

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Satelit saat ini menjadi teknologi yang dibutuhkan di Indonesia. Berbagai macam riset terkait pengembangan satelit terus dilakukan di Indonesia. Hal ini karena satelit memiliki umur yang cukup pendek namun tetap harus digantikan karena kebutuhan akan satelit terus ada. Oleh karena itu kebutuhan satelit sangat besar. Perkembangan teknologi satelit mengikuti perkembangan nano teknologi yang mulai ke arah nano teknologi yang menguntungkan bagi satelit terutama pada biaya peluncuran. Sebuah satelit kecil dikenakan biaya sekitar USD26.000-40.000/kg untuk peluncuran sedangkan satelit besar seharga USD46.000-92.000/kg [1], maka dibutuhkan teknologi satelit berukuran kecil yang memiliki kemampuan mumpuni namun dengan biaya pembuatan yang terjangkau yaitu satelit kubus. Di Indonesia, perkembangan satelit kubus ini masih terbilang belum pesat, hal ini dikarenakan teknologi satelit kubus masih dikatakan sulit untuk dikembangkan di tanah air karena peralatan dan komponennya yang belum ada di Indonesia. Terlebih lagi di Indonesia belum banyak pengembangan atau riset yang cukup mendalam mengenai satelit kubus ini. Oleh karena itu pada penelitian kali ini akan dikembangkannya teknologi satelit kubus dengan fokus dibidang pengembangan power system.

Cube Satellite atau satelit kubus yang dirancang dan dibangun memakai dimensi atau konfigurasi 3U dan umumnya terdiri dari beberapa subsistem diantaranya adalah TTC (*Telemetry, Tracking, and Command*), OBC (*On Board Computer*), EPS (*Electrical Power System*), ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*), dan LoRa (*Long Range*). EPS adalah modul yang menyediakan daya untuk semua subsistem yang ada di CubeSat. Pada dasarnya EPS mengubah energi yang ada seperti sinar matahari atau generator termoelektrik radioisotop menjadi tenaga listrik dan mendistribusikannya ke beban sementara daya tertentu juga disimpan ke unit baterai sebagai energi yang berlebihan [2]. *Electrical Power System* (EPS) merupakan subsistem yang berfungsi untuk menentukan sumber daya listrik yang dibutuhkan dari sistem satelit kubus dengan memanfaatkan energi matahari yang akan diproses oleh panel surya untuk didistribusikan ke masing-masing subsistem dan dapat digunakan untuk pengisian baterai. Pada saat terjadinya *eclips* sistem catu daya pada baterai dapat bertahan sampai terjadi *light time* lagi. Satelit kubus didesain atau dirancang oleh berbagai macam pihak tidak hanya pihak perusahaan tetapi pihak universitas juga ikut serta dalam melakukan perancangan. Pertimbangan dalam pemilihan bahan dasar *board* dan pemilihan komponen juga

dilakukan sehingga tidak mengalami kesalahan fungsi pada komponen ataupun kerusakan board pada saat dilakukan uji coba maupun saat diluncurkan. Namun, dikarenakan minimnya referensi desain perancangan subsistem satelit kubus maka terkadang hal itu membuat perancangan dalam tingkat universitas menjadi kesulitan untuk mendesain subsistemnya.

Dikarenakan EPS mempunyai peran yang sangat penting, maka perancangannya harus dibuat sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing satelit. Pada penelitian sebelumnya EPS yang dirancang memiliki kegunaan charging dan discharging pada baterai saja, hal ini dapat dilakukannya pengembangan produk agar dapat menambahkan fitur yang sebelumnya belum diterapkan yaitu dengan menambahkan sistem monitoring tegangan, arus dan suhu serta dapat melakukan kontrol switching pada bagian distribusi daya. Dalam penelitian ini desain EPS yang dibuat diharapkan dapat memenuhi kebutuhan satelit yang sesuai dengan dasar kebutuhan dayanya meliputi subsistem-subsistem dan payload di satelit kubus serta dilakukannya pengembangan dari produk yang sebelumnya.

1.2 Informasi Pendukung

Menurut space.com Cubesat adalah satelit mini yang telah digunakan secara eksklusif di orbit rendah Bumi selama 15 tahun, dan sekarang juga digunakan untuk misi antarplanet. Pada awalnya, cubesat biasa digunakan di orbit Bumi rendah untuk aplikasi seperti penginderaan jauh atau komunikasi. Desain dasar sebuah cubesat adalah kubus 10 sentimeter (4 inci) dengan massa kurang dari 1,33 kilogram (2,93 lbs.), tetapi tetap bervariasi. Cubesat juga dapat dirancang untuk mencakup dua, tiga atau enam unit 10 sentimeter untuk misi yang lebih rumit. Cubesat mengurangi biaya peluncuran dalam dua cara mendasar. Cubesat tidak terlalu berat, yang berarti roket tidak membutuhkan banyak bahan bakar untuk mengangkatnya. Dalam kebanyakan kasus, Cubesat dapat ditempatkan di roket yang akan membawa muatan yang lain, sehingga memungkinkan untuk mencapai ruang angkasa dengan membawa muatan yang lebih banyak [3].

Keberhasilan suatu misi dari sebuah satelit nano sangat bergantung pada sistem pengisian dan pengendalian daya nya. Apabila ditengah-tengah misi satelit nano kehabisan daya pada saat mengorbit di angkasa maka satelit nano tersebut jatuh ke bumi atau terlempar keluar angkasa dan misi satelit nano itu pun akan gagal. Oleh karena itu di dalam sebuah satelit nano perlu dibuat sebuah subsistem yang bertugas untuk mencatu daya, menyimpan daya, dan mendistribusikan daya, subsistem ini adalah Electrical Power System (EPS) [4].

RACE adalah demonstrasi teknologi misi satelit nano NASA/JPL dan UTA (University of Texas, Austin). Tujuannya adalah untuk mendemonstrasikan teknologi penerima radiometer gelombang mikro yang canggih pada platform 3U CubeSat. Salah satu jenis satelit yang termasuk dalam satelit nano adalah cubesat. Cubesat yang dibangun yaitu dalam dimensi 3U dibandingkan dengan dimensi 1U. Dikarenakan Cubesat 1U terbatas dalam ukuran dan volume, sedangkan 3U memiliki lebih banyak ruang [11].

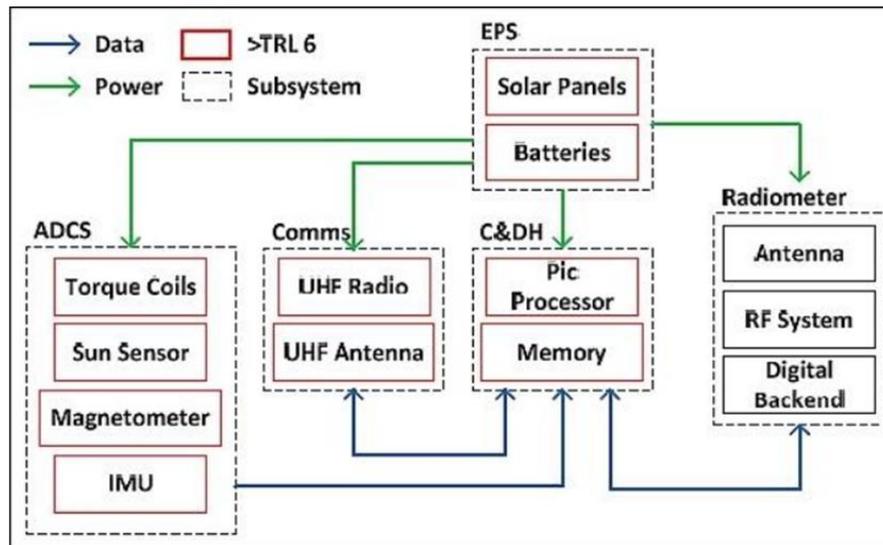


Gambar 1. 1 Dimensi Cubesat [11]

RACE akan menggunakan 4 panel surya yang dapat dipasang dan akan distabilisasi melalui penentuan sikap aktif dan sistem kontrol untuk mempertahankan persyaratan rotasi orbit. Komunikasi akan dilakukan menggunakan radio Kadet UHF L3 dengan segmen darat di NASA Wallops.

Modifikasi termasuk penambahan 4 panel surya yang dapat digunakan, penggantian radio yang ada dengan radio L3 UHF Cadet dan penambahan ADCS aktif. Margin teknis sistem penerbangan ditunjukkan pada Gambar 1.1, di mana hanya margin massa dan volume sistem berada di bawah 30%. Namun, mengingat tingginya TRL bus dan komponennya, serta pengalaman ARC dalam membuat nanosat, hal ini diperkirakan tidak akan menjadi masalah. Margin massa dan volume yang dialokasikan untuk instrumen radiometer lebih dari 30%.

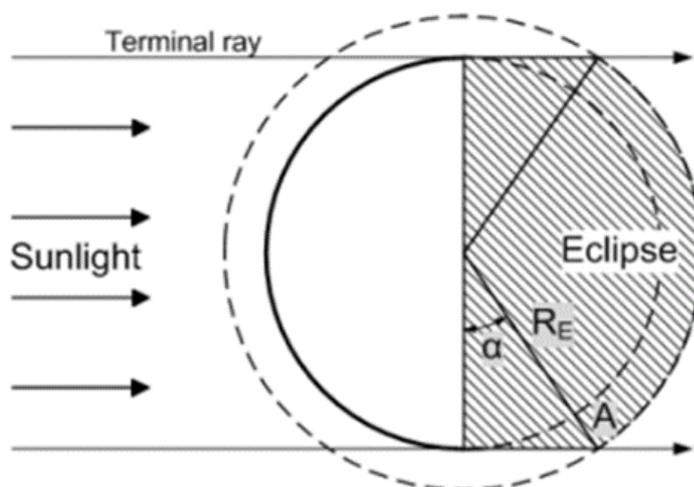
Didalam misi ini EPS berperan dalam misi satelit ini adalah mendistribusikan daya, menghasilkan daya dari panel surya dan dapat menyimpan daya ada baterai seperti yang digambarkan pada Gambar 1.2 berikut:



Gambar 1. 2 diagram blok bus RACE

Jika ditinjau berdasarkan ketinggian, orbit satelit dibagi menjadi tiga yaitu *Geostationary Earth Orbit* (GEO), *Medium Earth Orbit* (MEO) dan *Low Earth Orbit* (LEO). Cubesat memiliki sumber energi yang terbatas, oleh karena itu umumnya cubesat ditempatkan pada orbit *Sun Synchronous* karena memiliki waktu cahaya lebih lama dibanding waktu gerhana. LEO adalah orbit yang terletak di bawah 1000 km dan di atas 160 km dari bumi [7].

Perancangan sistem pengisian dan pengosongan baterai perlu memperhatikan waktu gerhana dan waktu cahaya untuk mengetahui berapa lama baterai harus bekerja. Waktu cahaya adalah kondisi dimana satelit mendapatkan cahaya matahari sebagai sumber energi, sedangkan waktu gerhana saat satelit berada dibelakang bumi dan tidak terpapar cahaya matahari. Ilustrasi situasi kondisi gerhana dapat dilihat pada Gambar 1.3. Kedua kondisi ini dapat dihitung menggunakan persamaan tersebut [8].



Gambar 1. 3 Ilustrasi Waktu Cahaya dan Waktu Gerhana

$$T \approx 2\pi \sqrt{\frac{(R_E + A)^3}{\mu}} (R_E + A)^{\frac{3}{2}} \quad 2.1$$

Dari persamaan 2.1 dapat dihitung perioda orbit yaitu T (menit) dimana R_E merupakan jari-jari bumi (6378km), A adalah ketinggian orbit dalam satuan km dan μ standar gravitasi bumi (3.986005×10^{14}). Setelah menghitung perioda matahari, variabel α dihitung untuk menentukan nilai sudut menggunakan persamaan 2.2 [8].

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{R_E}{R_E + A}\right) \quad 2.2$$

Setelah menghitung variabel maka dapat ditentukan waktu cahaya dan waktu gerhana melalui persamaan 2.3 dan 2.4 [8].

$$\text{Solar Time} = (180 + 2\alpha)/360 \quad 2.3$$

$$\text{Eclipse Time} = (180 + 2\alpha)/360 \quad 2.4$$

1.3 Constraint

1.3.1 Aspek Manufakturibilitas

Perancangan ini terfokus pada tempat atau wadah yang dirancang sesuai kebutuhan terkait kekuatan PCB terhadap pengaruh suhu..

1.3.2 Aspek Fungsionalitas

Sistem ini menerapkan metode sistem tertanam lalu board EPS ini dirancang dengan jumlah 2 board yang dapat melakukan pembangkitan, distribusi, proteksi, kontrol dan pemantauan catu daya serta dapat melakukan manajemen baterai secara optimal sehingga dapat diintegrasikan dengan rangka board yang sudah dibuat.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis dari 2 aspek diatas kebutuhan yang harus dipenuhi pada subsistem EPS adalah

- a. Panel surya dapat menghasilkan tegangan maksimal sebesar 6 V dan arus maksimal 1.600 mA sehingga menghasilkan daya maksimal 9,6 Watt
- b. Mampu menghasilkan dan menyimpan daya oleh panel surya ke 2 baterai yang dirangkai secara seri dengan kapasitas 3400 mAh dan tegangan 3,7 Volt pada setiap baterai
- c. Sistem catu daya dapat bekerja ketika terjadi *eclips*
- d. Mampu membuat board yang tahan terhadap suhu dengan rentang -10 sampai 70 °C

- e. Mampu mendistribusikan tegangan 5 V dan 3,3 V dengan arus maksimal 3 A yang memiliki daya rata-rata sebesar 12,45 Watt dan memiliki dua mode keluaran tegangan yaitu *fix distribution* dan *switch distribution*
- f. Mampu mengontrol keluaran *switch distribution* 5 V dan 3,3 V dan dapat memonitoring tegangan dan arus dari catu daya serta suhu pada board EPS
- g. Memiliki sistem proteksi pada baterai
- h. Memiliki sistem balancing pada baterai
- i. Memiliki sistem safety switch pada wahana

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat subsistem EPS yang mampu menghasilkan dan menyimpan daya oleh panel surya ke baterai, mengontrol dan monitoring catu daya, dan mampu mendistribusikan daya ke sub-sistem dan payload pada satelit kubus. Selain daripada itu membuat BMS yang terdapat baterai untuk menyimpan daya yang dihasilkan dari panel surya, kemudian mampu memberikan sistem proteksi dan *balancing* pada baterai, dan memberikan fitur *safety switch* pada wahana satelit kubus. Serta panel surya dapat menghasilkan tegangan maksimal sebesar 6 V dan arus maksimal 1.600 mA sehingga menghasilkan daya maksimal 9,6 Watt.

Penyusunan kebutuhan ini dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

Mission Statement

Mission statement diperlukan untuk mendefinisikan deskripsi dari produk, kelebihan apa saja dari produk yang diharapkan, tujuan utama dari produk, dan pihak-pihak apa saja yang akan terkait dengan pengembangan produk.

Tabel 1. 1 Mission Statement

Deskripsi Produk	<ul style="list-style-type: none"> • Sebuah subsistem yang bertugas untuk mencatu daya, menyimpan daya, dan mendistribusikan daya pada sebuah satelit kubus
Kelebihan yang diharapkan	<ul style="list-style-type: none"> • Berbasis Sistem tertanam berbasis PCB dengan ukuran yang relatif kecil • Dapat diintegrasikan dengan memenuhi suplai daya ke beban subsistem OBC & TTC lalu <i>payload</i> ADS-B & LoRa dalam keadaan beroperasi

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem monitoring dan kontrol dapat digunakan sebagai fitur tambahan dari sistem
Tujuan Utama	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk membuat implementasi dari subsistem EPS dari satelit kubus yang mampu menyuplai dan distribusi daya, mengontrol dan memantau catu daya, dan menerapkan sistem proteksi pada baterai. diharapkan pembuatan subsistem ini dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan.
Pasar Utama	<ul style="list-style-type: none"> • PT. Telkom Satelit Indonesia sebagai mitra utama proyek penelitian ini.
Pasar Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan di bidang satelit • Badan Riset yang berkaitan dengan satelit
Asumsi	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat mendistribusikan daya ke seluruh komponen <i>payload</i>, melakukan fungsi <i>charge/discharge</i> pada baterai, dan melakukan pemantauan kontrol pada catu daya. • Dapat mengkonversi energi panas dari sinar matahari menjadi energi listrik • Dapat menyuplai daya pada komponen <i>payload</i> dan perancangan board yang disesuaikan untuk dapat bertahan terhadap suhu. • Dapat memberikan sistem proteksi dan <i>Balancer</i> pada baterai
Stakeholder	<ul style="list-style-type: none"> • PT. Telkom Satelit Indonesia • Badan Riset yang berfokus di satelit

Interpretasi kebutuhan berdasarkan hasil wawancara dengan pengguna.

Berdasarkan analisis-*analisis* yang telah dijabarkan dibutuhkan pendapat pengguna mengenai alat yang akan digunakan. Pendapat ini menjadi bahan pertimbangan ketika akan membuat suatu alat.

Tabel 1. 2 Interpretasi kebutuhan berdasarkan hasil wawancara dengan pengguna

Pertanyaan / Poin - Poin	Pertanyaan pengguna	Kebutuhan yang diinterpretasikan
Kegunaan Umum	Apakah subsistem yang dirancang mampu mendistribusikan daya, <i>charge/discharge</i> pada baterai, pemantauan kontrol pada catu daya	Subsistem yang dirancang dapat mendistribusikan daya ke seluruh komponen <i>payload</i> , melakukan fungsi <i>charge/discharge</i> pada baterai, dan melakukan pemantauan kontrol pada catu daya.
	Subsistem yang dirancang mampu mengonversi energi panas dari sinar matahari apabila mendapat energi matahari yang cukup	Subsistem dapat mengonversi energi panas dari sinar matahari menjadi energi listrik
	board yang dirancang mampu tahan terhadap suhu apabila diuji pada sebuah pengujian.	Perancangan board yang disesuaikan untuk dapat bertahan terhadap suhu.
Hal yang disukai saat ini	Sistem pendistribusian daya, <i>charge/discharge</i> pada baterai, pemantauan kontrol pada catu daya saat ini memiliki performa yang lebih baik	Sistem yang dirancang memiliki performa yang lebih baik sehingga subsistem yang lain mendapatkan daya yang cukup

Pertanyaan / Poin - Poin	Pertanyaan pengguna	Kebutuhan yang diinterpretasikan
	board yang dirancang memiliki ketahanan terhadap suhu yang cukup baik	board yang dirancang mampu bertahan terhadap suhu dengan rentang rendah sampai tinggi.
	Sistem panel surya yang dirancang dapat menangkap energi panas dari matahari dengan baik	Sistem yang dirancang dapat menangkap energi panas dengan baik sehingga dapat sebagian disalurkan ke subsistem yang lain dan disimpan pada baterai sebagai daya cadangan
Hal yang tidak disukai model saat ini	Sistem sebelumnya belum ada mikrokontroler sehingga tidak dapat memantau berapa daya yang dihasilkan	subsistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik dengan memperhatikan seluruh komponen yang terpasang dan dapat dilakukan pemantauan daya yang dihasilkan
	board yang digunakan tidak tahan terhadap suhu pada ketinggian tertentu yang melebihi pada batas yang telah ditentukan	Pengujian laboratorium untuk board harus sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan
	panel surya tidak dapat digunakan di bumi dan harus diuji di laboratorium dengan alat khusus	Pengujian di laboratorium dapat menggambarkan keadaan asli seperti di luar angkasa

Pertanyaan / Poin - Poin	Pertanyaan pengguna	Kebutuhan yang diinterpretasikan
	Untuk ketersediaan baterai sedikit dan susah didapat dipasaran	Menyediakan jumlah baterai yang banyak
Usulan Perbaikan	Sebaiknya menggunakan mikrokontroler untuk memantau daya yang dihasilkan	Pemakaian mikrokontroler untuk pemantauan daya mudah untuk diimplementasikan
	Sebaiknya perancangan board sesuai dengan standar kebutuhan	Pemilihan board yang sesuai dengan kebutuhan bisa menghemat pengeluaran
	Sebaiknya pengujian <i>panel surya</i> dilakukan di laboratorium yang sesuai	Pengujian <i>panel surya</i> yang dilakukan di laboratorium yang mempunyai alat-alat uji khusus sehingga hasil yang sesuai dengan yang diharapkan
	Sebaiknya menggunakan baterai Li-ion 2 <i>cell</i> dengan kapasitas 3400 mAh dan tegangan 3,7 Volt	Pemilihan baterai Li-ion 2 <i>cell</i> kapasitas 3400 mAh dan tegangan 3,7 Volt agar dapat memenuhi kebutuhan daya setiap subsistem

Pengelompokkan kebutuhan

Setelah mendapatkan pendapat dari pengguna mengenai kebutuhan dari alat kemudian kebutuhan-kebutuhan tersebut dikelompokkan sehingga pengembangan alat akan fokus terhadap hal-hal yang diinginkan pengguna.

Tabel 1. 3 Pengelompokkan Kebutuhan

<p>***Produk Subsistem <i>Electrical Power System</i> dapat terintegrasi ke beban subsistem dan <i>payload</i></p> <p>**Subsistem EPS mempunyai fiur yang dapat terintegrasi dan mampu menyuplai ke beban subsistem dan <i>payload</i> dalam keadaan beroperasi</p> <p>***Produk <i>Electrical Power System</i> dapat memantau daripada sensor dan mengontrol <i>load switch</i> pada sistem secara <i>realtime</i></p> <p>**Subsistem EPS mudah untuk diimplementasikan dan ditambah mikrokontroler sehingga dapat memantau dan mengontrol sensor dan sistem <i>switch</i> pada sistem secara <i>realtime</i></p>	<p>***Produk <i>Electrical Power System</i> mampu mengkonversi energi matahari menjadi listrik</p> <p>**panel surya dapat mengolah energi panas dari matahari dengan baik dengan melakukan sistem konversi dari beberapa sel surya dan diintegrasikan kedalam panel sehingga menjadi beberapa panel surya yang siap untuk diintegrasikan ke <i>main board</i> EPS</p> <p>*** Produk <i>Electrical Power System</i> dapat memberikan sistem proteksi dan <i>Balancer</i> pada baterai</p> <p>**Suplai daya dari panel surya mampu diteruskan ke subsistem EPS dan sebagian disimpan oleh baterai</p> <p>*** Produk <i>Electrical Power System</i> dirancang untuk dapat bertahan terhadap suhu.</p> <p>**<i>Board</i> yang dirancang dapat bertahan dari suhu <i>cycle</i>.</p>
--	---

Penyusunan prioritas kebutuhan

Setelah kebutuhan-kebutuhan tersebut dikelompokkan maka langkah selanjutnya adalah penyusunan prioritas. Penyusunan prioritas dilakukan agar fitur yang dianggap penting dari alat tersebut mendapatkan perhatian khusus sehingga alat akan minim dari kesalahan ketika telah dibuat.

Tabel 1. 4 Penyusunan prioritas kebutuhan

<i>Electrical Power System Survey</i>	
<p>Untuk setiap fitur berikut, harap tunjukkan dalam skala 1 s/d 5 seberapa penting fitur tersebut bagi anda. Silakan gunakan skala berikut:</p> <p>1. Fitur tidak diinginkan. Saya tidak akan mempertimbangkan produk dengan fitur ini</p> <p>2. Fitur tidak penting, tapi saya tidak keberatan jika memilikinya</p> <p>3. Fitur dinilai berguna untuk dimiliki, tetapi tidak diperlukan</p> <p>4. Fitur yang diinginkan, tetapi saya masih dapat mempertimbangkan produk tanpanya</p> <p>5. Fitur sangat penting. Saya tidak akan mempertimbangkan sebuah produk tanpa fitur ini</p>	
<p>Tunjukkan juga dengan mencentang kotak di sebelah kanan jika menurut Anda fitur tersebut unik, menarik, dan/atau tidak terduga.</p>	
Pentingnya fitur dalam skala 1 s/d 5	Centang kotak jika fitur unik, menarik, dan/atau tidak terduga
<p><u>5</u> Produk <i>Electrical Power System</i> dapat terintegrasi dan menyuplai daya ke beban subsistem dan <i>payload</i></p>	<input type="checkbox"/>
<p><u>2</u> Produk <i>Electrical Power System</i> dapat memantau daripada sensor dan mengontrol <i>load switch</i> pada sistem</p>	<input type="checkbox"/>
<p><u>4</u> Produk <i>Electrical Power System</i> mampu mengkonversi energi matahari menjadi listrik</p>	<input type="checkbox"/>
<p><u>3</u> Produk <i>Electrical Power System</i> dapat memberikan sistem proteksi dan <i>Balancer</i> pada baterai</p>	<input type="checkbox"/>
<p><u>4</u> Produk <i>Electrical Power System</i> dirancang untuk dapat bertahan terhadap suhu.</p>	<input type="checkbox"/>