

## Optimalisasi Rancangan Sayap Robot Burung

**Syahril, Marsono, Eka Taufiq Firmansyah**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Itenas Bandung

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail : syahril@itenas.ac.id

### Abstrak

*Robot Burung atau Bird Flapping Wings adalah sejenis drone yang sayapnya mengepak dan melipat seperti burung, dari kepakkan sayap inilah dihasilkan gaya angkat sekaligus gaya dorong (Lift dan thrust) yang akan membuat robot burung dapat mengambang dan bergerak maju. Dibandingkan dengan fixed wings dan Rotary Wings, ketersediaan literatur dalam perancangan Flapping Wings sangat minim, sehingga untuk mendapatkan besaran-besaran yang diperlukan dalam perancangan, dilakukan uji coba atau iterasi yang berulang kali, mulai perancangan mekanisme gerak kepakkan sayap, mengoptimalkan pola gerak sampai dengan perakitan dan operasional. Iterasi dilakukan berulang kali dalam jumlah yang banyak sampai ditemukan dimensi maupun bentuk komponen yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Jika semua iterasi dilakukan dengan membuat benda nyata maka akan sangat menyita biaya dan waktu. Untuk itu iterasi tahap awal dilakukan dengan membuat simulasi gerak dan dimensi satu banding satu menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor, barulah kemudian simulasi dengan membuat benda nyata. Simulasi dimulai dari rancangan gerak kinematika mekanisme pembuat kepakkan sayap, pola gerak sayap bahkan sampai pada optimalisasi dimensi dan bobot robot burung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak Autodesk Inventor sebagai sarana untuk simulasi gerak, dimensi maupun bentuk tiga dimensi dapat memenuhi semua kebutuhan akan iterasi dalam mengoptimalkan perancangan sayap Robot Burung.*

*Kata kunci: Robot Burung, Simulasi, Optimalisasi Rancangan Sayap*

### 1. Pendahuluan

Robot Burung termasuk drone jenis *Flapping Wings*, perbedaan yang mendasar *Flapping Wings* dengan drone jenis *Fixed Wings* dan *Rotary Wings* adalah pada gerakan sayapnya yang mengepak. Dalam kelompok *Flapping Wings*, Robot Burung termasuk dalam kelompok *Bird Flapping Wings*. Sewaktu melakukan gerak mengepak *Up stroke* maupun *Down Stroke*, sayap *Bird Flapping Wings* selain melakukan gerak mengepak juga melakukan gerak melipat.

Rancangan mekanisme yang dapat mengubah gerak berputarnya poros sebuah motor listrik menjadi gerak mengepaknya sayap Robot Burung sudah didapatkan pada penelitian sebelumnya [1], namun ketika diaplikasi pada proses pembuatan sayap dan sistem penggerakannya maka muncul banyak hal yang dapat menjadi hambatan antara lain faktor gesekan dan ketelitian dimensi, selain itu harga material dan ongkos pembuatan menuntut agar rancangan harus efektif dan efisien sebelum dibuat menjadi benda nyata.

Untuk mendapatkan pola gerak yang dapat menghasilkan gaya angkat maksimum perlu dilakukan iterasi yang berulang kali. Jika iterasi dilakukan dengan membuat benda nyata maka proses iterasi akan menelan biaya yang sangat besar, guna mengurangi biaya maka iterasi dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor.

Iterasi ditujukan untuk mendapatkan dimensi batang-batang (*link*) yang menghasilkan pola gerak yang baik dan dimensi komponen yang pas serta posisi penempatan komponen-komponen, sehingga memudahkan kegiatan perakitan maupun mencegah kemungkinan tiap komponen saling bertabrakan

sewaktu uji gerak. Untuk itu simulasi dibuat sedekat mungkin dengan kondisi ril dengan perbandingan dimensi satu banding satu.

Hasil simulasi dengan perangkat lunak akan diaplikasi dalam pembuatan benda sebenarnya.

## 2. Metodologi

Pada Robot Burung, gaya angkat dan gaya dorong dihasilkan sekaligus oleh gerak mengepaknya sayap Robot Burung, oleh karena itu pola gerak sayap sangat menentukan. Gaya angkat dihasilkan saat sayap melakukan gerak ke bawah atau *Down Stroke* sedangkan saat gerakan sayap keatas atau *Up Stroke* Robot Burung akan mendapat gaya kearah bawah. Variabel yang paling berpengaruh sebagai penghasil gaya angkat adalah luas proyeksi permukaan sayap saat melakukan gerak mengepak kebawah sedangkan penghasil gaya dorong adalah sudut serang airfoil pembentuk sayap dan bagian sayap yang fleksibel [3].

Optimalisasi rancangan sayap Robot Burung dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak dalam hal ini Autodesk Inventor. Kegiatan optimalisasi dikelompokkan atas beberapa bagian antara lain :

### 2.1 Optimalisasi Konstruksi Mekanisme Penggerak

Kegiatan optimalisasi pada kelompok ini ditujukan agar sistem transmisi gaya dari motor listrik sebagai sumber gerakan sampai kepada lengan sayap dapat berjalan dengan baik, dalam arti :

- Kontak antara roda gigi penggerak atau *driver gear* dengan roda gigi yang digerakkan atau *driven gear* efektif, dalam bidang kontak yang cukup.
- Gerakan sistem transmisi berjalan lancar dengan gesekan antar bidang yang bergerak relatif serendah mungkin.
- Mudah dalam kegiatan perakitan (bongkar pasang) mekanisme, roda gigi dan poros.
- Aman, tidak terjadi tabrakan antar komponen ketika mekanisme beroperasi.

### 2.2 Optimalisasi pola gerak

Pada awal perancangan sayap, optimalisasi ditujukan untuk mendapatkan pola gerak sayap agar dapat menghasilkan gaya angkat maksimal. Simulasi dilakukan menggunakan sketsa saja dimana batang batang pembentuk gerakan sayap diwakili oleh sebuah garis. Namun ketika ingin mewujudkan rancangan maka tujuan simulasi adalah agar dapat dibuat bendanya. Dengan demikian simulasi digunakan untuk mengecek keamanan yang memastikan agar ketika ada suatu komponen yang bergerak, tidak menabrak komponen yang lain.

### 2.3 Optimalisasi Perakitan

Optimalisasi perakitan ditujukan untuk mengecek apakah setiap komponen dapat dirakit dengan komponen lain sebagai pasangannya. Simulasi digunakan untuk pengecekan kesesumbuan, penentuan posisi penempatan suatu komponen dalam mekanisme.

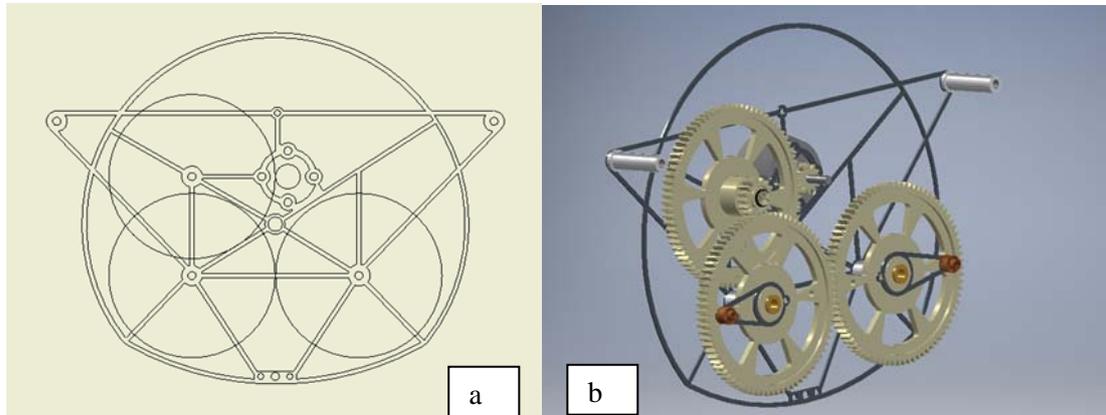
Agar simulasi perakitan memberikan hasil yang baik maka gambar benda kerja dibuat dalam bentuk tiga dimensi dengan sangat detil dengan ukuran satu berbanding satu dengan benda sebenarnya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

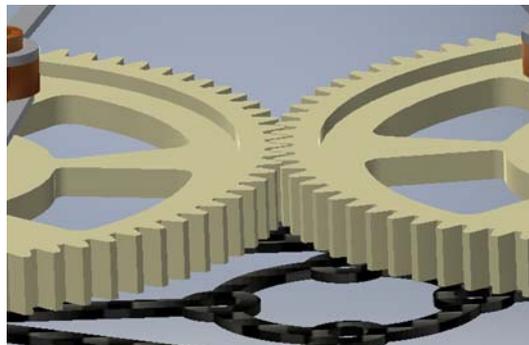
### 3.1 Simulasi Konstruksi Mekanisme Penggerak

Pada Gambar 1a Sketsa Mekanisme Penggerak, dapat dilihat penempatan roda gigi dengan susunan seperti pada gambar. Pada gambar tersebut hanya memperlihatkan penempatannya saja namun tidak memperlihatkan detil cara menempatkan sehingga tidak terlihat bagaimana kontak antar roda gigi,

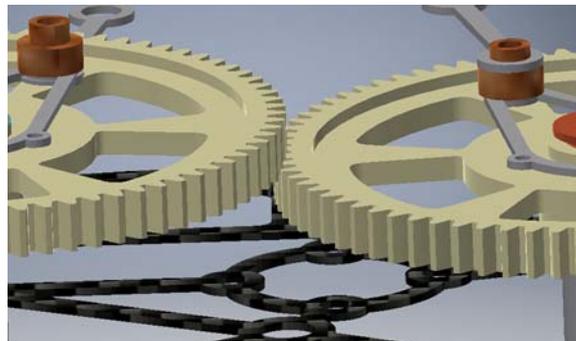
bagaimana poros dan bantalan dan seterusnya. Gambar 1b Dapat dilihat ada poros, bantalan dan perlengkapan lainnya.



**Gambar 1** a) Sketsa Mekanisme Penggerak; b) Gambar 3D Mekanisme Penggerak

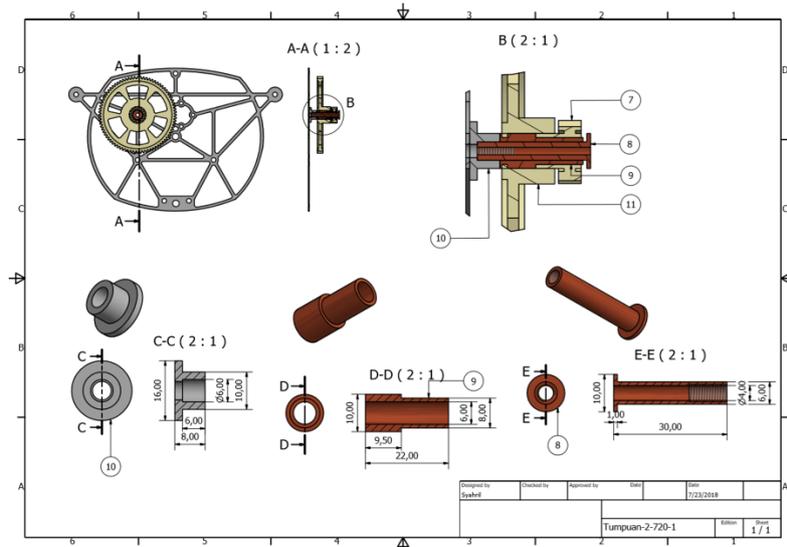


**Gambar 2** Kontak Antar Roda Gigi yang seharusnya



**Gambar 3** Kontak antar Roda Gigi yang tidak bagus

Gambar 2 dan gambar 3 memperlihatkan kontak antar Roda gigi yang dapat terlihat dengan kondisi sebenarnya sehingga dapat dikoreksi sebelum membuat benda aslinya.

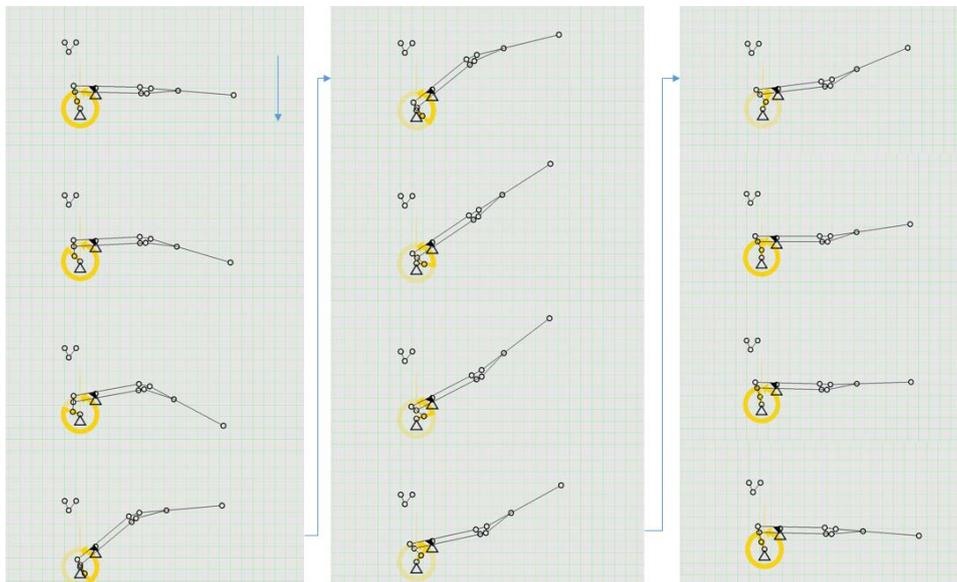


**Gambar 4** Gambar Teknik Roda Gigi 1 dan asesoris

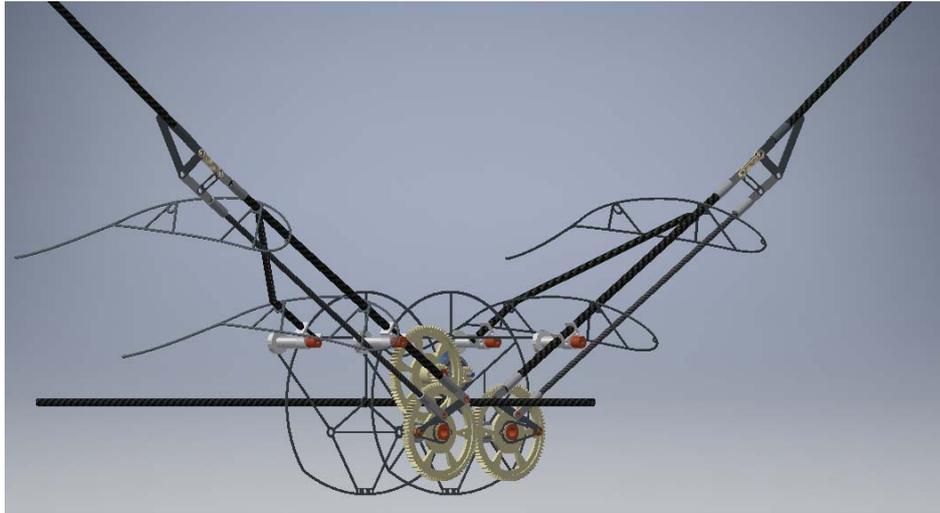
Pada Gambar 4 dihasilkan dari simulasi pembuatan detail pemasangan roda gigi yang pada gambar tersebut bahkan dapat dilihat gambar teknik yang sangat detail dari sebuah roda gigi yang merupakan bagian dari mekanisme penggerak sayap robot burung. Detil dimensi tiap komponen dan cara perakitan dapat dianalisa dari gambar tersebut.

### 3.2 Simulasi Pola Gerak

Pada awal untuk mendapatkan pola gerak, simulasi dilakukan dengan sketsa gerak seperti pada gambar 5 berikut :



**Gambar 5** Simulasi Pola Gerak – sketsa [2]



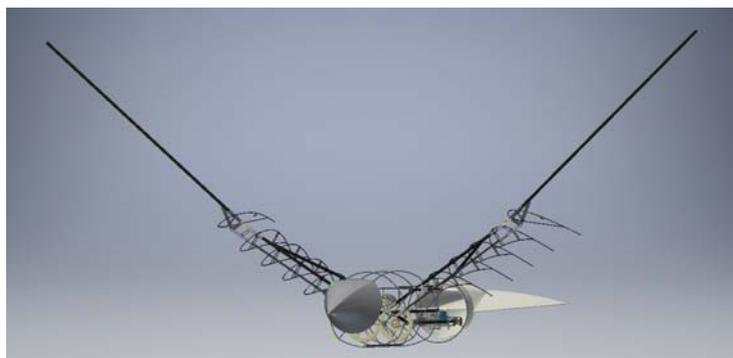
**Gambar 6** Simulasi Dengan Batang 1:1

Simulasi dengan gambar 6 hanya mengamati pola gerak sudah sesuai dengan yang dihapap apa tidak, semua komponen dalam forma 2D sedangkan simulasi pada gambar 6, setiap komponen sudah sesuai dengan ukuran sebenarnya dalam format 3D sehingga jika ada sambungan yang tidak satu sumbu pada batang batang pembentuk sayap maka dalam simulasinya tidak akan bisa dirakit.

Jadi dalam simulasi gerak 3D akan terdeteksi dimensi tiap komponen sejak komponen utama sampai asesoris seperti baut, pin yang kecil kecil.

### 3.3 Simulasi pada Optimalisasi Perakitan

Yang dimaksud simulasi perakitan disini adalah merakit seluruh komponen robot burung mulai dari kepala sampai ekor. Hasil simulasi Robot Burung keseluruhan dapat dilihat pada gambar 7.

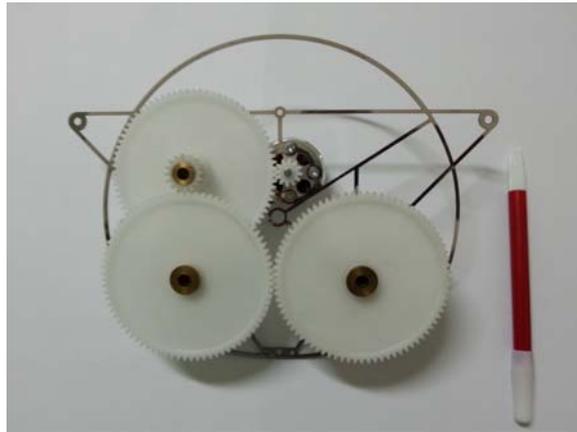


**Gambar 7** Simulasi Perakitan Robot Burung

Gambar 7 menunjukkan robot burung sayap dan body Robot Burung secara keseluruhan, dengan simulasi ini akan terlihat gerakan saya dengan lebih realistis, kita dapat mengamati bagian bagian yang kritis yang kalau digerakan akan menimbulkan benturan atau tidak, tiap komponen dapat di zoom dengan lebih detail untuk diamati.

### 3.4 Hasil Pembuatan benda nyata

Berikut diperlihatkan hasil pembuatan benda nyata berupa mekanisme penggerak sayap pada gambar 8



**Gambar 8** Mekanisme Riil Hasil Pembuatan



**Gambar 9** Sayap Sudah dirakit

Gambar 8 dan gambar 9 memperlihatkan hasil pembuatan benda nyata yang dibuat berdasarkan dimensi yang didapat dari simulasi menggunakan perangkat lunak Aodesk Inventor.

#### **4. Kesimpulan dan Saran**

Optimalisasi Rancangan Sayap Robot Burung dapat dilakukan dengan lebih baik berkat bantuan perangkat lunak, dapat dilihat dari berbagai aspek antara lain :

1. Akurasi dimensi, dengan mudah terlihat jika dimensi mengalami kesalahan yang seharusnya overlap tapi tidak dan sebaliknya.
2. Biaya dan waktu, dengan simulasi perangkat lunak waktu pembuatan dan biaya yang dikeluarkan untuk membuat benda sebenarnya dapat dihemat
3. Keterbuatan, dengan menganalisa hasil rakitan sebuah simulasi maka dapat dilihat bagian bagian yang sulit untuk dirakit maupun dibuat.

Dalam perancangan suatu mekanisme atau komponen mesin kadang terdapat kondisi kurangnya dukungan literatur, maka cara coba coba atau iterasi menggunakan perangkat lunak dapat dilakukan dan akan sangat membantu.

Kami sangat menyarankan agar sarjana teknik khususnya teknik mesin yang sering melakukan perancangan suatu mekanisme dan sering berhadapan dengan situasi perancangan yang kurang dukungan literatur agar dibekali dengan kemampuan membuat simulasi menggunakan perangkat lunak.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Syahril Sayuti. 2015. *Perancangan Mekanisme Gerak Sayap Flapping Wing Micro Air Vehicle*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Itenas - RATMI 2015.
- [2] Syahril Sayuti. 2017. *Optimalisasi Gerak Sayap Robot Burung*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Itenas - RATMI 2017.
- [3] Henk Tennekes, 2009 , *The Simple Science of Flight - From Insects to Jumbo Jets*, The MIT Press Massachusetts