjaan konstruksi dan beberapa aplikasi lain [1].



**Gambar 1.** *Quadcopter* [2]

*Quadcopter* mempunyai banyak kelebihan yaitu antar lain tidak memerlukan landasan yang luas, dapat terbang vertikal, mudah melakukan manuver-manuver, pemeliharaannya yang tidak terlalu rumit, bentuknya yang sederhana dan masing banyak lagi kelebihan lainnya. Beberapa contoh penggunaan *quadcopter* diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Aplikasi *Quadcopter* [3]

Walaupun memiliki banyak kelebihan, *quadcopter* juga memiliki kelemahan yang cukup mempengaruhi kinerjanya. *Quadcopter* hanya dapat terbang dalam jangka waktu pendek, jika dibandingkan dengan UAV lainnya. Hal ini terjadi karena *quadcopter* menggunakan tenaga elektrik untuk bergerak dengan kapasitas baterai yang terbatas. Jangka waktu yang pendek tersebut secara tidak langsung akan mempengaruhi kapasitas bawaan, kecepatan terbang, dan jarak tempuh *quadcopter* tersebut [2].

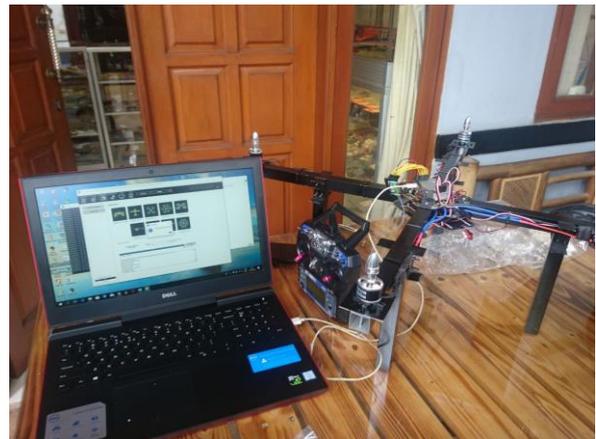


Gambar 3. Komponen-komponen *quadcopter*

Ada beberapa alternatif untuk menambah waktu terbang dari sebuah *quadcopter* yaitu dengan menambahkan jumlah baterai, melakukan

pengembangan pada sistem elektrik dan mendesain ulang *quadcopter* menjadi lebih aerodinamis. Penambahan jumlah baterai akan menambah beban dari *quadcopter* sedangkan pengembangan sistem elektrik dan mendesain ulang *quadcopter* menjadi lebih aerodinamis memerlukan biaya yang besar.

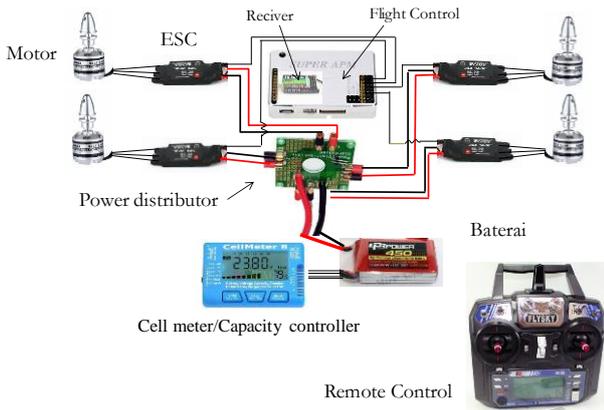
*Photovoltaic* sebagai komponen yang memanfaatkan matahari sebagai sumber energi kemudian dipilih untuk menambah waktu terbang dari *quadcopter*. *Photovoltaic* dipasang pada *quadcopter* berfungsi sebagai *charger* pengisi baterai. Ide ini mengambil analogi dari sistem pengisian baterai yang ada di kendaraan BBM roda empat atau roda dua. Prinsip yang dimiliki sama tetapi berbeda dari sumber pengisinya saja. Cara pengisian baterai seperti yang disebutkan di atas memerlukan sebuah kajian dan penelitian, oleh karenanya dalam makalah ini menjelaskan penelitian awal dari penambahan *photovoltaic* pada *quadcopter* sebagai sistem pengisian baterai (*charger*).



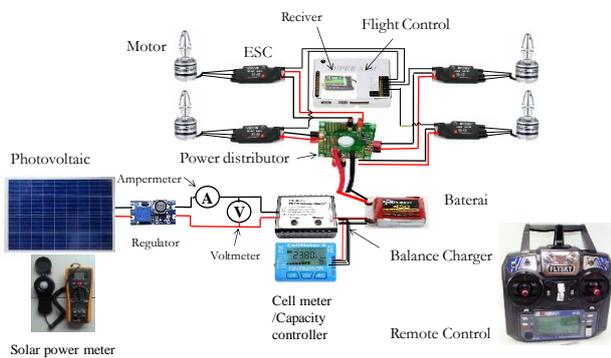
Gambar 4. *Quadcopter* tanpa penambahan *photovoltaic*

### Metode Penelitian

Pengujian *quadcopter* dibagi menjadi dua modus yaitu pengujian tanpa *photovoltaic* sebagai *charger* dan pengujian dengan penambahan *photovoltaic*. Setup pengujian *quadcopter* diperlihatkan dalam Gambar 5 dan Gambar 6.



**Gambar 5.** Setup pengujian quadcopter tanpa photovoltaic



**Gambar 6.** Setup pengujian quadcopter + photovoltaic

### Perakitan quadcopter

Komponen-komponen utama yang digunakan pada *quadcopter* adalah sebagai berikut (Gambar 3):

1. Rangka, terbuat dari Aluminium hollow 2×2 cm dengan panjang 30 cm untuk tiap lengannya.
2. *Flight controller*, menggunakan Super APM dengan Chip 8 bit ATMEGA 2560.
3. Motor brushless (EMAX XA2212), 980 KV.
4. ESC atau *Electronic Speed Control* (MYSTERY 30A).
5. Propeller/baling-baling.
6. Baterai 3300 mAh dan 450 mAh, jenis Lithium Polimer (LiPo).
7. *Remote control*, Flysky FS-i6 Transmitter & Receiver 6 channel 2.4Ghz.

Gambar 4 adalah tampilan *quadcopter* yang telah dirakit sebelum ditambahkan modul *photovoltaic*.

### Perakitan Photovoltaic

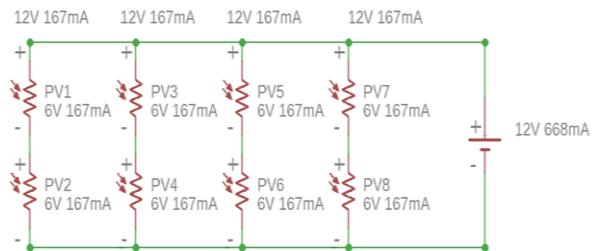
*Photovoltaic* yang digunakan untuk pengujian ini adalah jenis *polycrystalline*. *Photovoltaic* jenis *polycrystalline* yang digunakan ada 2 jenis dengan

spesifikasi dan dimensi yang berbeda. Tabel 1 memperlihatkan spesifikasi *photovoltaic* yang digunakan dalam penelitian ini.

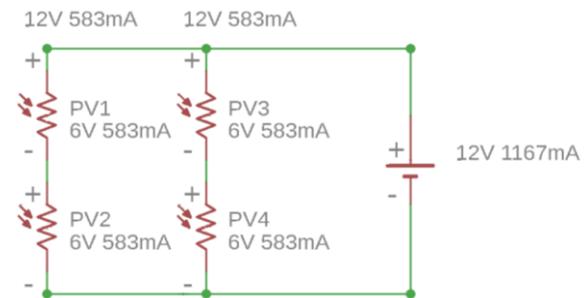
**Tabel 1.** Spesifikasi *photovoltaic*

Spesifikasi	PV 1Wp	PV 3,5Wp
Daya (W)	1	3,5
Tegangan (V)	6	6
Arus (mA)	167	583
Dimensi (mm)	110×60×3	165×135×3
Massa (g)	23,2	88,8

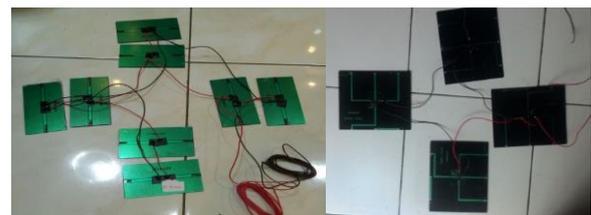
Sebelum memasang *photovoltaic* ke rangka *quadcopter*, perlu dirancang rangkaian *photovoltaic* yang akan digunakan untuk pengujian *quadcopter* dengan menggunakan tipe rangkaian listrik seri-paralel. Tujuannya yaitu untuk mendapatkan tegangan yang dibutuhkan untuk pengisian baterai yang sebesar 12V. Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan rangkaian listrik seri-paralel yang digunakan untuk merangkai *photovoltaic*.



**Gambar 7.** Rangkaian seri-paralel PV-1Wp



**Gambar 8.** Rangkaian seri-paralel PV-3,5Wp



**Gambar 9.** Rangkaian seri-paralel PV-1Wp dan PV-3,5Wp

Rangkaian *photovoltaic* seri-paralel yang telah dibuat kemudian dipasangkan pada *quadcopter* untuk keperluan pengujian.

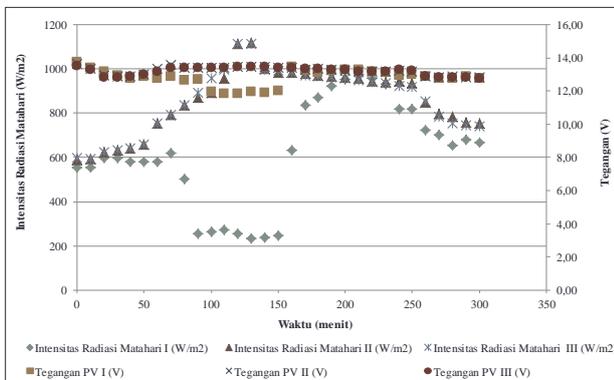
## Hasil dan Pembahasan

### Pengujian Intensitas matahari

Proses pengambilan data uji *quadcopter* didahului dengan mengukur intensitas matahari dan tegangan serta arus yang dihasilkan *photovoltaic*. Pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan bahwa *photovoltaic* yang digunakan berada dalam kondisi baik. Pengujian dilakukan antara pukul 10.00 - 15.00 wib seperti yang terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

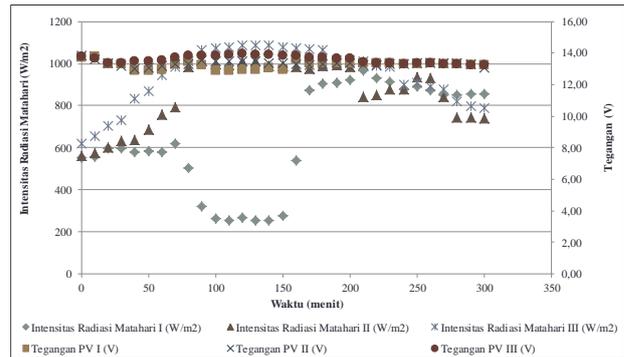
### Pengujian *photovoltaic* 1Wp dan 3,5Wp

Ada dua jenis *photovoltaic* yang digunakan yaitu *photovoltaic* dengan kapasitas daya 1Wp dan 3,5 Wp. Saat pengujian yang menggunakan *photovoltaic* 1Wp, pola intensitas matahari tidak sama di hari I, II dan III. Di hari pertama cuaca cukup mendung antara menit 90 hingga 150 (pukul 11.30 hingga 12.30) sehingga memengaruhi tegangan keluaran *photovoltaic* yang cenderung ikut menurun dari nilai awal sekitar 14V menjadi 12V (Gambar 8).



Gambar 10. Data Pengujian *Photovoltaic* 1Wp

Tegangan keluaran *photovoltaic* 3,5Wp terlihat lebih tinggi walaupun dalam kondisi langit mendung (Gambar 9). Tegangan terukur saat itu mendekati angka 13V. Saat langit cerah, tegangan keluaran *photovoltaic* mencapai 14V baik untuk PV-1Wp ataupun PV-3,5Wp. Secara teoritik, tegangan yang harus dimiliki sumber tegangan (*charger*) yaitu 15% lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan baterai atau sekitar 13,8V. Dengan demikian, *photovoltaic* yang digunakan dalam pengujian ini telah memenuhi kriteria sebagai *charger* untuk baterai *quadcopter*.



Gambar 11. Data Pengujian *Photovoltaic* 3,5Wp

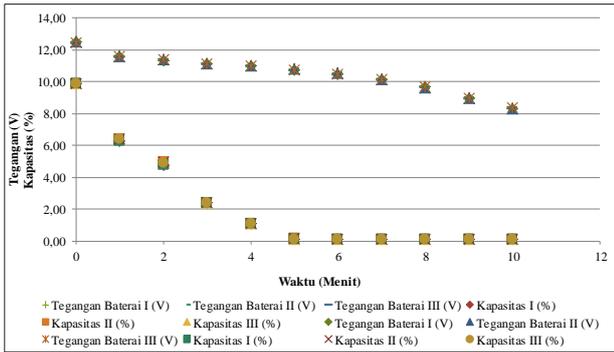
### Pengujian paket *quadcopter* dan *photovoltaic*

Pengujian pada paket *quadcopter* + *photovoltaic* dilakukan dengan dua mode uji yaitu pengujian darat dan pengujian terbang. Pengujian darat adalah pengujian yang dilakukan saat *quadcopter* berada di darat dan tidak melakukan manuver. Pada makalah ini data pengujian yang ditampilkan hanya saat pengujian darat saja. Pengumpulan data saat pengujian terbang masih terus dilakukan sampai makalah ini dibuat. Pengujian darat dilakukan untuk mengetahui beberapa karakteristik yang tidak memungkinkan dilakukan apabila *quadcopter* terbang. Data-data yang diukur adalah tegangan, kapasitas baterai, tegangan pengisian dan arus pengisian baterai.

Pengujian darat dibagi menjadi tiga mode kecepatan putar motor yaitu kecepatan putar motor idle, medium dan tinggi. Ketiga kecepatan putar motor itu dianggap mewakili kondisi *quadcopter* saat manuver terbang. Data hasil pengujian darat pada saat kecepatan putar motor idle, medium dan tinggi diperlihatkan pada gambar-gambar di bawah ini.

### Data hasil pengujian *quadcopter* tanpa *photovoltaic*

Mode pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan *photovoltaic*. Pengujian ini ditujukan untuk mengukur laju penurunan tegangan baterai saat digunakan untuk menggerakkan motor. Profil penurunan tegangan baterai untuk ketiga kecepatan putar motor diperlihatkan dalam Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12. Dengan durasi pengujian berbeda dan kapasitas awal baterai 100% maka laju penurunan tegangan baterai dapat diperhitungkan. Di awal pengujian (menit ke-0) dan menit ke-10, tegangan baterai diukur sehingga penurunan tegangan dapat dihitung.

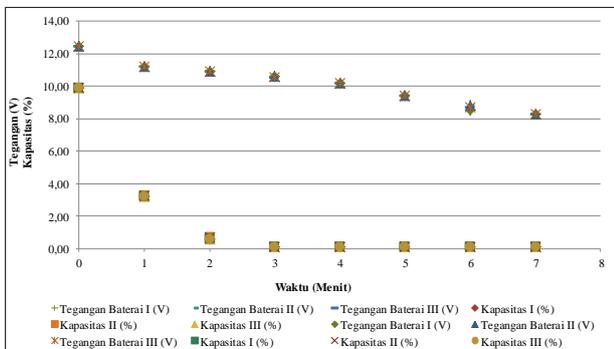


**Gambar 12.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian - kecepatan putar motor *idle*

Dari Gambar 10, saat pengujian dengan kecepatan putar motor *idle*, tegangan awal rata-rata (dari tiga kali pengujian) adalah sebesar 12,49V dan tegangan rata-rata di akhir pengujian (menit ke-10) sebesar 8,35V. Dengan demikian, laju penurunan tegangan baterai adalah 0,414 volt/menit. Dengan kecepatan putar medium seperti terlihat dalam Gambar 11, laju penurunan tegangan baterai adalah:

$$= \frac{12,47V - 8,28V}{7 \text{ menit}} = 0,598 \frac{\text{volt}}{\text{menit}}$$

Semakin tinggi kecepatan putar motor akan membutuhkan arus makin besar sehingga laju penurunan tegangan pun lebih besar.

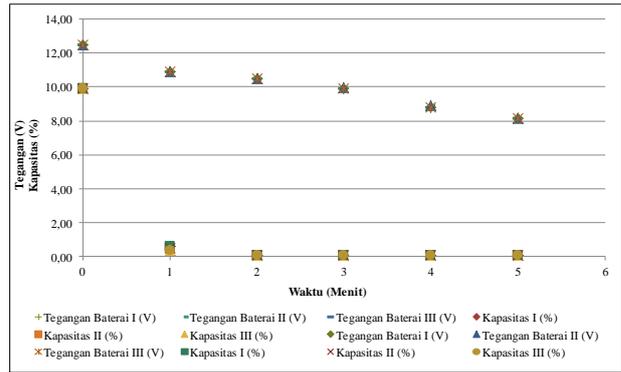


**Gambar 13.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian - kecepatan putar motor medium

Pada saat kecepatan putar motor tinggi dari Gambar 12 laju penurunan tegangan adalah:

$$= \frac{12,47V - 8,14V}{5 \text{ menit}} = 0,866 \frac{\text{volt}}{\text{menit}}$$

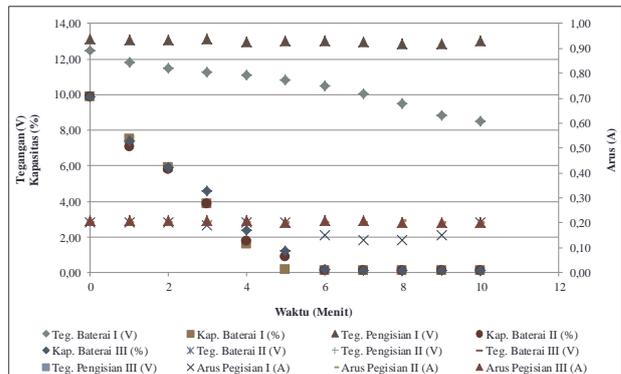
Laju penurunan tegangan baterai terlihat sangat berbeda diantara ketiga kecepatan putar. Semakin besar kecepatan putar, arus listrik dari baterai ke motor listrik dan laju penurunan tegangan menjadi lebih besar pula.



**Gambar 14.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian - kecepatan putar motor tinggi

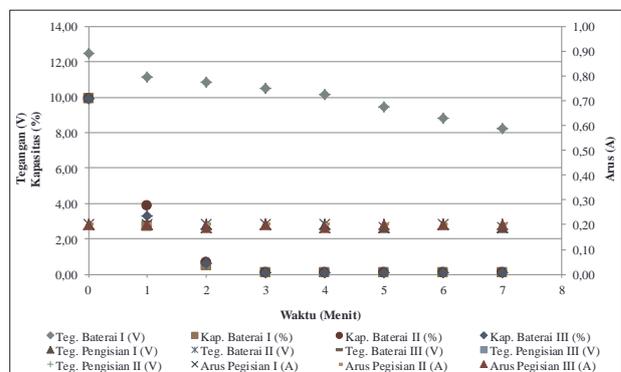
### Data hasil pengujian paket *quadcopter* + *photovoltaic* 1Wp

Hasil pengujian *quadcopter* yang dilengkapi dengan *photovoltaic* 1Wp disajikan dalam Gambar 13, Gambar 14 dan Gambar 15.

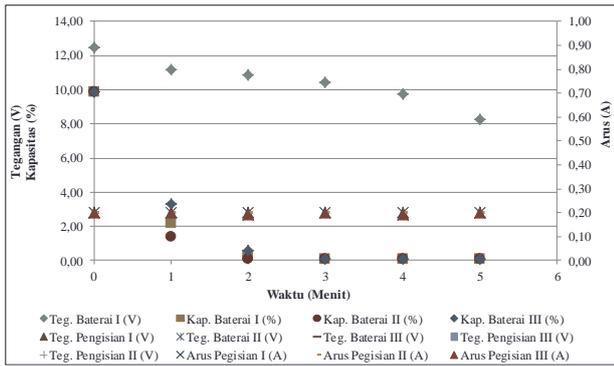


**Gambar 15.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor *idle*

Perhitungan laju penurunan tegangan baterai untuk masing-masing kecepatan putar motor ditampilkan dalam Tabel 2.



**Gambar 16.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor medium



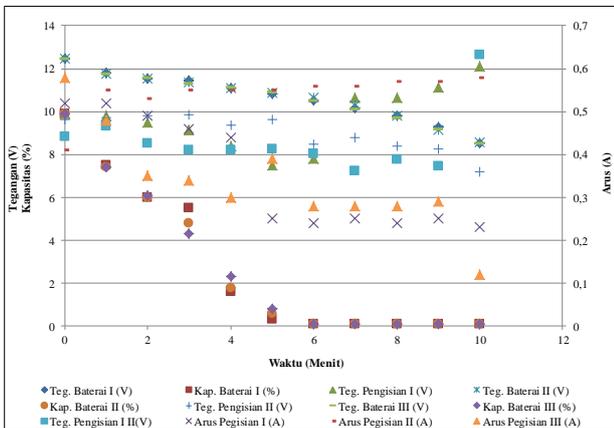
**Gambar 17.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor tinggi

**Tabel 2.** Rekapitulasi laju penurunan tegangan baterai

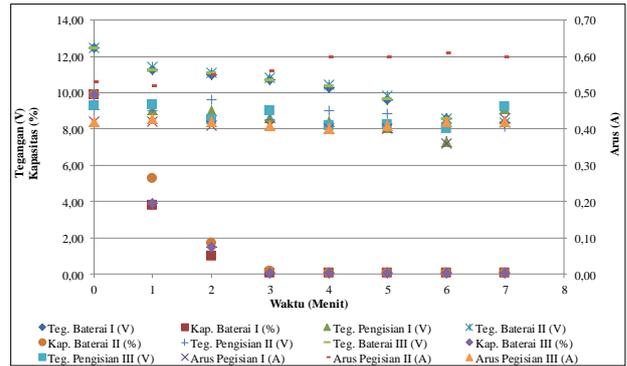
Kec. Putar Motor	Teg. Awal (volt)	Teg. Akhir (volt)	Durasi Uji (menit)	Laju Penurunan Teg (V/menit)
Idle	12,49	8,53	10	0,396
Medium	12,49	8,26	7	0,604
Tinggi	12,49	8,25	5	0,848

**Data hasil pengujian paket *quadcopter* + photovoltaic 3,5Wp**

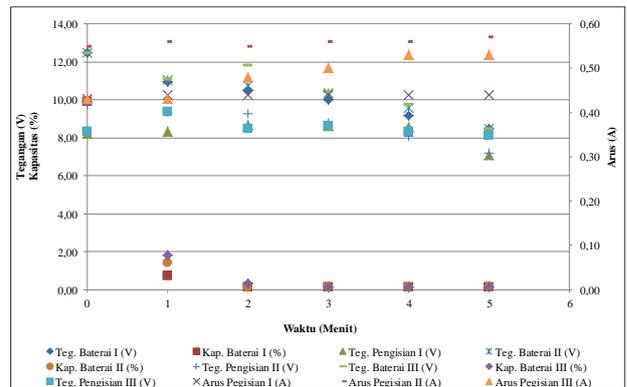
Hasil pengujian *quadcopter* yang dilengkapi dengan *photovoltaic* 3,5Wp disajikan dalam Gambar 16, Gambar 17 dan Gambar 18.



**Gambar 18.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor *idle*



**Gambar 19.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor medium



**Gambar 20.** Profil penurunan tegangan baterai *quadcopter* saat pengujian kecepatan putar motor tinggi

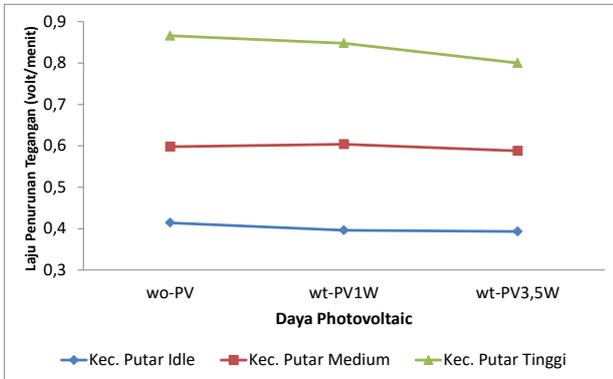
Laju penurunan tegangan baterai untuk pengujian *quadcopter* yang dilengkapi dengan *photovoltaic* 3,5Wp disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi laju penurunan tegangan baterai

Kec. Putar Motor	Teg. Awal (volt)	Teg. Akhir (volt)	Durasi Uji (menit)	Laju Penurunan Teg. (V/menit)
Idle	12,48	8,55	10	0,393
Medium	12,48	8,36	7	0,588
Tinggi	12,48	8,48	5	0,800

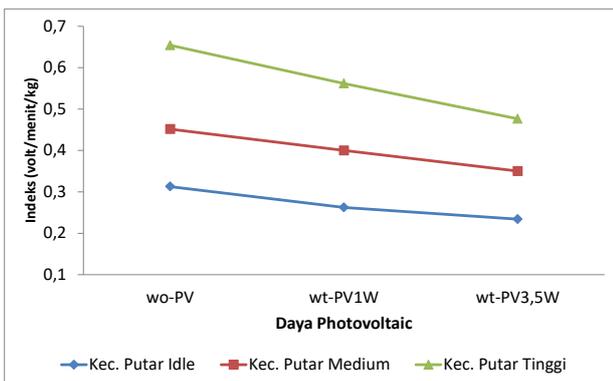
Dari Gambar 19, terlihat bahwa penambahan charger yang menggunakan *photovoltaic* tidak begitu berdampak pada turunnya laju penurunan tegangan baterai pada kecepatan putar *idle* dan *medium*. Semakin rendah laju penurunan tegangan maka makin baik bagi *quadcopter* karena dapat memberikan waktu terbang lebih lama. Berbeda halnya pada kecepatan putar motor tinggi, penambahan *photovoltaic* terlihat ada sedikit perbaikan waktu putar motor. Pada kecepatan putar *medium*, walaupun ada penurunan laju penurunan tegangan akan tetapi turunnya itu tidak sebaik pada kecepatan putar motor tinggi. Secara umum,

pemakaian *photovoltaic* dengan daya lebih besar lebih disukai karena mampu mengisi baterai dengan menaikkan tegangannya walaupun pada saat bersamaan tegangan baterai menurun akibat pemakaian oleh motor *quadcopter*.



**Gambar 21.** Profil laju penurunan tegangan baterai sebagai akibat pemakaian daya *photovoltaic* berbeda

Walaupun penambahan *photovoltaic* dapat meningkatkan waktu terbang *quadcopter* melalui perlambatan penurunan tegangan baterai, akan tetapi juga menambah bobot dari *quadcopter* itu sendiri. Semakin besar kapasitas daya *photovoltaic*, semakin menambah bobot *quadcopter*. Untuk itu perlu dikaji pula pengaruh dari penambahan bobot *photovoltaic* tersebut terhadap laju penurunan tegangan baterai yang disebut sebagai indeks penurunan tegangan baterai. Semakin kecil nilai indeks maka semakin baik dampaknya pada waktu terbang *quadcopter*.



**Gambar 22.** Profil indeks penurunan tegangan baterai sebagai akibat pemakaian daya *photovoltaic* berbeda

Gambar 20 memperlihatkan profil indeks penurunan tegangan baterai terhadap nilai daya *photovoltaic*. Walaupun penambahan *photovoltaic* ikut menambah bobot *quadcopter* tetapi ternyata memperbaiki indeks penurunan tegangan baterai. Secara teoritik, daya *photovoltaic* semakin besar memiliki bobot lebih besar dan mampu mengirimkan arus listrik lebih besar pula (pada tegangan yang sama). Demikian pula, penambahan

bobot pada *quadcopter* akan menurunkan waktu terbangnya. Dari penelitian ini diperoleh fakta bahwa daya *photovoltaic* semakin besar mampu memberikan laju pengisian baterai lebih besar dibandingkan dengan pengaruh bobotnya. Laju pengisian baterai yang besar dapat memperlambat laju penurunan tegangan baterai saat pengoperasian *quadcopter*, sedangkan penambahan bobot tidak terlampaui mempercepat laju penurunan tegangan baterai. Dengan demikian ada pengaruh positif dari pemasangan *photovoltaic* pada *quadcopter* yang berfungsi sebagai charger pada baterai saat *quadcopter* dioperasikan.

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *photovoltaic* memberikan tambahan waktu putar motor *quadcopter*.
2. Penambahan *photovoltaic* berdaya 1Wp, menurunkan indeks penurunan tegangan baterai sebesar 16%, pada kecepatan putar motor idle, sebesar 11% pada kecepatan putar medium dan 14% pada kecepatan putar tinggi.
3. Penambahan *photovoltaic* berdaya 3,5Wp, menurunkan indeks penurunan tegangan baterai sebesar 39%, pada kecepatan putar motor idle, sebesar 71% pada kecepatan putar medium dan 75% pada kecepatan putar tinggi.

### Penghargaan

Penelitian ini didanai oleh Hibah Dosen Pemula 2018 dari Ristekdikti, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak kementerian Ristekdikti dan pihak Universitas Nurtanio yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

### Referensi

- [1] Luukkonen, T., *Modelling and control of quadcopter*. Independent research project in applied mathematics, Espoo, 2011. **22**.
- [2] Online, R.B.E., *Quadcopter*, 2014.
- [3] Hassanalian, M. and A. Abdelkefi, *Classifications, applications, and design challenges of drones: a review*. Progress in Aerospace Sciences, 2017. **91**: p. 99-131.
- [4] Informasi dari <http://www.weld.labs.gov.cn> (diakses pada hari-bulan-tahun) (Referensi berupa laman internet)