

DESAIN KONSEPTUAL PTTA NUR – SOLAR KAPASITAS *PAYLOAD* 1.2 KILOGRAM

Yoga Yulasmana¹, FX. Djamari²
Program Studi Teknik Penerbangan Fakultas Teknik
Universitas Nurtanio Bandung

ABSTRAKSI

Pada beberapa tahun sebelumnya pencapaian pesawat untuk dapat terbang dengan menggunakan energi matahari sangatlah sulit dan masih merupakan mimpi, dengan berbagai macam kemajuan yang signifikan terhadap bidang ilmu terkait, hal ini bukanlah hal mustahil untuk diwujudkan karena sudah cukup banyak penelitian yang mengkaji hal – hal yang berkaitan dengan tujuan pencapaian ini. PTTA Nur – Solar ini dikategorikan sebagai PTTA berukuran kecil atau *MUAV (Mini UAV)* berkemampuan angkut *payload* 1.2 kg dan mampu terbang dengan hanya menggunakan daya *solar cells*. Secara garis besar metode *Noth*, metode *Roskam* dan metode *Raymer* merupakan metode yang akan digunakan dalam pendekatan desain konseptual PTTA Nur – Solar ini, dimana masing – masing metode mempunyai peran dan pendekatan sesuai yang dibutuhkan dalam analisa penulisan ini. Khusus untuk metode *Noth* metode ini akan digunakan dalam perhitungan *initial sizing* dimana *Noth* memberikan *initial parameter* dan efisiensi desain yang dikhususkan untuk mendesain pesawat berdaya *solar cells*. Kemudian pendekatan *Roskam* akan digunakan dalam perhitungan *aircraft sizing* dan beberapa pendekatan *Raymer* juga akan digunakan untuk perhitungan lainnya.

Langkah awal dalam penulisan ini adalah dengan melakukan komparasi terhadap pesawat sejenis untuk mendapatkan inisial desain yang nantinya akan diikuti dengan inisial parameter, estimasi berat, asumsi drag dan efisiensi yang ada. Analisis perhitungan dilakukan melalui iterasi dalam langkah *initial sizing* hingga didapat hasil yang diinginkan dan sesuai dengan kebutuhan perancangan. Dari langkah *initial sizing* maka akan didapatkan *mass distribution* untuk PTTA termasuk didalamnya *payload* sebesar 1.2 kg yang sesuai dengan kebutuhan misi, kemudian langkah *aircraft sizing* dilakukan untuk mendapatkan *performance sizing graph* yang nantinya berguna untuk menentukan bagian – bagian komponen PTTA sesuai dengan kebutuhan hingga didapat hasil *configuration layout* untuk PTTA Nur – Solar.

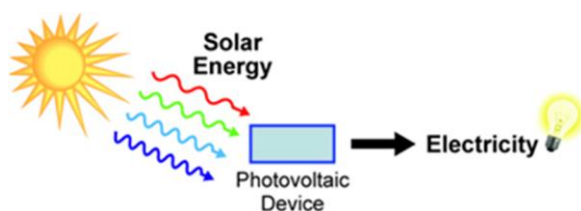
Untuk memperoleh hasil desain yang diinginkan maka perhitungan harus dilakukan dengan cara pendekatan yang berulang kali hingga hasil yang didapat bisa dipertanggung jawabkan dan realistis, karena bagian dari parameter awal yang bervariasi akan sangat berpengaruh terhadap perhitungan – perhitungan selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini selain dari pada membuat desain konseptual diharapkan menjadi bahan diskusi mahasiswa khususnya mahasiswa Universitas Nurtanio, dengan harapan konsep dari perancangan ini dapat dilanjutkan ke tahapan perancangan selanjutnya sehingga dapat terealisasikan dan menjadi market tersendiri dan menghasilkan nilai jual yang tinggi.

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi yang terus berkembang dan mendukung, penggunaan energi telah bergeser seiring berjalannya waktu dari kayu ke batu bara, batu bara ke minyak mentah dan minyak

mentah ke gas. Adapun pergeseran ini memberikan nilai yang lebih baik dengan efisiensi kinerja dan kelayakan untuk bahan bakar baru tersebut. Dengan kata sederhana, bahan bakar baru selalu lebih baik dari sebelumnya dan sekarang saatnya untuk

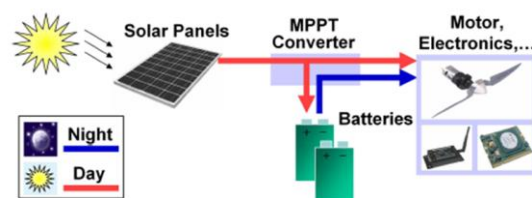
beralih dari energi sebelumnya ke bentuk energi yang lebih terbarukan yaitu sinar matahari. Saat ini lebih dari jutaan galon bahan bakar digunakan untuk aktifitas transportasi udara di dunia dalam sehari, yang menyebabkan efek negatif pada atmosfer karena emisi karbon yang dihasilkan, sehingga salah satu cara untuk memecahkan masalah ini adalah dengan mengeliminasi penggunaan *jet fuel* dengan mencari alternatif baru seperti contohnya *hydrogen fuel cells* atau *bio-fuels*, tetapi alternatif baru ini tetap saja bisa menjadi langka dari waktu ke waktu, sehingga harus ada sumber energi yang bisa dikatakan sukses dalam hal ketersediaan energi bagi pesawat terbang, serta juga bisa menjadi solusi untuk masalah lingkungan saat ini dan berkelanjutan. Hal ini bisa kita rasakan sekarang salah satunya yaitu pemanfaatan tenaga matahari dengan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.



Gambar 1 Energi matahari yang Dikonversikan

Pada beberapa tahun sebelumnya pencapaian pesawat untuk dapat terbang dengan menggunakan energi matahari sangatlah sulit dan masih merupakan mimpi,

tapi hal ini sedang menjadi tantangan besar yang harus dihadapi. Dengan berbagai macam kemajuan yang signifikan terhadap bidang ilmu terkait, hal ini bukanlah hal mustahil untuk diwujudkan karena sudah cukup banyak penelitian yang mengkaji hal – hal yang berkaitan dengan tujuan pencapaian ini. Konsep ini cukup sederhana, pesawat dilengkapi dengan *solar cells* yang meliputi sayap atau beberapa permukaan lain yang dibutuhkan, *solar cells* ini akan menerima energi dari matahari untuk memasok daya ke sistem propulsi dan kontrol elektronik pada pesawat. *Solar cells* nantinya juga akan berperan dalam pengisian baterai yang mana merupakan satu-satunya energi yang tersedia untuk terbang di malam hari.



Gambar 2 Prinsip kerja dasar PTTA solar cells

Pesawat Terbang Tanpa Awak atau yang biasa disingkat PTTA sendiri merupakan sebuah wahana terbang yang dapat dikendalikan dari jarak jauh untuk melakukan misi tertentu. Dengan pengendalian dari jarak jauh, maka pesawat ini mampu mengerjakan berbagai misi tanpa terhambat oleh keterbatasan manusia, antara lain pengoperasian pada daerah yang berbahaya bagi manusia, pengoperasian dalam jangka waktu yang sangat lama, dan

pengoperasian pada kondisi terbang yang lebih murah dan minim resiko terhadap ancaman keselamatan awak Pesawat Terbang Tanpa Awak atau yang biasa disingkat PTTA sendiri merupakan sebuah wahana terbang yang dapat dikendalikan dari jarak jauh untuk melakukan misi tertentu.

Dengan pengendalian dari jarak jauh, maka pesawat ini mampu mengerjakan berbagai misi tanpa terhambat oleh keterbatasan manusia, antara lain pengoperasian pada daerah yang berbahaya bagi manusia, pengoperasian dalam jangka waktu yang sangat lama, dan pengoperasian pada kondisi terbang yang lebih murah dan minim resiko terhadap ancaman keselamatan awak Konsep Nur – Solar sebagai PTTA *solar cells* bertujuan untuk mampu terbang dalam jangka waktu yang cukup lama serta juga dapat terbang di daerah yang terkena bencana alam seperti misalnya gunung berapi yang tengah aktif, daerah kebakaran hutan, daerah pemantauan kawasan laut dan daerah yang terkena kebocoran radiasi nuklir atau bahan kimia beracun dan lainlain.

Dari latar belakang tersebut maka desain konseptual PTTA Nur – Solar dengan sumber daya *solar cells* ini dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pembelajaran baru terhadap usaha menciptakan energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan serta peningkatan mutu ilmu dibidang *solar cells* itu sendiri. Desain konseptual dalam penulisan ini merupakan langkah awal dalam mendesain

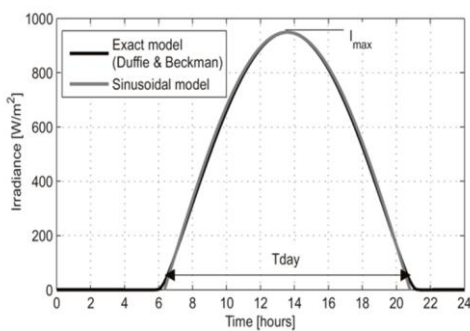
sebuah pesawat terbang tanpa awak berdaya *solar cells* dengan memperhitungkan beberapa aspek secara generalis yang nantinya dapat dikembangkan secara lebih lanjut.

TEORI DASAR

Terdapat hanya 1% pemanfaatan energi dari matahari secara langsung (*solar direct*) dimana matahari disini berperan sebagai sumber cahaya, gas dan panas. Dan masing – masing memiliki kontribusi hanya sebesar 0.01% untuk *photochemical hydrogen* yang menghasilkan gas hydrogen dari matahari, *solar thermal* yang memanfaatkan panas dari matahari dan *solar photovoltaic* yang menghasilkan listrik dari cahaya matahari. *Solar Photovoltaic* digambarkan sebagai bentuk konversi langsung dari radiasi matahari menjadi listrik melalui efek *photovoltaic*. Secara garis besar efek *photovoltaic* dikategorikan sebagai “*lightelectricity*”, “*photo*” merupakan istilah dari bahasa Yunani yang berarti cahaya, dan “*volt*” merupakan bagian dari nama *Alessandro Volta* (1745 – 1827), nama ilmuwan yang menjadi perintis dibidang kelistrikan.

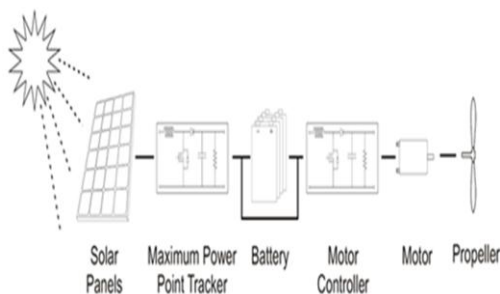
Pada kalangan orang awam istilah “*photovoltaic*” jarang sekali digunakan, kata ini lebih populer dan biasa disebutkan sebagai *solar electricity cells* atau biasa disebut dengan *solar cells*. *Solar cells* sendiri juga digambarkan sebagai peralatan semikonduktor yang merubah cahaya menjadi

listrik dengan menggunakan efek *photovoltaic* tadi. *Solar cells* menyerap energi densiti matahari yang berguna sebagai *power* atau penyedia listrik untuk tujuan tertentu. Besaran energi density matahari dalam sehari dipengaruhi oleh penyinaran (I_{max}), faktor cuaca (η_{wthr}) dan lamanya waktu siang hari (T_{day}) pada lokasi wilayah tertentu. Contoh pada gambar menunjukkan I_{max} dan T_{day} disuatu wilayah tertentu.



Gambar 3 Contoh Irradiance pada suatu wilayah tertentu

Power sebagai penyedia listrik dari energi matahari tadi digunakan sebagai daya utama dalam PTTA *solar cells* dengan melibatkan berbagai macam komponen yang menjadi satu kesatuan sistem yang mendukung PTTA *solar cells* untuk dapat terbang.

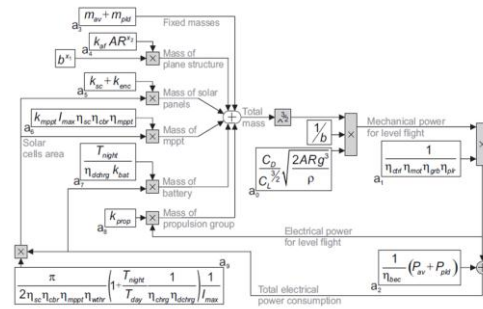


Gambar 4 Skema sistem PTTA solar cells

Penelitian penggunaan *solar cells* selalu berkembang dari waktu ke waktu, hingga sampai saat ini teknologi *solar cells* sendiri merupakan teknologi yang selalu menjadi pusat perhatian dalam hal memaksimalkan penggunaan energi yang tidak terbatas, dengan pertimbangan teknologi *solar cells* yang cukup ringan dan wilayah negara Indonesia yang tropis maka sistem desain konseptual ini akan menggunakan energi dari teknologi *solar cells* sebagai energi utama. *Conceptual design* merupakan proses yang mengalir, ide – ide baru dan masalah yang timbul merupakan bahan desain untuk diselidiki hingga terus meningkatkan desain yang diinginkan secara terperinci. Dengan langkah awal mendesain yang melibatkan sketsa awal dengan berbagai kemungkinan konfigurasi pesawat yang akan memenuhi spesifikasi desain yang dibutuhkan. Dengan menggambar satu set konfigurasi, desainer berusaha untuk mencapai konfigurasi desain yang sesuai dalam memenuhi semua persyaratan, serta berjalan seiring dengan faktor – faktor optimasi desain seperti: *aerodynamics, propulsion, flight performance, structural* dan *control systems*. Aspek generalis yang mendasar seperti bentuk pesawat, konfigurasi *wing, tail* dan tata letak, semuanya ditentukan pada tahap ini. Kendala – kendala desain seperti yang disebutkan di atas semua diperhitungkan pada tahap ini juga. Produk akhir dari desain konseptual ini adalah

gambar sketsa dari konfigurasi pesawat di kertas atau layar komputer yang kemudian dapat ditinjau lebih lanjut pada tahapan desain selanjutnya. Karena proses desain konseptual hanya fokus di mana konfigurasi umum dan ukuran pesawat ditentukan, maka dibutuhkan proses penentuan estimasi parameter awal pesawat untuk konsep desain misi, proses ini juga merupakan proses *initial parameter*. Sebuah pesawat dapat ditentukan ukurannya dengan menggunakan perkiraan awal aerodinamika dan berat yang akan dihitung untuk mendapatkan konfigurasi yang sesuai.

Dalam penulisan ini, penentuan berat akan menjadi titik awal dalam mendesain PTTA Nur – Solar, begitu juga dengan energi yang tersedia dimana energi yang didapat pada siang hari oleh *solar cells* harus mempunyai *power* yang cukup untuk motor dan elektronik *onboard* juga harus mampu mengisi baterai dalam menyediakan daya yang cukup untuk terbang di malam hari atau terbang dari senja sampai keesokan harinya ketika siklus baru dimulai. Demikian juga halnya dengan gaya angkat yang harus seimbang persis dengan berat pesawat sehingga ketinggian dapat dipertahankan.



Gambar 5 Skematik desain awal perhitungan untuk PTTA Nur – Solar

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada *design wheel*, hal ini berujung seperti pada permasalahan ayam dan telur dimana konsumsi *power* yang dibutuhkan akan menentukan dimensi pada berbagai macam bagian, seperti *motor*, *solar cells*, baterai dll, namun dikondisi yang berbeda bagian dalam menentukan *gross weight* PTTA juga dapat digunakan untuk menentukan perhitungan *power* yang akan diperlukan, hubungan ini dijelaskan pada skematik gambar 5.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk conceptual design PTTA Nur – Solar ini hampir sama dengan metode desain yang digunakan untuk pesawat lain pada umumnya. Seperti halnya metode *Raymer* dan metode *Roskam* yang merupakan metode yang paling banyak digunakan oleh para desainer untuk mendapatkan hasil pendekatan yang diinginkan, maka penulisan ini juga menggunakan metode dari dua metode tersebut. Penggunaan metode dengan pendekatan yang ada merupakan bentuk dari konsep perhitungandengan

menggunakan persamaan – persamaan yang ada, yang didapat dari analisa statistikal secara detail pada metode itu sendiri. Secara garis besar metode *Noth*, metode *Roskam* dan metode *Raymer* merupakan metode yang akan digunakan dalam pendekatan desain konseptual PTTA Nur – Solar ini, dimana masing – masing metode mempunyai peran dan pendekatan sesuai yang dibutuhkan dalam analisa penulisan ini. Khusus untuk metode *Noth* metode ini akan digunakan dalam perhitungan *initial sizing* dimana *Noth* memberikan *initial parameter* dan efisiensi desain yang dikhususkan untuk mendesain pesawat berdaya *solar cells*.

PERANCANGAN

Definisi pengkategorian PTTA terus – menerus berubah seiring kemajuan teknologi didalam sistemnya yang memungkinkan sistem yang lebih kecil untuk mengambil peran yang lebih besar. Namun ada beberapa batasan – batasan yang memberikan penjelasan untuk perkiraan subjek PTTA yang akan dirancang. PTTA Nur – Solar ini termasuk dalam kategori MUAV (*Mini UAV*) yang memiliki batasan berat dibawah 20 kg dan memiliki wingspan yang ideal, tetapi tidak lebih kecil dari MAV (*Micro UAV*), mampu beroperasi secara *hand-launched*, memiliki *range area* hingga 30 km, dioperasikan secara *group* atau perorangan untuk tujuan sipil ataupun militer.⁶ Nur – Solar juga termasuk dalam kategori PTTA *solar cells* yang disebut dengan *solar-powered UAV* atau *solar cells*

UAV karena dilihat dari penggunaan *powerplant* dengan sistem *energy source* dari *solar radiation photo-voltaic cell*, media penyimpanan menggunakan baterai, menggunakan *electric motor* sebagai penggerak mekanikalnya dan *propeller* sebagai penghasil gaya dorong. PTTA Nur – Solar ini memiliki cakupan peran yang cukup luas baik untuk kepentingan sipil maupun militer, antara lain:

Tabel 1 Aplikasi

<i>Aerial Photography</i>	Film, video, gambar – gambar fragmentasi dan <i>mapping</i>
<i>Agriculture</i>	Memonitor dan memantau tanaman,
<i>Costguard</i>	<i>Search and Rescue, coastline, sea-line monitoring.</i>
Konservasi	Memonitor polusi dan lahan
<i>Fire Services and Forestry</i>	<i>Fire detection, incident control</i>
<i>Traffic agencies</i>	Memantau dan memonitor lalu lintas
<i>Gas and oil supply companies</i>	<i>Land survey and pipeline security</i>
<i>Survey</i>	<i>Geographical, geological and archaeological survey</i>

a. Payload

Payload untuk PTTA Nur - Solar ini terdiri dari perlengkapan yang dibutuhkan untuk misi dengan berat *payload* maksimal 1.2 kg, komponen utama untuk *payload* termasuk *infrared* dan *night vision cameras* serta *sensory equipment* yang dibutuhkan.

b. Crew Members

Misi untuk PTTA Nur – Solar ini membutuhkan sedikitnya dua orang sebagai operator penuh, dimana satu orang bertugas sebagai pengendali PTTA dan satu orang lainnya bertugas sebagai peluncur (*hand – launcher*) PTTA serta bertanggung jawab dalam analisis data misi dan *flight tracking* selama misi berlangsung.

c. Range/Endurance

PTTA Nur – Solar ini akan memiliki *range area* sekitar 30 km sesuai dengan kategori yang dimiliki dan *Endurance* untuk terbang selama 12 jam yakni dari *sunrise* hingga *sunset*, 2 – 3 jam untuk terbang pada malam hari, sebagai catatan pencapaian *design objective* ini tergantung dari seberapa banyak daya *solar* yang dapat diterima oleh Nur – Solar dan di jam – jam berapa saja PTTA Nur – Solar tersebut dalam memenuhi misinya,

d. Cruise Speed

Crusie speed maksimum untuk PTTA Nur – Solar adalah sekitar 28 *mph*, atau sekitar 12.5 *m/s*.

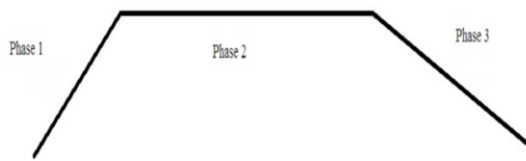
e. Cruise Altitude

Cruise Altitude ideal dimulai dari 350 m keatas hingga mnecapai *service ceiling* yaitu dimana menjadi ketinggian maksimum PTTA Nur – Solar ini dapatterbang yakni sekitar 1000 m, bagaimanapun sebagai catatan *cruising* pada *lower altitudes* akan menjadi pilihan sebagai titik aman pemantauan misi dan *higher altitudes* berguna untuk terbang dalam jangka waktu yang lama.

f. Take – off and Landing

Weight saving merupakan pertimbangan terpenting untuk PTTA yang tergolong dalam kategori MUAV (*Mini- UAV*), oleh karena itu PTTA Nur – Solar ini tidak menggunakan *landing gear*. Hal ini juga memberikan ruang lebih terhadap kebutuhan sistem lainnya, oleh karena itu PTTA Nur – Solar ini *take – off* secara *hand-launched* dan *landing* secara *belly landing*. *Belly landing* adalah keadaan dimana pesawat terbang mendarat tanpa menggunakan *landing gear* sama sekali dan hanya menggunakan *underside* pada *fuselage (belly)*.

g. Mission Profile



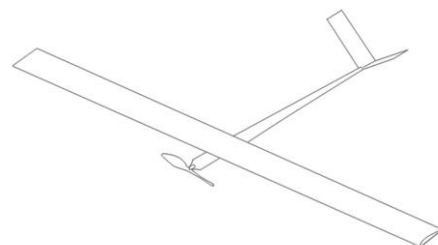
Gambar 6 Konsep mission profile

Phase 1 : PTTA *take – off* secara *hand – launch* dengan kondisi kapasitas perangkat baterai terisi penuh kemudian melakukan *climb* (dengan kebutuhan *power* melalui baterai dan *solar cells*), idealnya di mulai pada pukul 05:50 WIB (tidak lama setelah *sunrise*), terbang secara terus menerus hingga mendapatkan *cruise altitude* dan *irradiance* matahari yang dibutuhkan, sebagai catatan PTTA tidak diharuskan selalu *take – off* sekitar pukul 06:00 WIB, namun untuk mencapai terbang lebih lama maka PTTA harus meluncur lebih awal.

Phase 2 : Setelah terbang lebih kurang selama satu setengah jam atau sekitar jam 07:20 *irradiance* cahaya matahari sudah mulai cukup ideal untuk memberikan *power* pada *solar cells* dan pada pukul 08:00 PTTA dapat terbang hanya dengan menggunakan *solar cells* sembari melakukan *refill charging battery*, kemudian PTTA akan memasuki phase *cruise altitude* dimana PTTA Nur –

Solar akan terbang paling lama pada *phase* ini sesuai dengan *cruise altitude* terhadap misi yang dijalani untuk pengambilan data atau hanya untuk terbang lebih lama hingga pukul 16:00.

Phase 3 : Setelah menyelesaikan misi, PTTA mulai melakukan *descent* pada pukul 16:37 dimana nilai ideal untuk *irradiance* matahari mulai menurun sambil melakukan *gliding* hingga kembali ke daratan pada saat *sunset* sekitar 18:10 atau tetap terbang (atau misi masih berlanjut) pada malam hari dengan kebutuhan *power* dari baterai. Konsep akhir untuk konfigurasi PTTA Nur – Solar ini terdiri dari *single engine* dan *single tractor propeller* dengan sistem *motor* listrik, hal ini bertujuan dengan desain konsep pesawat yang mampu terbang tanpa menggunakan gas atau bahan bakar untuk memenuhi konsep PTTA yang lebih ramah lingkungan, efisien dan murni hanya menggunakan tenaga listrik.



Gambar 7 Konsep akhir konfigurasi PTTA Nur – Solar

Konfigurasi *high wing* menjadi pilihan karena PTTA Nur – Solar ini tidak menggunakan *landing gear (belly landing)* yang bertujuan untuk *weight savings*. Begitu juga dengan penempatan *wing* yang sebisa mungkin harus jauh dari *ground* untuk mengurangi kemungkinan resiko rusak atau hancurnya *wing* pada saat *landing*, karena *wing* merupakan tempat dimana *solar cells* terintegrasi dan hal ini merupakan bagian vital dan termahal untuk sistem PTTA *solar cells*, oleh karena itu menghindari kerusakan pada *wing* merupakan sebuah prioritas. Dan *empennage* berkonfigurasi *V-tail* menjadi pilihan karena memiliki kemampuan *stability* dan *reduces weight* yang lebih baik. *Weight* untuk PTTA *solar cells* merupakan suatu permasalahan yang krusial karena pesawat ditenagai oleh listrik yang harus mampu memberikan *power* yang seimbang terhadap berat pesawat itu sendiri, karena semakin berat pesawat maka sistem pada *photovoltaic cells* dan baterai juga akan semakin berat akibat penambahan komponen untuk memenuhi kebutuhan *power* karena berat pesawat yang bertambah, oleh karena itu sebisa mungkin pemilihan konfigurasi dengan keunggulan *reduce weights* harus dipertimbangkan demi mengurangi berat daripada pesawat tanpa harus mengurangi kemampuan pesawat itu sendiri.

HASIL

Secara teori PTTA Nur – Solar dapat terbang selama kurang lebih 12 jam yakni dari *sunrise* pada pukul 05:52 hingga *sunset* pada pukul 18:10. Takeoff pada pukul 05:52 dan melakukan *climb* dengan menggunakan *power* dari baterai, dengan energi baterai sebesar 192.96 *Watt hours*, maka baterai dapat mengakomodasi *power* untuk Nur – Solar selama melakukan *takeoff* dan *climb* selama :

$$Time = \frac{E_{batt}}{P_{req_{TO/C}}} = \frac{192.96 \text{ Wh}}{119.15 \text{ W}} =$$

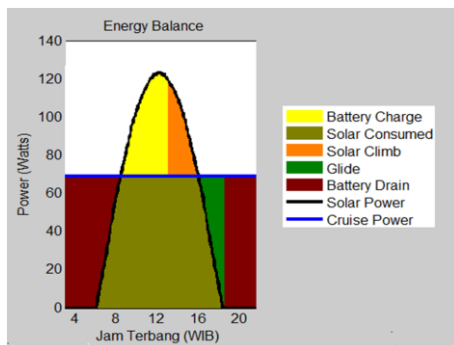
$$1.62 \text{ hours} = 1 \text{ hours } 37 \text{ minutes.}$$

Setelah terbang selama lebih kurang 1 jam 30 menit menggunakan *power* dari baterai kemudian dilanjutkan terbang dengan menggunakan *power* dari *solar cells* sekitar pukul 07:20 sembari mengisi energy pada baterai pada saat *cruise altitude* selama lebih kurang 9 jam hingga sore hari, kemudian melakukan *descent* pada pukul 16:30 dan mengakhiri misi dengan terbang *glide* selama lebih kurang 1 jam 30 menit dan *landing* pada saat *sunset* pukul 18:10. Dari titik ini secara teori didapat asumsi bahwa endurance untuk PTTA Nur – Solar dapat terbang selama 12 jam, dan apabila energi pada baterai terisi penuh selama misi berlangsung, maka PTTA dapat terus terbang (tanpa harus *landing* pada saat *sunset*) pada malam harinya dengan asumsi *cruise* selama :

$$Time = \frac{E_{batt}}{P_{reqTO/C}} = \frac{192.96 Wh}{77.92 W} =$$

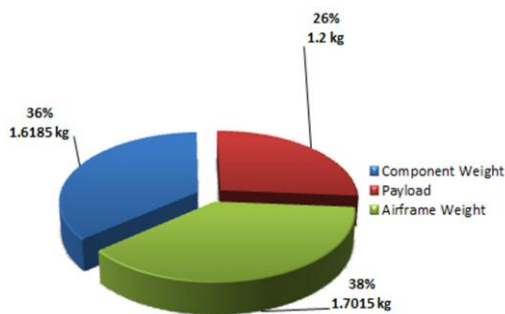
2.47 hours = 2 hours 28 minutes

Secara teori PTTA Nur – Solar dapat terbang sekitar 12 jam pada siang hari dan sekitar 2 jam 30 menit pada malam hari, sehingga total endurance untuk PTTA Nur – Solar ini lebih kurang selama 14 jam 30 menit. Dengan catatan bahwa untuk mencapai konsep *endurance* ini ada beberapa faktor teknis seperti komponen sistem pendukung operasional harus berfungsi dengan baik dan beberapa factor non teknis seperti cuaca, angin, awan dan hujan yang juga akan memberikan pengaruh *endurance* secara keseluruhan.



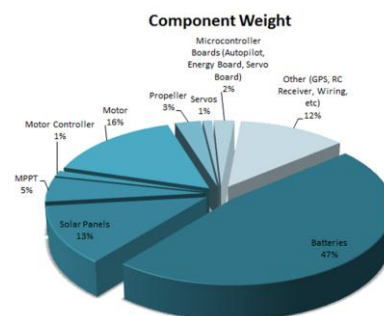
Gambar 8 Konsep *endurance* PTTA Nur – Solar

Secara keseluruhan ada tiga partisi utama untuk berat PTTA Nur – Solar yaitu berat untuk komponen, *airframe* dan *payload*

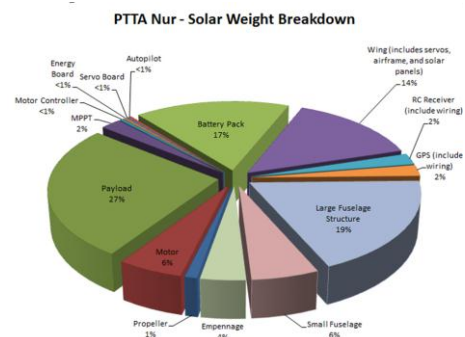


Gambar 9 Berat partisi keseluruhan PTTA Nur – Solar

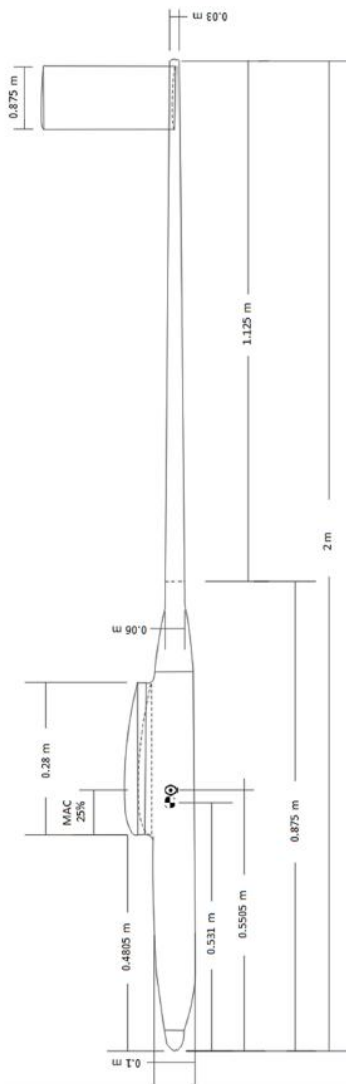
Dari perhitungan tabel diatas dapat dilihat bahwa masih ada sekitar 1.7015 kg sisa distribusi berat *airframe* untuk *fuselage* dan *empennage*. Sulit untuk menentukan nilai pasti berat untuk *airframe* tanpa membuat langsung PTTA tersebut atau tanpa melakukan perhitungan dalam tahap *preliminary design* atau *detail design* lebih lanjut. Bagaimanapun jika menggunakan material komposit atau material ringan lainnya, berat dari *airframe* dibatasi dan tidak boleh lebih dari 1.7 kg. Oleh karena itu ada beberapa variable model estimasi *Noth* yang digunakan sebagai pendekatan inisial untuk distribusi berat PTTA Nur – Solar ini.



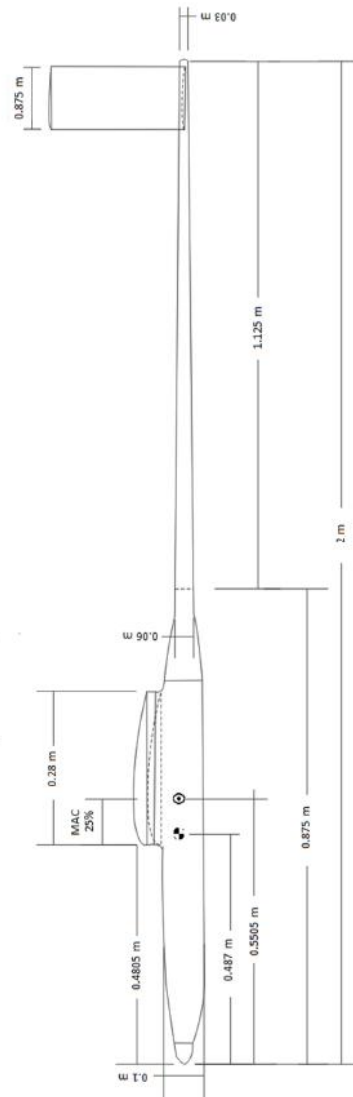
Gambar 10 Chart untuk *component weight breakdown* PTTA Nur – Solar



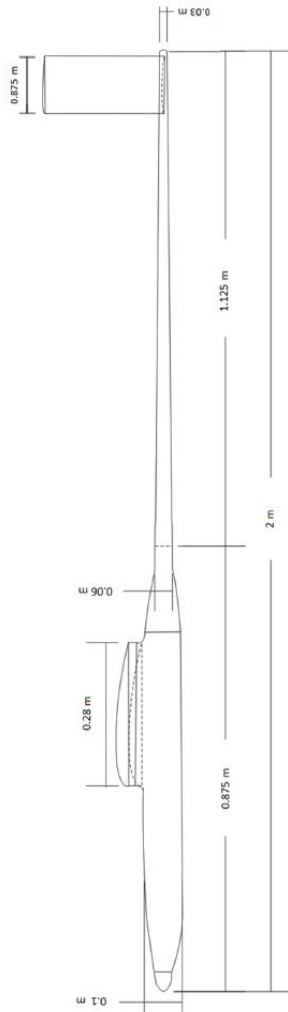
Gambar 11 Chart untuk PTTA Nur – Solar *weight breakdown*



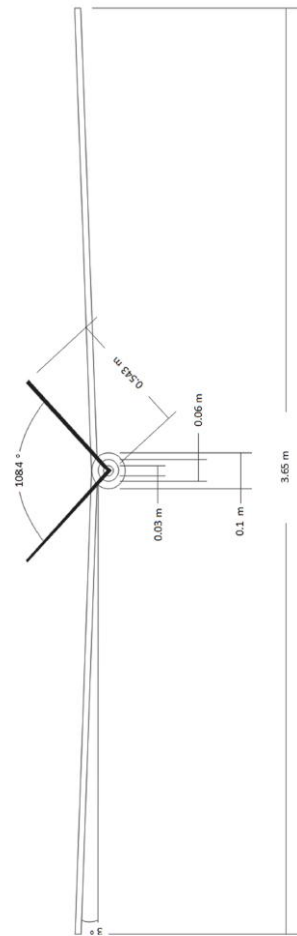
Gambar 12 Center of gravity PTTA Nur – Solar (payload)



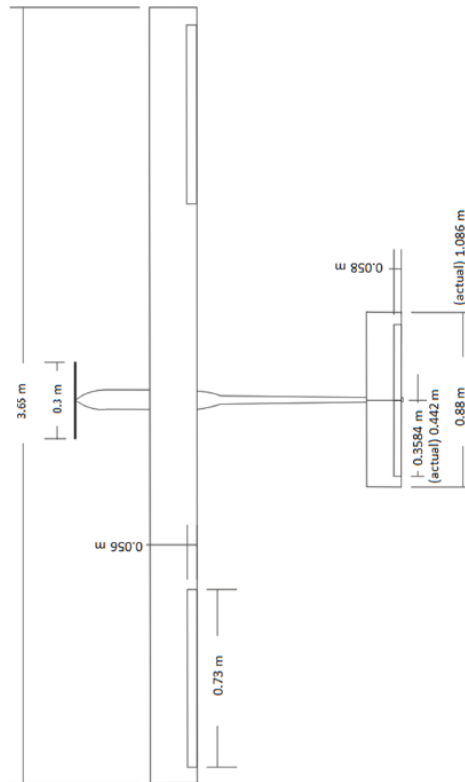
Gambar 13 Center of gravity PTTA Nur – Solar (no payload)



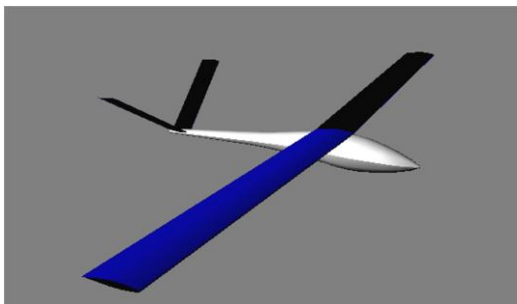
Gambar 14 PTTA Nur – Solar tampak samping



Gambar 15 PTTA Nur – Solar tampak belakang



Gambar 16 PTTA Nur – Solar tampak atas



Gambar 17 Visualisasi PTTA Nur – Solar

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian untuk desain konseptual PTTA Nur – Solar ini maka dapat diambil kesimpulan antara lain, secara garis besar metode *Noth*, metode *Roskam* dan metode *Raymer* merupakan metode yang digunakan dalam pendekatan untuk penulisan desain konseptual ini, dimana masing –

masing metode mempunyai peran dan pendekatan sesuai yang dibutuhkan dalam analisa penulisan ini, PTTA Nur – Solar ini terdiri dari *single engine* dengan sistem *motor listrik*, hal ini bertujuan dengan desain konsep pesawat yang mampu terbang tanpa menggunakan gas atau bahan bakar untuk memenuhi konsep PTTA yang lebih ramah lingkungan, efisien dan murni hanya menggunakan tenaga listrik.

Konfigurasi *high wing* menjadi pilihan karena PTTA Nur – Solar bertujuan untuk mengurangi kemungkinan resiko rusak atau hancurnya *wing* pada saat landing, karena *wing* merupakan tempat dimana *solar cells* terintegrasi dan hal ini merupakan bagian vital dan termahal untuk sistem PTTA *solar cells*, oleh karena itu menghindari kerusakan pada *wing* merupakan sebuah prioritas. *Empennage* dengan konfigurasi *V-tail* menjadi pilihan, karena memiliki kemampuan *reduces weight* yang lebih baik tanpa harus mengurangi kemampuan pesawat itu sendiri. Bagaimanapun kreatifitas disertai dengan kesabaran merupakan modal awal untuk memulai sebuah desain konseptual, seperti pada umumnya hal – hal yang berkaitan dengan konsep terkadang menimbulkan permasalahan dalam bentuk interpretasi atau bahkan memicu hal skeptisisme, hal ini menjadi sebuah tantangan tentang bagaimana sebuah konsep yang telah terpikirkan dapat dituangkan dan dijabarkan melalui pendekatan dan analisa perhitungan

yang nantinya dapat dipertanggungjawabkan dengan menghasilkan produk sebuah desain konsep yakni gambar yang representatif, oleh karena itu seorang perancang dituntut untuk mengkombinasikan sisi kreatifitas dan kesabaran yang lebih dari biasanya.

Tidak lepas dari itu juga dibutuhkan tingkat ketelitian yang lebih pada saat sebuah desain konseptual sedang dilaksanakan dimana setiap variabel yang saling berkaitan akan sangat menentukan hasil akhir secara keseluruhan. Dan hal yang perlu ditekankan pada hasil desain konsep kali ini adalah sketch gambar yang merupakan parameter awal untuk tahap *preliminary design* lebih lanjut. Butuh iterasi yang lebih mendalam untuk menghasilkan data yang bisa digunakan pada *preliminary design*. Permasalahan yang dihadapi penulis ketika merancang PTTA Nur – Solar ini adalah bahan materi pembelajaran khusus PTTA *solar cells* yang masih jarang dan juga data pesawat pembeding yang masih minim.

DAFTAR PUSTAKA

1. Noth, Andre. 2008. *"Design of Solar Powered Airplanes for Continuous Flight,"* ETH Zurich, Switzerland
2. Roskam, J .1985. *Airplane Design Parts I to VIII*. Kansas: Roskam Aviation and Engineering Corporation
3. Raymer, Daniel P. 1989. *Aircraft Design : A Conceptual Approach*. Washington, D.C: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc
4. D.A. Horazak and J.S. Brushwood, *Renewables prospects in today's conventional power generation market, Renewable Energy World*, Vol. 2, No. 4, July 1999
5. *World Commission on Environment and Development (WCED), Our Common Future*, Oxford/New York: Oxford University Press (1987) R. J. Boucher, *History Of Solar Flight*, AIAA Paper 84-1429, June 1984 Austin, Reg. 2010.
6. *Unmanned Aircraft Systems –UAVS Design, Development and Deployment* John Wiley & Sons, Ltd Lowry, J. T., "Performance of Light Aircraft", *AIAA(R) Education Series, Washington, DC, 1999*.
7. Silva, Bento de Mattos. 2013. *Optimal Design of a High-Altitude Solar-Powered Unmanned Airplane*
8. Michael S. Selig, James J. Guglielmo, Andy P. Broeren and Philippe Giguere. *Summary of Low-Speed Airfoil Data*, Vol. 1