

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meski secara eksplisit bisa dibedakan jenis permainan dan produk mainan untuk anak-anak maupun orang dewasa, bermain atau memainkan sebuah produk mainan terbukti tidak mengenal batas usia. Bagi anak-anak fase bermain terjadi pada usia 4-9 tahun. Oleh karena itu di sekolah (TK dan SD s/d kelas IV) seluruh materi diupayakan disampaikan secara santai sambil bermain. Untuk itu umumnya di sekolah tersedia beberapa alat peraga yang masih manual. Dari sinilah ide awal untuk merancang sebuah mainan edukatif yang bisa bergerak secara bersamaan maupun secara terpisah dengan menambahkan suatu sistem transmisi sederhana. Semua itu bertujuan tidak hanya meningkatkan kemampuan *science* dan teknologi.

Meski memang produk mainan mekanikal sudah banyak dibuat orang tetapi hingga saat ini mainan mekanikal sebagai peraga/hiasan (*display*) di dalam rumah, kantor, mobil dan tempat usaha belum banyak orang yang memproduksinya (termasuk produk *mechanical toys* dan *mechanical toys for education*). Dari perihal tersebut menjadi dasar untuk mempelajari dan mengaplikasikannya sebagai penelitian tugas akhir.

Penelitian tugas akhir ini bertujuan merancang dan membuat 8 mainan mekanikal edukatif dengan mekanisme penggerak yang dilengkapi sistem transmisi sederhana.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mempelajari sistem penggerak mainan edukatif.
2. Merancang mekanisme penggerak yang kompak dengan sistem kopling.
3. Mengetahui besarnya torsi dari mainan mekanikal edukatif yang digerakkan.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang diterapkan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah:

1. Pada penelitian ini hanya mempelajari mekanisme penggerak mainan edukatif.
2. Percobaan hanya dilakukan pada mainan edukatif dengan sistem kopling.
3. Tidak memperhatikan secara spesifik dari *Prototype* mekanisme penggerak mainan edukatif.

1.4 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan untuk menganalisis adalah:

1. Studi pustaka dan literatur
Mengumpulkan serta mempelajari data-data yang berhubungan dengan laporan tugas akhir ini baik data yang didapat dari perpustakaan maupun internet.
2. Data penelitian
Melakukan penelitian dari *Prototype* mekanisme penggerak mainan edukatif dan tinjauan data secara umum.
3. Pengolahan data
Menganalisa perhitungan dan melakukan kajian lanjut berdasarkan data yang telah diperoleh.
4. Bimbingan
Melakukan bimbingan langsung kepada dosen pembimbing maupun kepada pihak lainnya yang berkompeten.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan sebagai berikut:

BAB I Berisi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Berisi tentang landasan teori yang berkaitan dengan mekanisme penggerak mainan edukatif dilengkapi sistem kopling pemutus hubungan secara umum.

BAB III Berisikan data-data serta langkah-langkah yang dilakukan pada saat penelitian.

BAB IV Menampilkan dan menganalisa data-data dari hasil penelitian berdasarkan persamaan yang ada.

BAB V Berisi tentang kesimpulan dan saran yang diambil dari proses penelitian pada bab sebelumnya.

BAB II

DESKRIPSI MAINAN MEKANIKAL YANG DIGERAKKAN

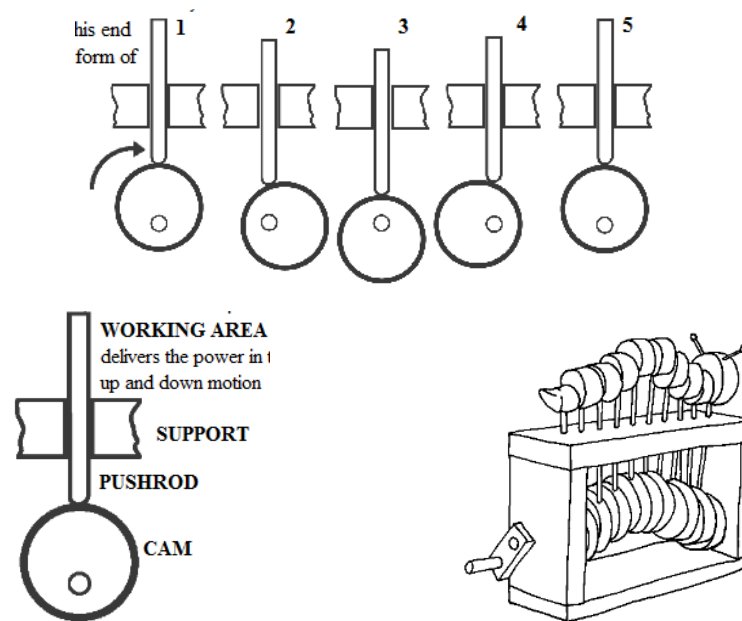
Meski secara eksplisit bisa dibedakan jenis permainan dan produk mainan untuk anak-anak maupun orang dewasa, bermain atau memainkan sebuah produk mainan terbukti tidak mengenal batas usia. Bagi anak-anak fase bermain terjadi pada usia 5-9 tahun (SD s/d kelas IV) seluruh materi diupayakan disampaikan secara santai sambil bermain. Untuk itu umumnya di sekolah tersedia beberapa alat peraga misalnya kotak-kotak kayu beraneka warna untuk memperkenalkan dan memilih warna, menara Hanoi untuk pelajaran menyusun/merangkai, angka dan huruf dari kayu/plastik untuk memperkenalkan huruf dan angka, papan berlubang untuk berlatih menjahit, buku/modul yang berisi huruf, angka, dan gambar untuk latihan membaca dan menghitung sederhana serta mewarnai gambar dan lain-lain. Semua itu bertujuan tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif, tetapi juga afektif anak.

Mainan mekanikal adalah mainan yang memanfaatkan sebagian besar proses mekanis yang dapat ditemukan di hampir setiap mesin seperti *cam*, roda gigi, *ratchets* dan engkol. Bahan dasar pembuatan mainan ini yaitu kayu. Sangat penting untuk memahami bagaimana mekanisme kerja dari mainan yang akan dibuat. Membuat mainan mekanikal merupakan hal yang menarik, yang mencakup berbagai keterampilan, seni, teknik dan *sains*. Dalam pembuatan mainan mekanikal tetap berprinsip pada mekanika sederhana yang terdapat satu mekanisme atau lebih.

2.1 Mekanisme yang Biasa Digunakan dalam Mainan Mekanikal

2.1.1 *Cam-follower*

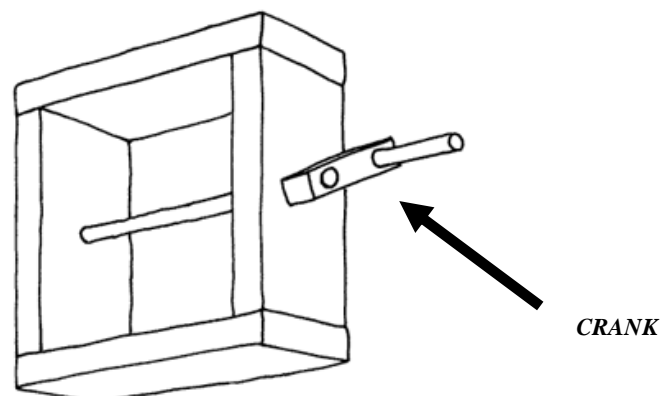
Bentuk paling sederhana dari *cam* adalah disk yang memiliki poros tidak di tengah. Jadi memiliki dua jari-jari yang berbeda. Prinsip kerja *cam* adalah mengubah gerakan melingkar menjadi gerakan ke atas dan ke bawah. Hal ini disebut sebagai gerakan *reciprocating*. *Cam* sering digunakan dalam automata karena lebih sederhana dan sangat fleksibel. Sebagai contoh mekanisme *cam-follower* aplikasinya pada gerakan menirukan ulat berjalan seperti pada Gambar2.



Gambar 2.1 Mekanisme *cam-follower* dan aplikasinya untuk menirukan gerakan ulat berjalan. [1]

2.1.2 Crank

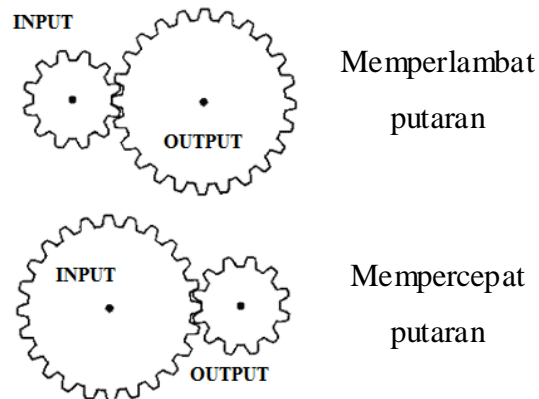
Crank atau engkol menjadi mekanisme utama dalam sebuah mainan mekanikal meskipun hanya bekerja dalam gerakan melingkar. *Crank* menjadi penggerak utama dalam mainan mekanikal yang digerakkan dengan tangan maupun dengan motor (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 *Crank* [1]

2.1.3 Gear

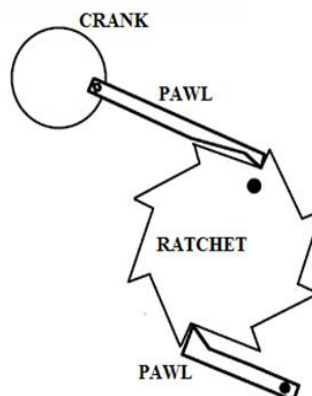
Gear sangat fleksibel dan membantu menghasilkan berbagai gerakan yang dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan. *Gear* dapat menghasilkan gerakan yang lebih cepat ataupun sebaliknya, sesuai dengan posisi *input* dan *output* pemasangan *gear*. Ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gear. [1]

2.1.4 Ratchet

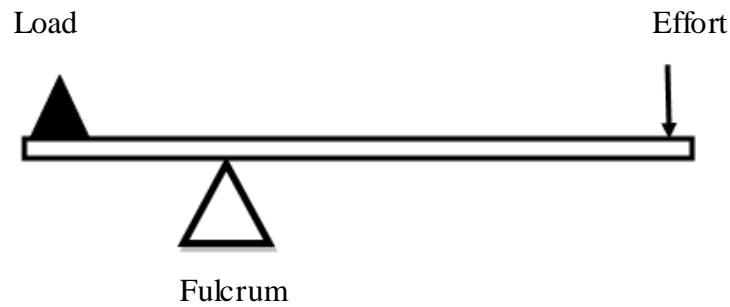
Ratchet merupakan bentuk lain dari *gear*, namun tidak seperti *gear* yang dapat digunakan untuk mempercepat atau memperlambat gerakan. *Ratchet* hanya dapat berputar satu arah dikarenakan dua buah *awl* yang bekerja bergantian menarik dan mendorong *ratchet* jika *ratchet* menerima putaran seperti pada Gambar 2.4. *Ratchet* biasanya digunakan untuk mekanisme putaran satu arah dengan tujuan untuk mengunci.



Gambar 2.4 Ratchet. [1]

2.1.5 Lever

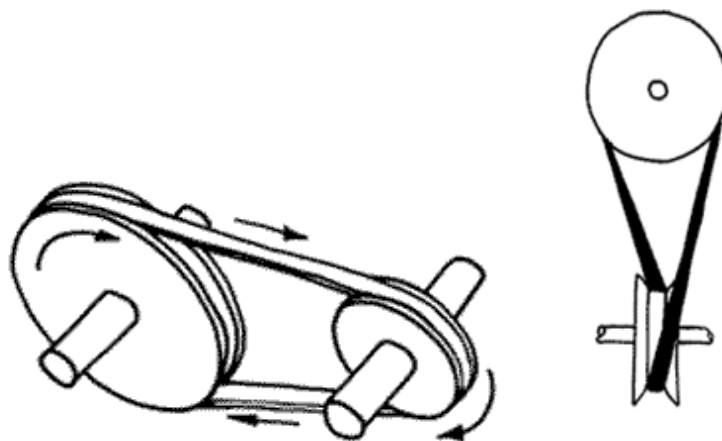
Lever atau tuas biasa digunakan dalam mainan mekanikal untuk meneruskan dan mengubah gerakan yang diterima dan mekanismenya sangat sederhana. *Lever* dapat menerima gerakan berputar dan menjadikannya gerakan ke atas dan ke bawah ataupun sebaliknya.



Gambar 2.5 *Lever*. [1]

2.1.6 Pulley

Sistem kerja *pulley* (puli) mirip dengan sistem kerja *gear*, yang membedakan yaitu puli tidak langsung bersentuhan antara *input* dan *output*. Puli dihubungkan dengan material yang lentur yang disebut *belt*. Dalam mentransmisikan gaya dengan jarak yang jauh pada mainan mekanikal puli menjadi pilihan utama. Kelebihan puli yaitu menghasilkan gerakan konstan dan lebih halus, namun dapat juga digunakan untuk mengubah arah gaya yang diterima.

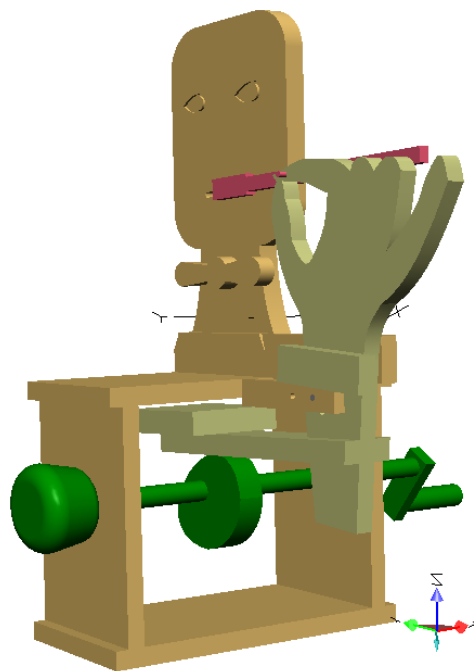


Gambar 2.6 *Pulley*. [1]

2.2 Mainan Mekanikal yang Digerakkan

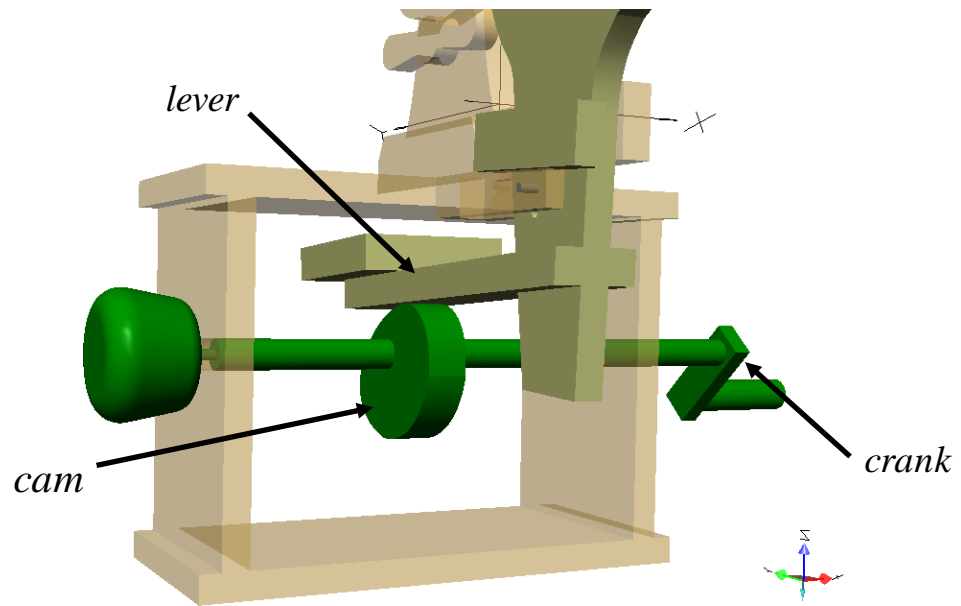
2.2.1 Mainan Meniru Gerakan Menggosok Gigi

Menggosok gigi merupakan aktivitas harian pada setiap orang. Aktivitas tersebut bisa dilakukan pada pagi, siang maupun malam hari. Kita sering menggosok gigi dengan gerakan vertikal, horizontal maupun memutar. Vertikal dari atas ke bawah, gerakan horizontal dari depan ke belakang dan memutar. Mainan mekanikal yang menirukan gerakan menggosok gigi memperlihatkan gerakan horizontal dari kiri ke kanan.



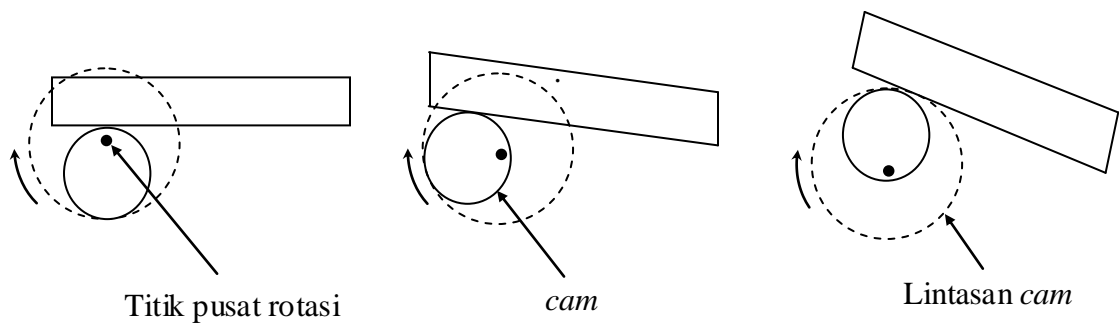
Gambar 2.7 Menggosok gigi.

Gambar 2.7 memperlihatkan mainan mekanikal menirukan gerakan menggosok gigi yang dirancang. Ada 3 macam mekanisme utama pada produk tersebut, yaitu *crank* (engkol), *cam* dan *lever* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.8. Pada saat engkol diputar maka *cam* yang berporos pada engkol ikut berputar, *lever* yang terletak di atas *cam* akan bergerak sesuai dengan bentuk *cam*, gerakan tersebut ditransmisikan ke tangan yang terdapat sikat gigi pada ujung jari, sehingga akan menggerakkan sikat dengan arah horizontal.

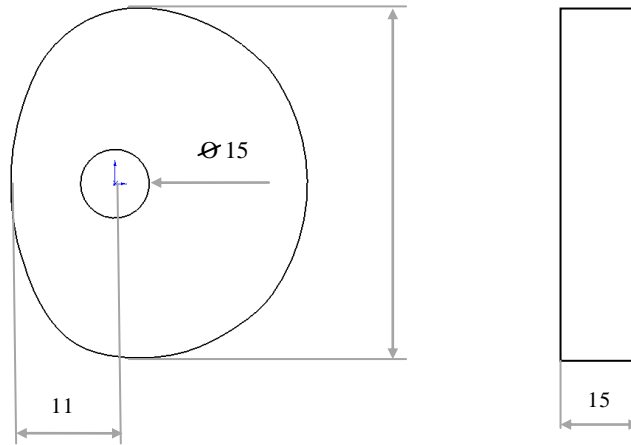


Gambar 2.8 Mekanisme menggosok gigi.

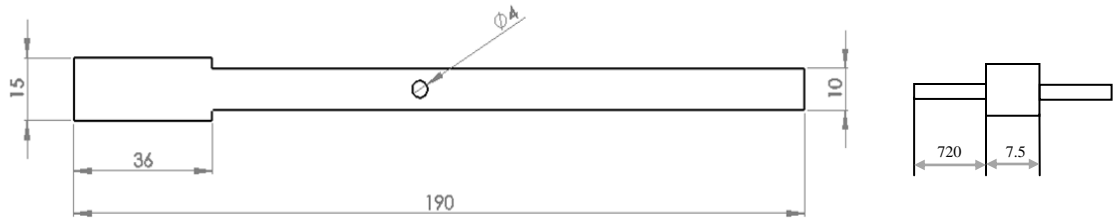
Gambar 2.9 menjelaskan gerakan rotasi *cam* dan *lever* pada mekanisme penggosok gigi. Gambar 2.10 menunjukkan dimensi *cam*. Gambar 2.11 menunjukkan dimensi sikat gigi dan Gambar 2.12 menunjukkan dimensi engkol.



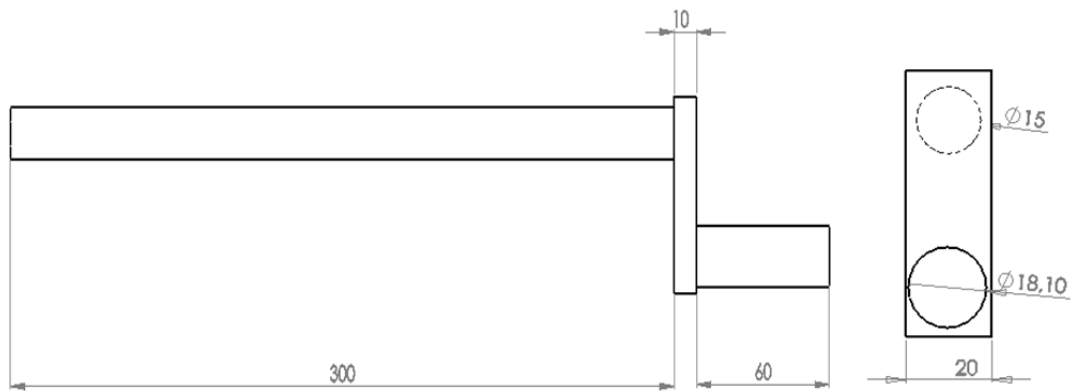
Gambar 2.9 Gerakan rotasi *cam* dan *lever*



Gambar 2.10 Dimensi cam.



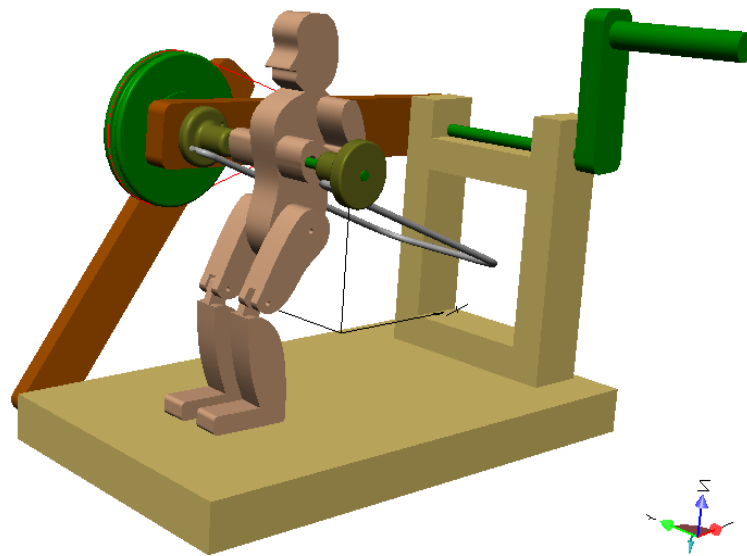
Gambar 2.11 Dimensi sikat gigi.



Gambar 2.12 Dimensi engkol.

2.2.2 Gerakan Sprentel

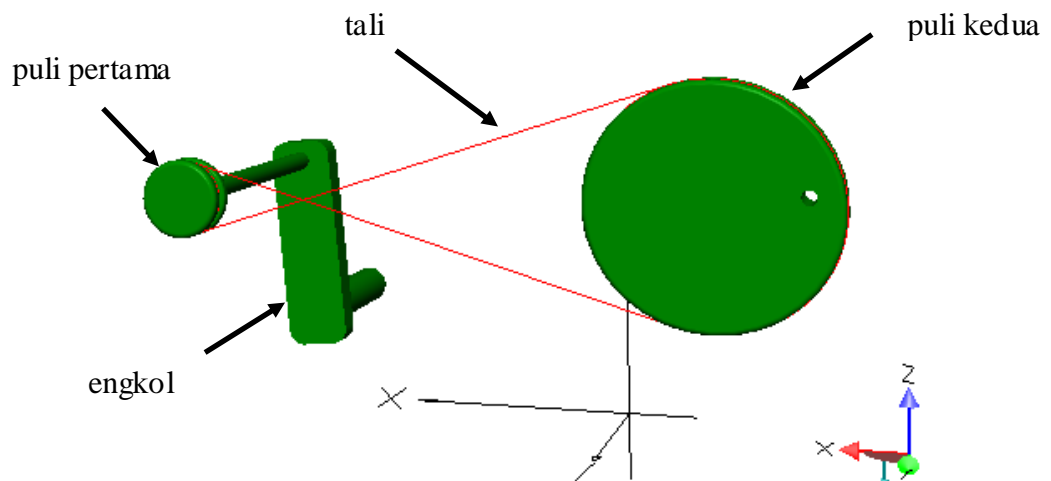
Sprentel salah satu jenis permainan tali yang banyak dimainkan pada masa kanak-kanak, bahkan remajapun masih menyukainya. Sprentel merupakan jenis permainan tradisional yang sederhana, mudah dan murah sehingga sangat populer dikalangan anak-anak. Permainan ini hanya memerlukan seutas tali yang digerakkan memutar vertikal memutari badan, untuk menghindarinya dapat bergerak melompat dan menunduk. Namun permainan ini jarang dimainkan anak-anak sesuai dengan perkembangan zaman. Munculnya permainan modern seperti *play station*, *remote control*, *game online* yang lebih disukai anak-anak zaman sekarang telah menggantikan permainan tradisional seperti sprentel. Mainan mekanikal yang menirukan gerakan sprentel dapat memperlihatkan gerakan naik turun menghindari tali sprentel.



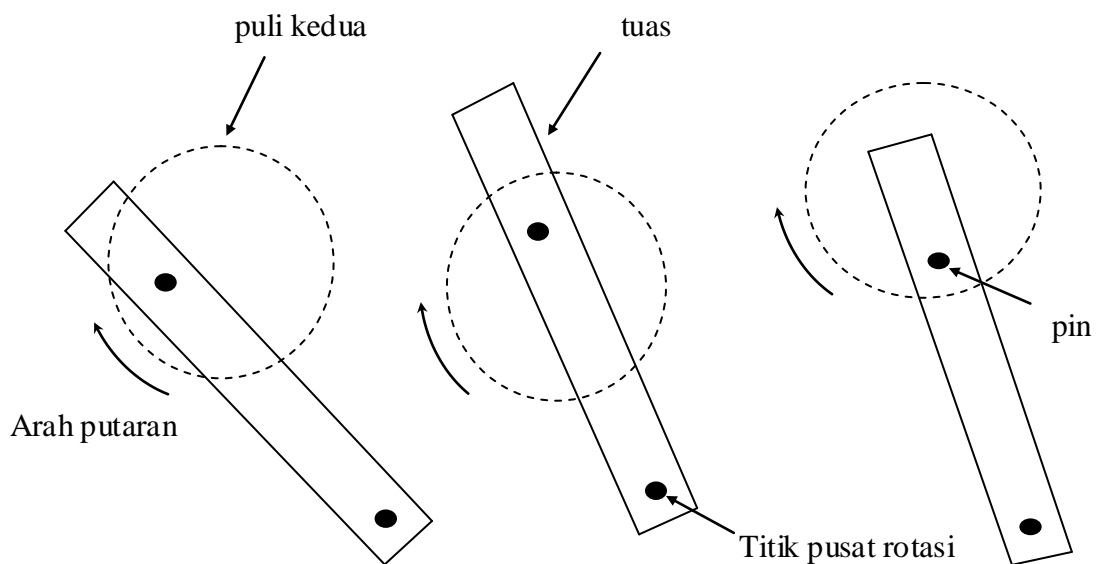
Gambar 2.13 Sprentel

Gambar 2.13 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan sprentel. Ada beberapa macam mekanisme yang terdapat pada produk ini, diantaranya mekanisme engkol dan puli. Terdapat 2 buah puli berbeda ukuran yang dihubungkan dengan seutas tali seperti Gambar 2.14. Puli pertama satu poros dengan engkol sehingga pada saat engkol diputar puli akan ikut berputar. Putaran puli pertama akan ditransmisikan tali ke puli yang kedua, arah putaran puli kedua berlawanan arah dengan

puli pertama karena tali sebagai penghubung diposisikan menyilang. Pada puli kedua terdapat tuas yang mengikuti gerakan berputar puli, bisa dilihat pada Gambar 2.15. Tuas ini lah yang menghasilkan gerakan naik dan turun.



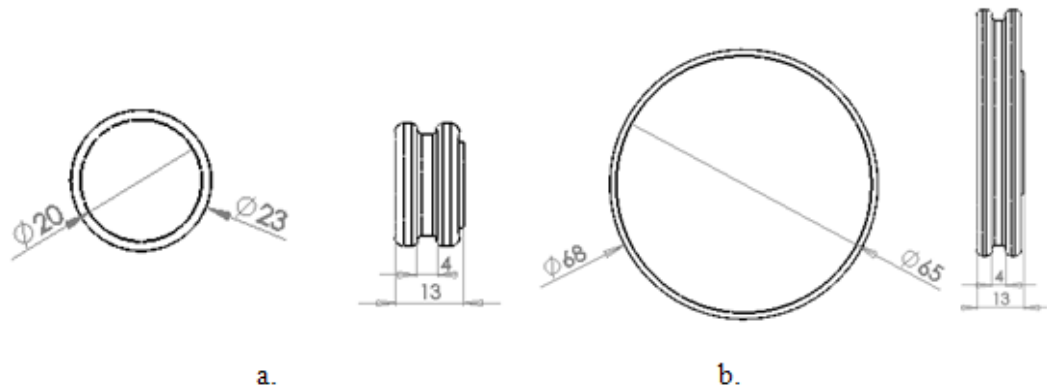
Gambar 2.14 Mekanisme Puli.



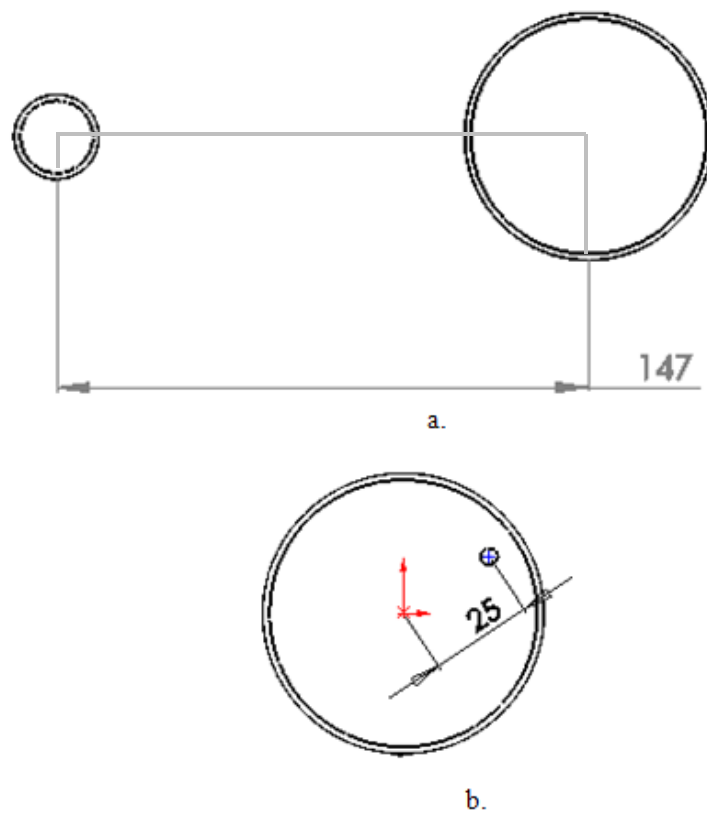
Gambar 2.15 Gerakan rotasi puli kedua dan tuas.

Gambar 2.15 memperlihatkan tuas yang mengikuti gerakan rotasi puli. Dapat dilihat terjadi perubahan posisi puli yang tidak hanya bergerak memutar tapi juga

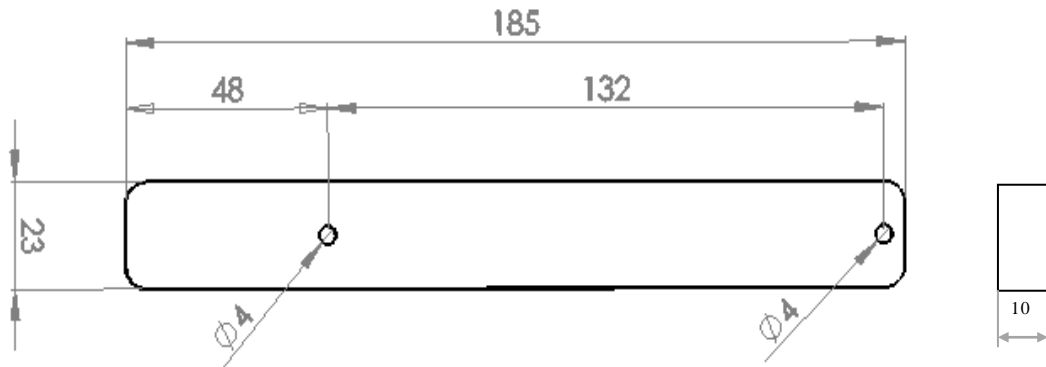
bergerak ke atas dan ke bawah. Gerakan rotasi puli menghasilkan rotasi tali sprentel yang terletak satu poros dengan puli. Gerakan ke atas dan ke bawah *body* dihasilkan dari puli yang bergerak naik dan turun.



Gambar 2.16 a) Dimensi puli 1, b) Dimensi puli 2.



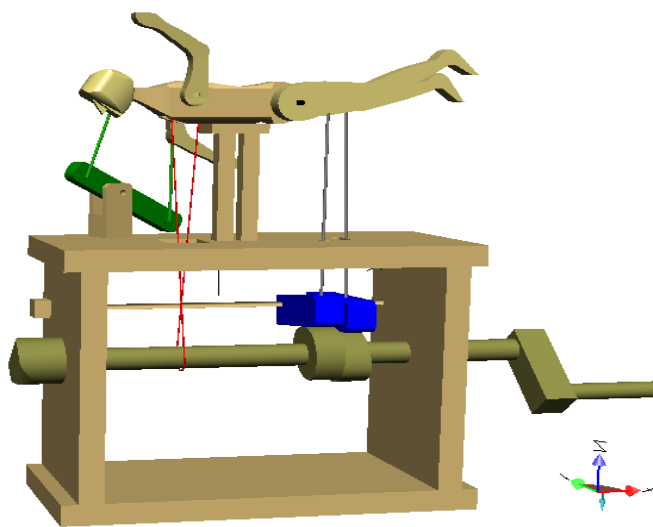
Gambar 2.17 a) Dimensi jarak puli 1 dan puli 2, b) Jarak pin dengan titik pusat puli 2.



Gambar 2.18 Dimensi tuas.

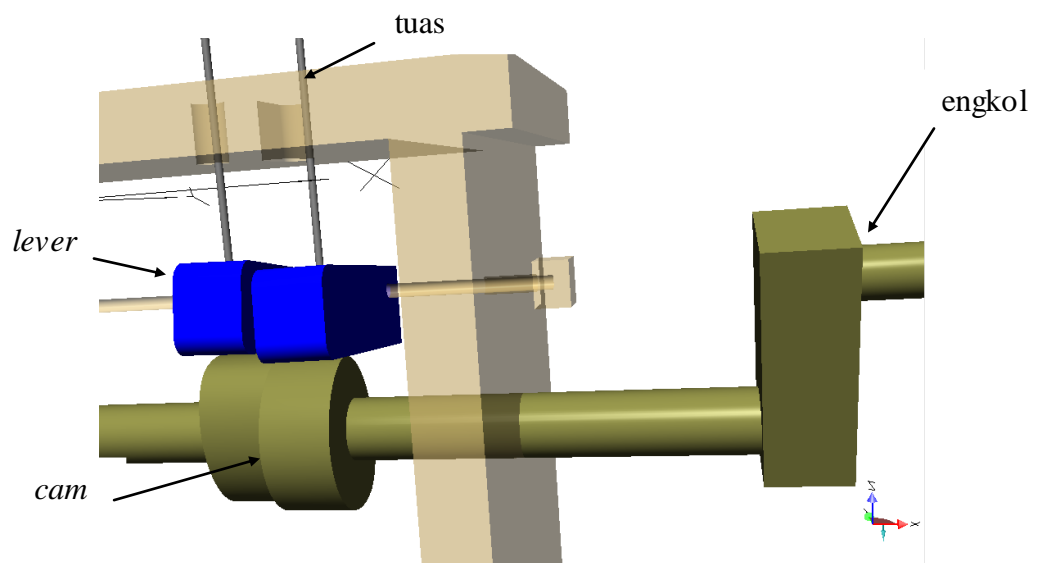
2.2.3 Gerakan Berenang Gaya Bebas

Berenang merupakan salah satu olah raga air yang populer. Banyak macam-macam gaya dalam berenang, ada gaya bebas, gaya punggung, gaya dada, gaya kupu-kupu dan yang lainnya. Akan dirancang mainan mekanikal yang menirukan gerakan berenang gaya bebas. Berenang gaya bebas menggerakkan kedua tangan bergantian jauh ke depan dengan gerakan mengayun, sementara kedua kaki secara bergantian dicambukkan naik turun ke atas dan ke bawah. Pernafasan dilakukan saat lengan digerakkan ke luar dari air, saat tubuh menjadi miring dan kepala berpaling ke samping.



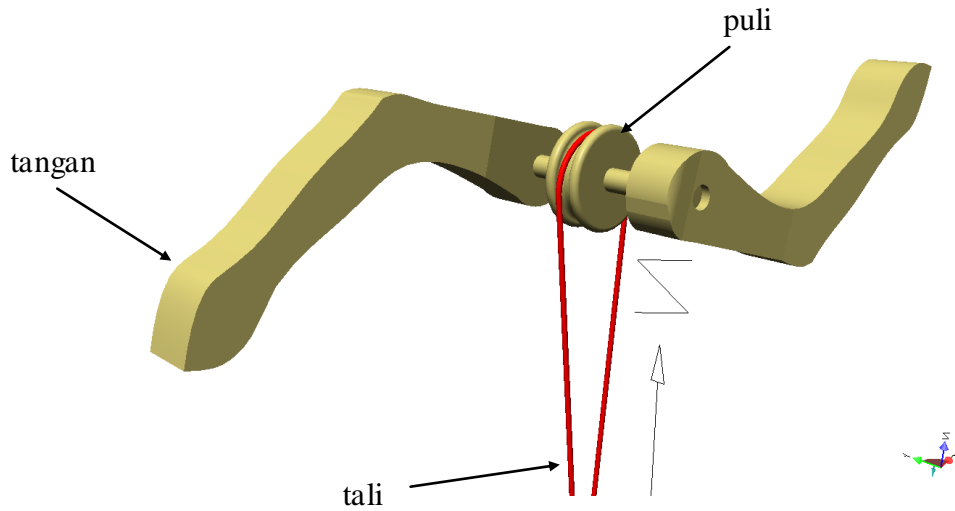
Gambar 2.19 Berenang gaya bebas.

Gambar 2.19 memperlihatkan rancangan mainan mekanikal yang menirukan gerakan berenang gaya bebas. Terdapat beberapa mekanisme antara lain engkol, *cam*, *lever* dan puli. Terdapat dua *cam* yang saling berhimpitan, jika engkol diputar maka kedua *cam* akan ikut berputar, gerak rotasi *cam* akan menggerakkan dua buah *lever* ke atas dan ke bawah, pada *lever* terdapat dua tuas yang dihubungkan ke dua buah kaki, sehingga dua kaki akan bergerak naik dan turun secara bergantian, bisa dilihat pada Gambar 2.20.

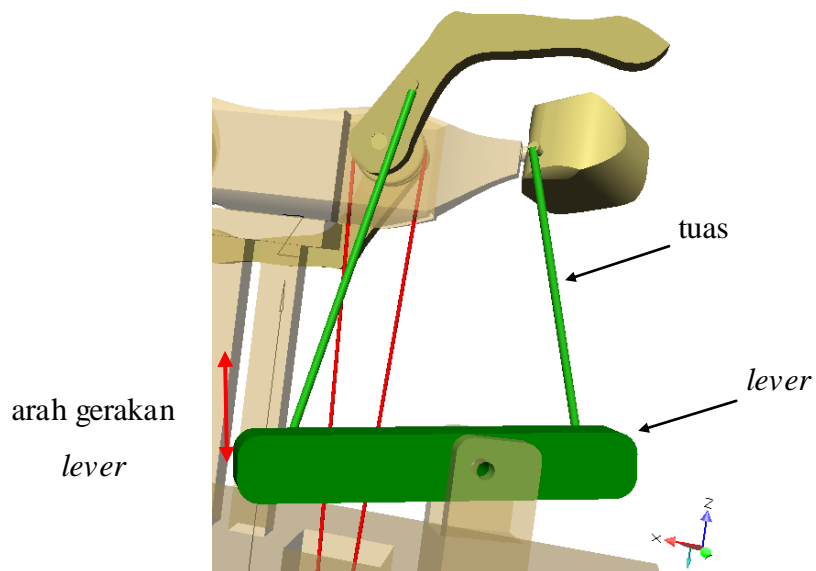


Gambar 2.20 Mekanisme engkol, *cam* dan *lever*.

Gerakan berputar tangan diperoleh dari puli yang berada di antara dua tangan, puli tersebut dihubungkan pada poros engkol dengan tali, sehingga pada saat poros berputar tali mentransmisikan gerakan rotasi tersebut pada puli, kedua tangan akan berputar mengikuti putaran puli. Dapat dilihat pada Gambar 2.21.

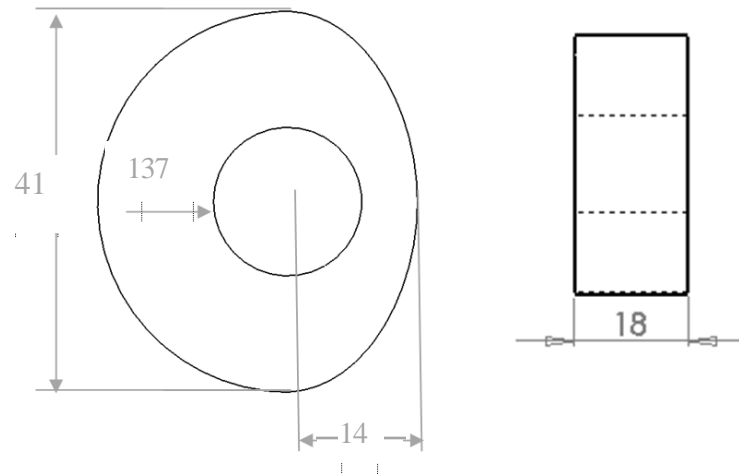


Gambar 2.21 Mekanisme puli.

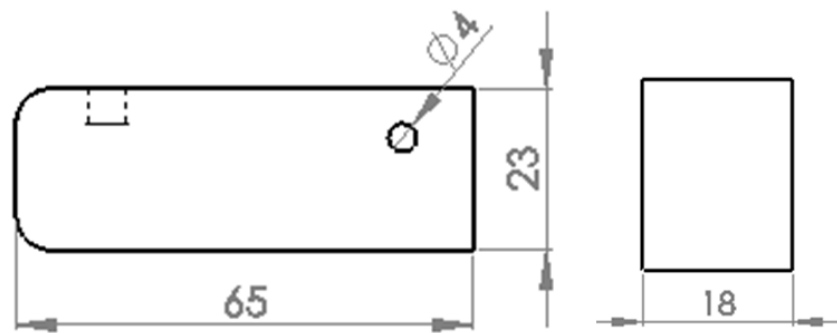


Gambar 2.22 Mekanisme *lever* penggerak kepala.

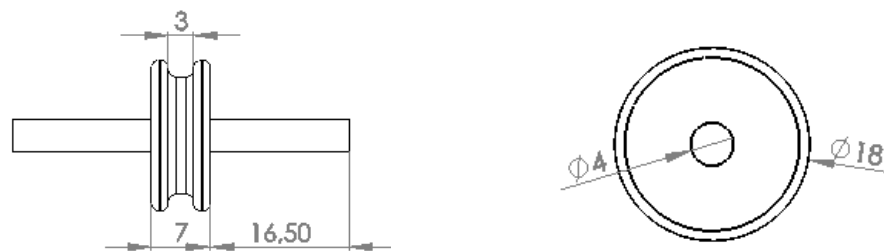
Pada Gambar 2.22 dilihat mekanisme *lever* yang menggerakkan kepala. Pada dua ujung *lever* terdapat tuas yang dihubungkan pada tangan dan kepala. Pada saat tangan bergerak memutar maka gerakan tersebut akan ditransmisikan ke *lever* yang mengakibatkan *lever* bergerak ke atas dan ke bawah. Gerakan *lever* tersebut akan menggerakkan kepala karena adanya tuas pada sisi *lever* yang lain.



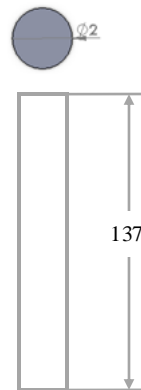
Gambar 2.23 Dimensi *cam*.



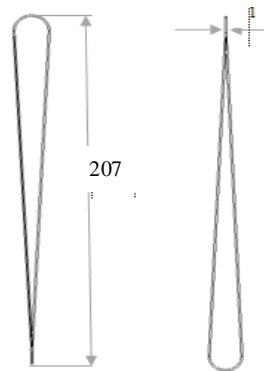
Gambar 2.24 Dimensi *lever*.



Gambar 2.25 Dimensi *puli*



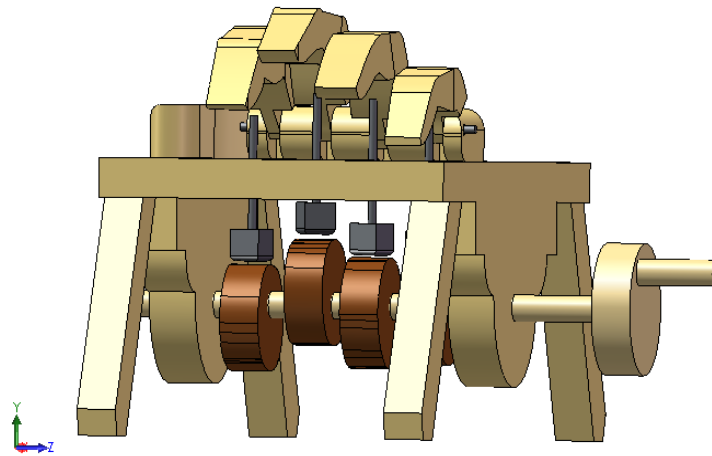
Gambar 2.26 Dimensi tuas



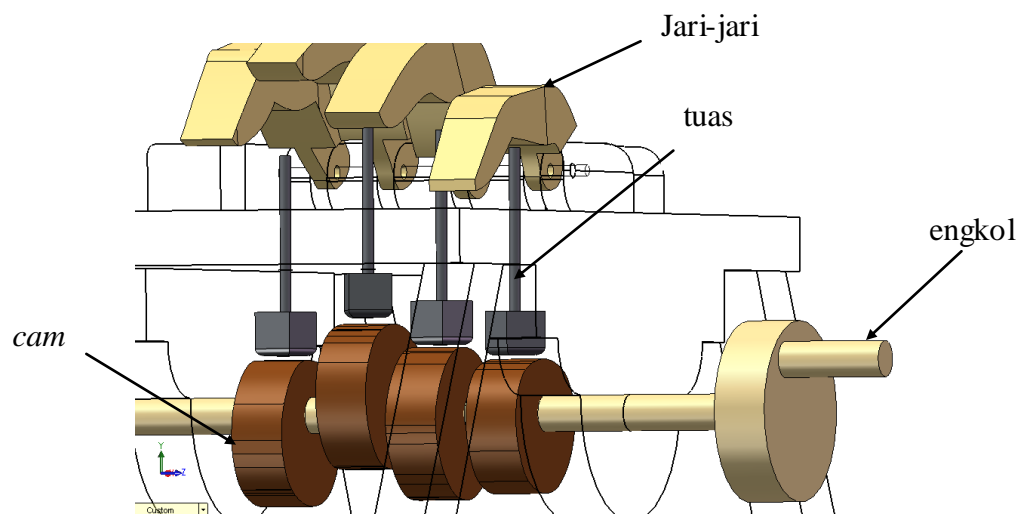
Gambar 2.27 Dimensi tali

2.2.4 Gerak Jari-jari

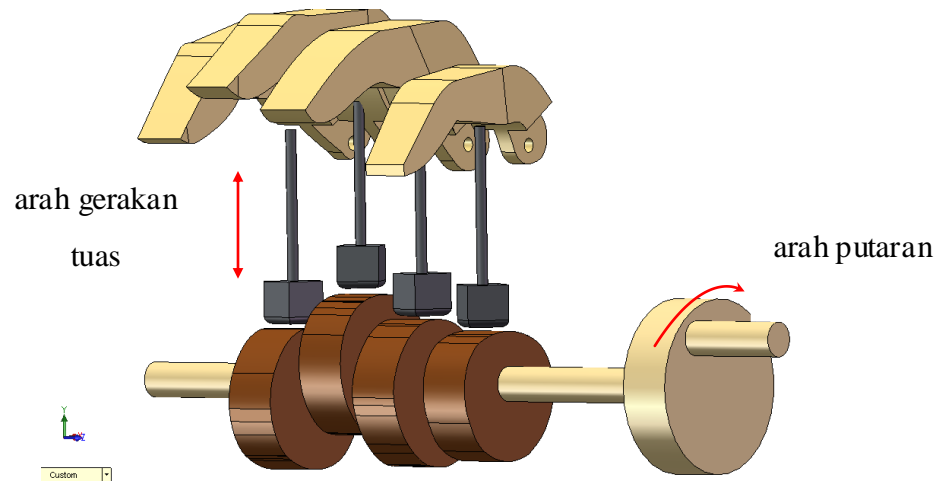
Menggerakkan jari-jari tangan biasa dilakukan disaat kita sedang tidak ada kerjaan atau pada saat sedang menunggu. Menggerakkan jari-jari tangan yang dimaksud di sini adalah menggerakkan jari secara bergantian dan berirama pada sebuah media, pada meja atau yang lainnya. Kegiatan ini bisa dilakukan oleh siapa saja, kapan saja dan di mana saja karena mudah dilakukan. Gambar 2.28 memperlihatkan desain mainan mekanikal gerak jari-jari tangan. Mekanisme yang digunakan yaitu engkol dan *cam*. Terdapat empat *cam* sejajar yang berporos pada engkol, dan di atas empat *cam* terdapat empat tuas yang dihubungkan pada jari-jari bisa dilihat pada Gambar 2.29. Disaat engkol memutar *cam*, tuas akan bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan rotasi *cam*, jari-jari tanganpun akan bergerak ke atas dan ke bawah secara bergantian.



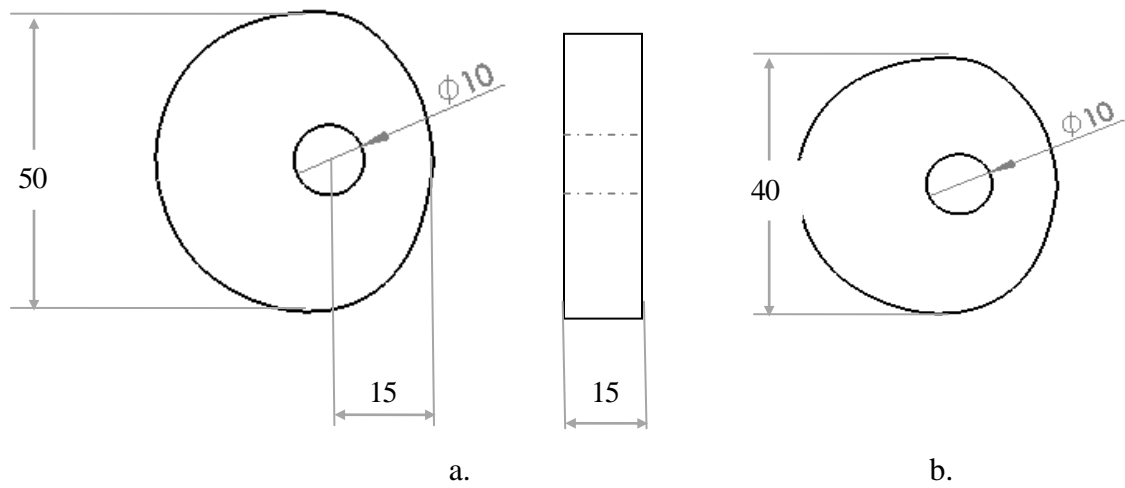
Gambar 2.28 Gerakan jari-jari tangan.



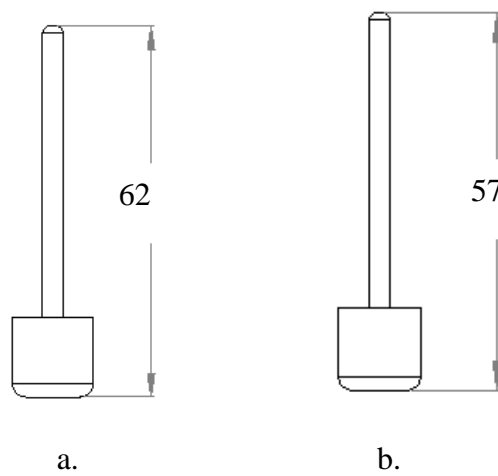
Gambar 2.29 Mekanisme engkol dan *cam*.



Gambar 2.30 Mekanisme gerakan.



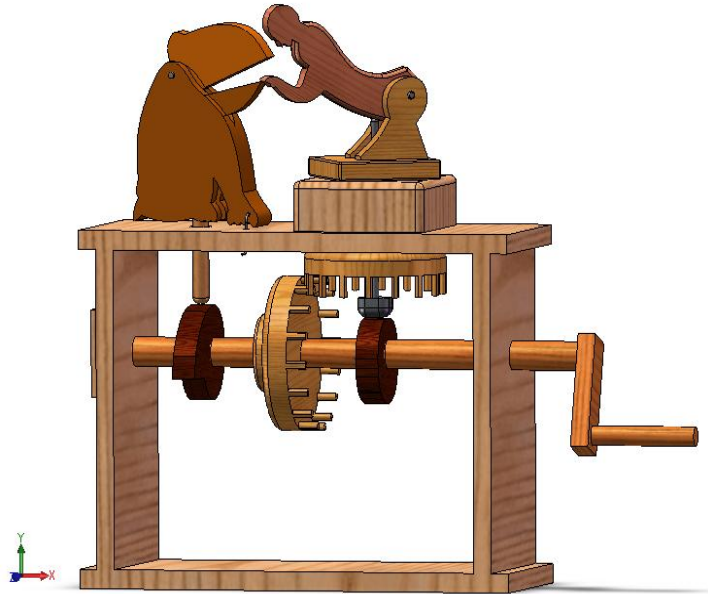
Gambar 2.31 a) Dimensi *cam* 1,2 dan 3, b) Dimensi *cam* 4.



Gambar 2.32 a) Dimensi tuas 1, 2 dan 3, b) Dimensi tuas 4.

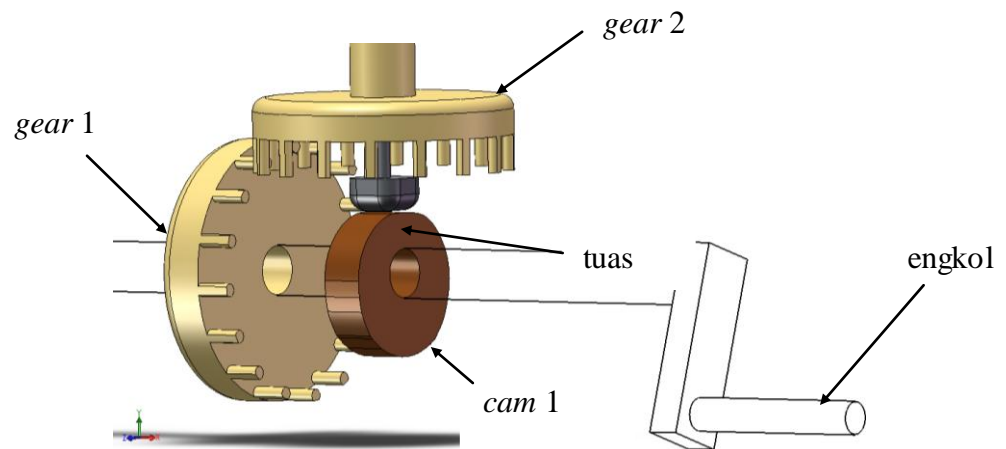
2.2.5 Gerakan Sirkus

Sirkus salah satu hiburan yang dikenal di seluruh dunia. Berbagai macam gerakan ditampilkan dalam sebuah sirkus, salah satunya yaitu atraksi memasukkan kepala manusia ke dalam mulut singa. Disini akan dirancang mainan mekanikal yang menirukan atraksi tersebut.

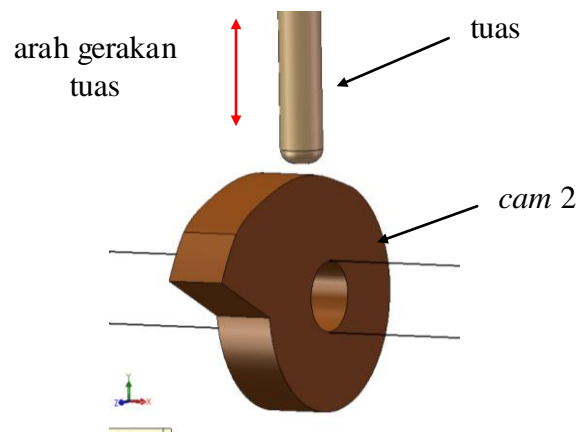


Gambar 2.33 Gerakan sirkus.

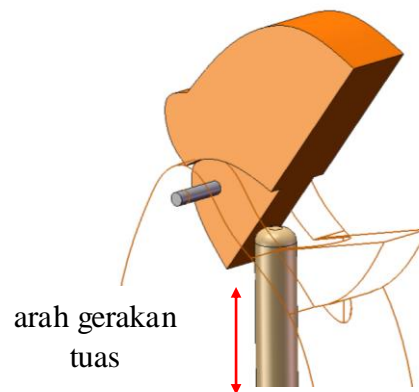
Gambar 2.33 memperlihatkan mainan mekanikal menirukan gerakan sirkus. Terdapat mekanisme engkol, *cam* dan mekanisme *gear*. Gerakan memutar badan diperoleh dari mekanisme *gear*, ketika engkol diputar *gear* 1 akan ikut berputar dan menggerakkan *gear* 2, sehingga badan akan berputar. Dan gerakan naik turun badan diperoleh dari tuas yang berhubungan dengan *cam* 1, mekanismenya dapat dilihat pada Gambar 2.34.



Gambar 2.34 Mekanisme gear dan cam 1.

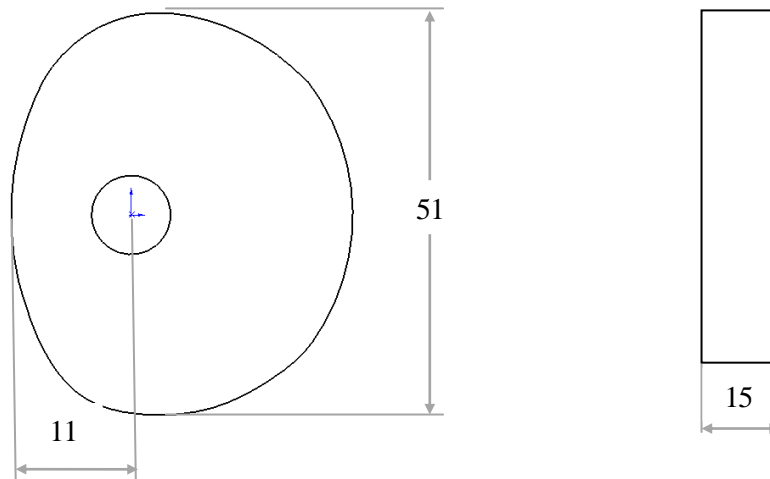


Gambar 2.35 Mekanisme cam 2.



Gambar 2.36 Mekanisme membuka dan menutup mulut singa.

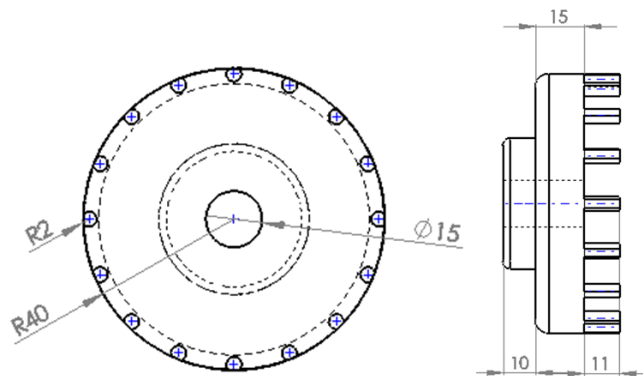
Sedangkan gerakan membuka dan menutup mulut singa didapat dari mekanisme *cam 2*. Pada saat *cam 2* berotasi maka akan menggerakkan tuas yang dihubungkan langsung pada mulut singa. Sehingga akan menghasilkan gerakan naik dan turun. Bisa dilihat pada Gambar 2.35 dan Gambar 2.36.



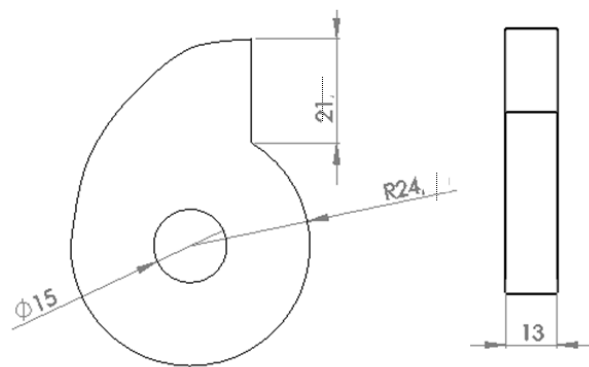
Gambar 2.37 Dimensi *cam 1*.



Gambar 2.38 Tinggi tuas 1.



Gambar 2.39 Dimensi gear.



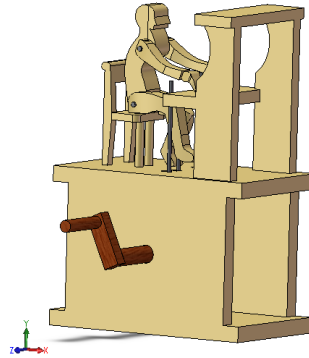
Gambar 2.40 Dimensi cam 2.



Gambar 2.41 Tinggi tuas 2.

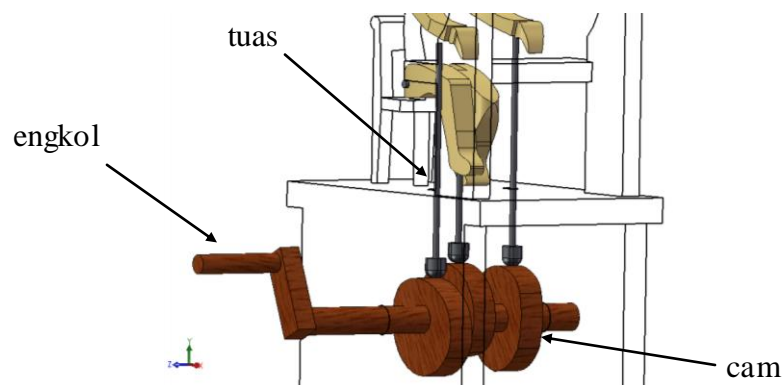
2.2.6 Bermain Piano

Piano salah satu jenis alat musik yang dimainkan oleh seorang pianis, biasa kita lihat pada sebuah acara musik. Pianis menggerakkan jari-jarinya di atas tuts pada piano, sehingga menghasilkan nada-nada yang diinginkan. Gambar 2.42 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan seorang pianis memainkan piano.



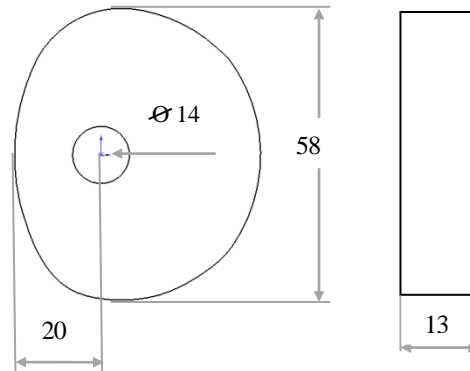
Gambar 2.42 Bermain piano.

Terdapat mekanisme engkol dan *cam*, ada tiga *cam* yang dipasang sejajar pada poros engkol, bisa dilihat pada Gambar 2.43. Di atas ketiga *cam* tersebut terdapat tuas yang dihubungkan pada kedua tangan dan kaki. Sehingga saat engkol memutar *cam*, tuas akan bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan rotasi *cam*, kemudian tuas akan menggerakkan tangan dan kaki ke atas dan ke bawah.

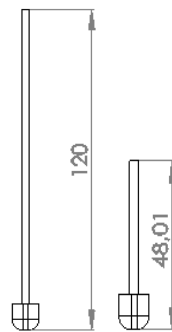


Gambar 2.43 Mekanisme engkol dan *cam*.

Terdapat perbedaan tinggi tuas, tuas kedua (tengah) lebih pendek dari pada tuas pertama dan ketiga, itu dikarenakan perbedaan posisi antara kaki dan tangan.



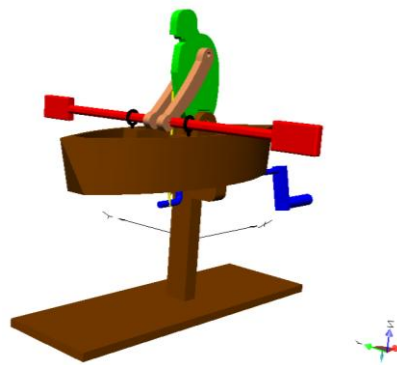
Gambar 2.44 Dimensi *cam*.



Gambar 2.45 a) Dimensi tuas 1 dan 3. b) Dimensi tuas 2.

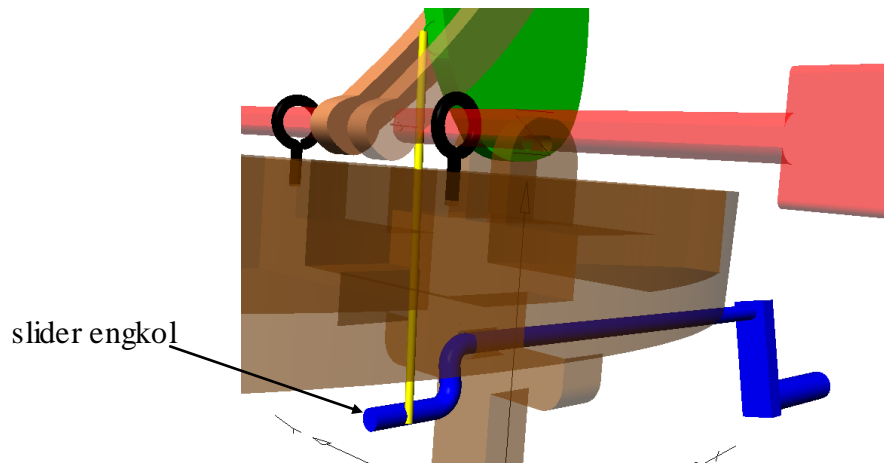
2.2.7 Mendayung

Gerakan mendayung yang sering kita lihat yaitu menggerakkan dua buah dayung dengan kedua tangan. Tangan bergerak mendorong dan menarik dayung yang menghasilkan gerakan memutar. Pada Gambar 2.46 diperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan mendayung.

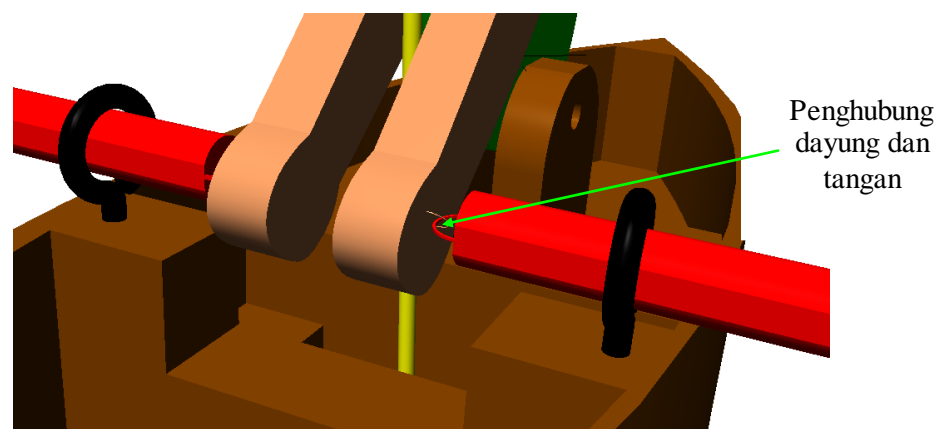


Gambar 2.46 Mendayung.

Terdapat *slider* engkol yang menarik dan mendorong badan, kedua buah tangan akan bergerak mengikuti gerakan badan. Dayung yang berada pada ujung tangan akan mengikuti gerakan tangan dan membuat gerakan siklus.

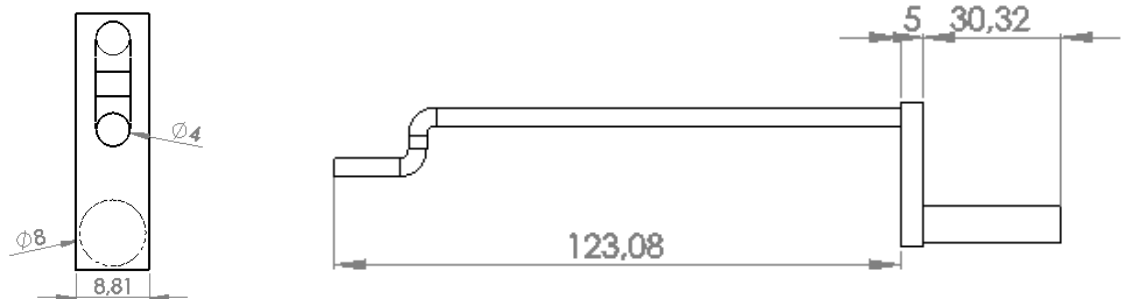


Gambar 2.47 Mekanisme *slider* engkol.

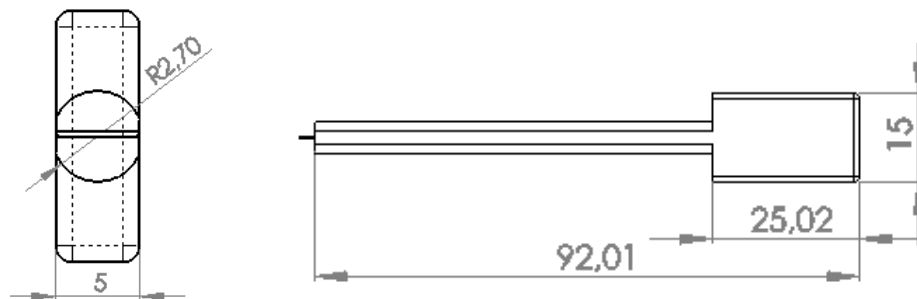


Gambar 2.48 Posisi dayung.

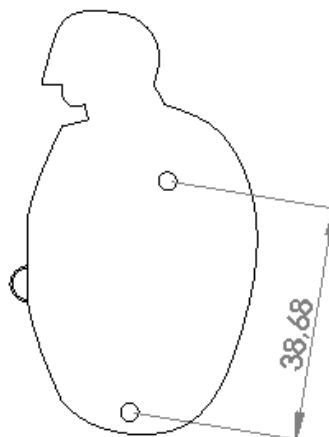
Pada Gambar 2.47 memperlihatkan mekanisme *slider* engkol dan tuas yang menghubungkan *slider* engkol itu sendiri dengan badan. Ketika *slider* engkol berputar maka tuas akan menarik dan mendorong badan, secara otomatis tangan akan mengikuti gerakan badan. Pada ujung tangan terdapat dayung yang bisa dilihat pada Gambar 2.48, gerakan tangan akan menggerakkan dayung dan membuat sebuah siklus.



Gambar 2.49 Dimensi *slider* engkol.



Gambar 2.50 Dimensi dayung.

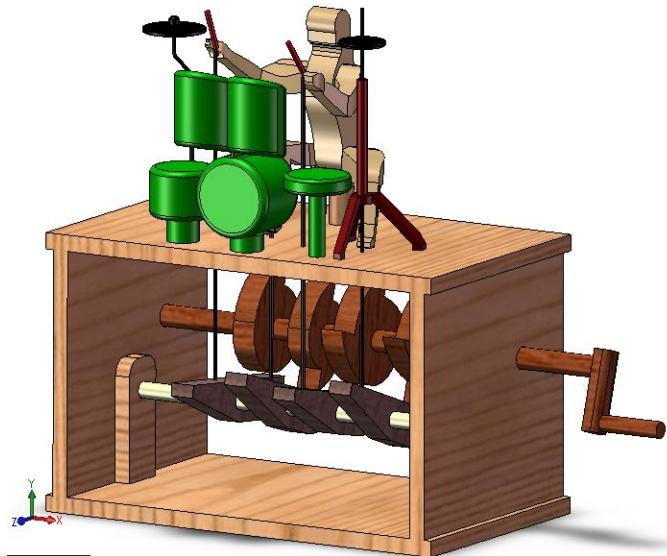


Gambar 2.51 Jarak engsel badan dan tangan.

2.2.8 Bermain Drum

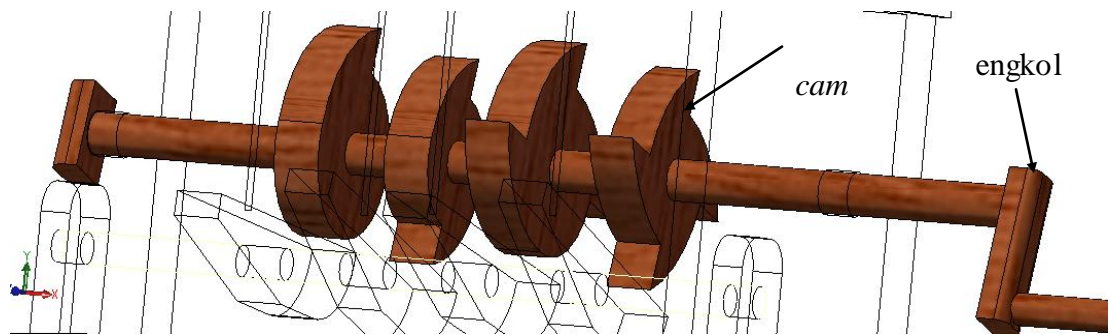
Drum adalah kelompok alat musik perkusi yang terdiri dari kulit yang direntangkan dan dipukul dengan tangan atau sebuah batang. Selain kulit, drum juga digunakan dari bahan lain, misalnya plastik. Drum terdapat di seluruh dunia dan memiliki banyak jenis, misalnya kendang, timpani, Bodhrán, Ashiko, snare drum, bass drum, tom-tom, beduk dan lain-lain.

Dalam musik pop, rock, dan jazz, drum biasanya mengacu kepada drum kit atau drum set, yaitu sekelompok drum yang biasanya terdiri dari snare drum, tom-tom, bass drum, cymbal, hi-hat, dan kadang ditambah berbagai alat musik drum listrik. Orang yang memainkan drum set disebut "drummer".

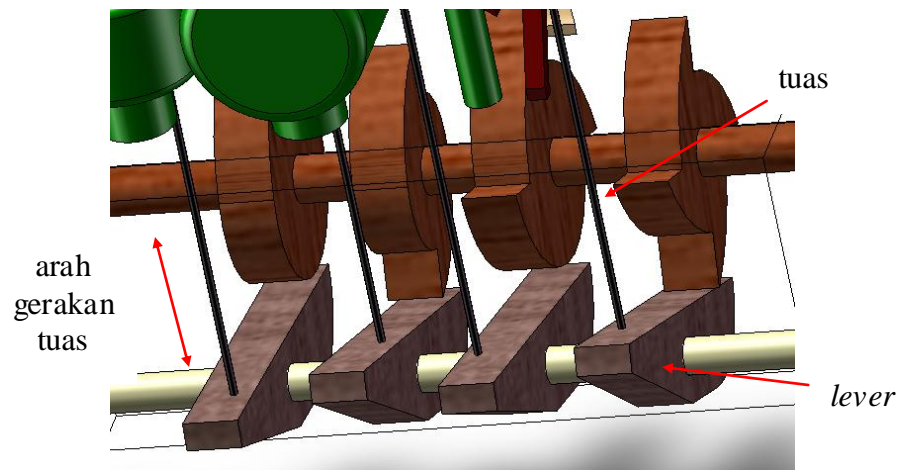


Gambar 2.52 Bermain drum.

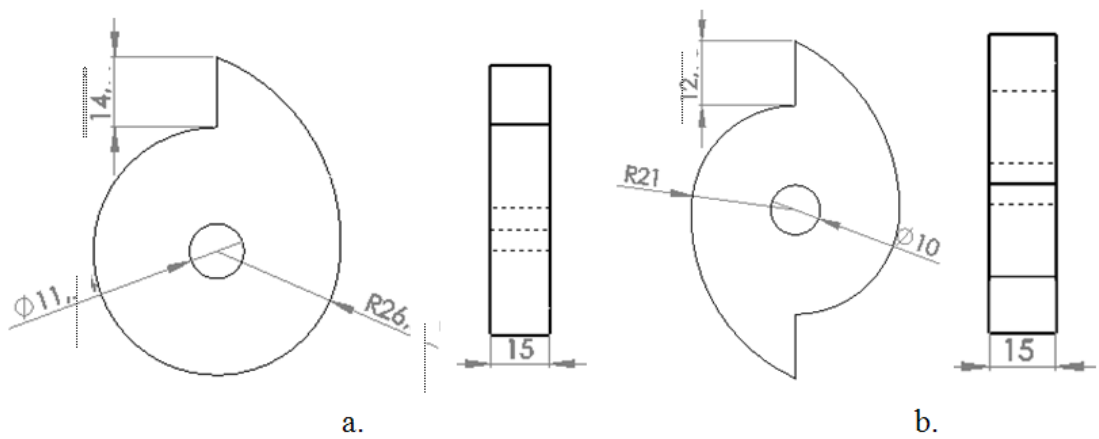
Gambar 2.52 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan bermain drum. Terdapat beberapa mekanisme yaitu engkol, *cam* dan *lever*. Terdapat empat *cam* yang berbeda dari *cam-cam* sebelumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.53. Keempat *cam* tersebut berporos pada engkol dan sejajar antara *cam* satu dengan yang lainnya. *Cam* tersebut akan menggerakkan *lever*, tuas yang terdapat pada *lever* akan bergerak ke atas dan ke bawah sesuai gerakan *lever*, bisa dilihat pada Gambar 2.54. Tuas-tuas tersebut akan menggerakkan tangan, pedal dan symbal. Sehingga akan terlihat seorang drummer yang sedang memainkan drum.

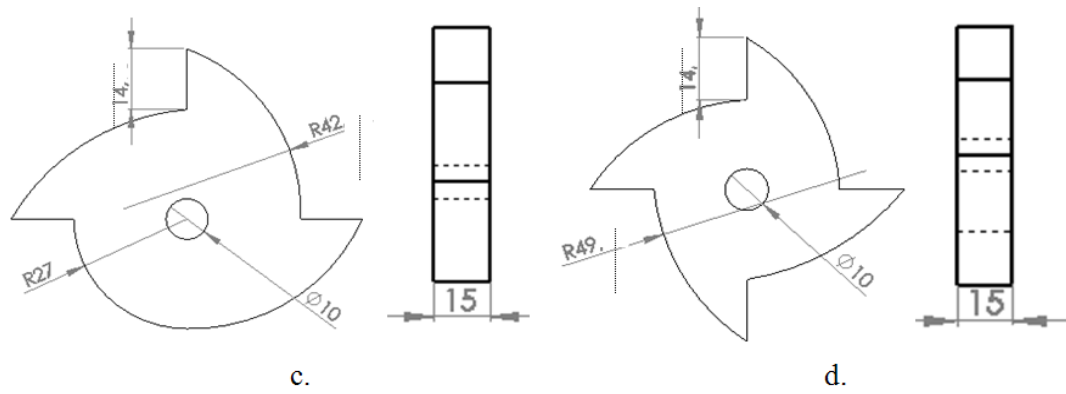


Gambar 2.53 Mekanisme engkol dan *cam*.

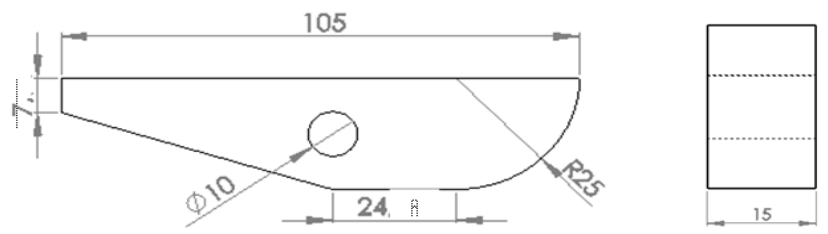


Gambar 2.54 Mekanisme *lever* dan tuas.

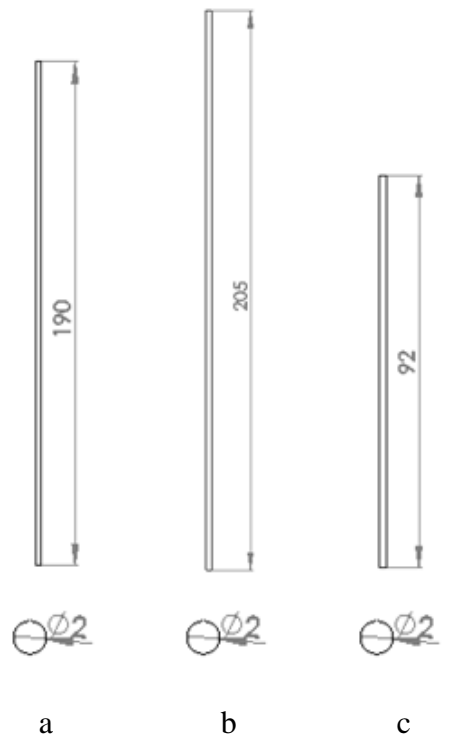




Gambar 2.55 a) Cam 1, b) Cam 2, c) Cam 3, d) Cam 4.

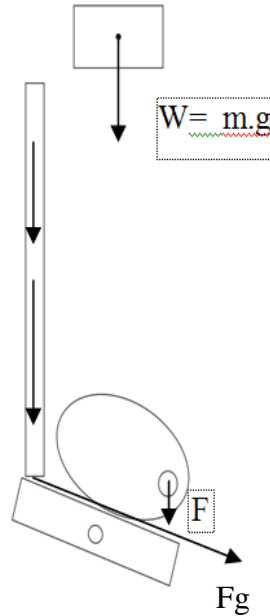


Gambar 2.56 Dimensi lever.



Gambar 2.57 a) Tuas penggerak tangan kiri, b) Tuas penggerak tangan kanan, c) Tuas penggerak pedal.

Perhitungan gaya yang dibutuhkan dan torsi untuk menggerakkan orang dan tuas:



Berat tangan _{1,2}	= 0,100 kg
Berat kaki	= 0,065 kg
Berat alat	= 0,020 kg
Berat tuas _{1,2,3,4}	= 0.120 kg
ω_{engkol}	= 30° deg/s = 0,083 rad/s
g	= 9,81 m/s
r	= 0,050 m

$$W_{\text{tangan}_{1,2}} = \text{Berat jari}_1 \times g$$

$$W_{\text{tangan}_{1,2}} = 0,100 \times 9,81$$

$$W_{\text{tangan}_{1,2}} = 0,981 \text{ N}$$

$$W_{\text{kaki}} = \text{Berat}_{\text{kaki}} \times g$$

$$W_{\text{kaki}} = 0,065 \times 9,81$$

$$W_{\text{kaki}} = 0,637 \text{ N}$$

$$W_{alat} = \text{Berat}_{alat} \times g$$

$$W_{alat} = 0,020 \times 9,81$$

$$W_{alat} = 0,196 \text{ N}$$

$$W_{mainan_{total}} = W_{tangan_{1,2}} + W_{kaki} + W_{alat}$$

$$W_{mainan_{total}} = 0,981 + 0,637 + 0,196$$

$$W_{mainan_{total}} = 1,814 \text{ N}$$

$$W_{tuas_{1,2,3,4}} = \text{berat tuas} \times g$$

$$W_{tuas_{1,2,3,4}} = 0,120 \times 9,81$$

$$W_{tuas_{1,2,3,4}} = 1,177 \text{ N}$$

Gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan tuas:

$$\begin{aligned} F &= W_{mainan_{total}} + W_{tuas_{1,2,3,4}} + \omega^2 \cdot m_{tuas} \cdot r_1 \\ &= 1,814 + 1,177 + (0,083)^2 \cdot 0,120 \cdot 0,05 \\ &= 2,991 + 4,1 \cdot 10^{-4} \\ &= 2,991 \text{ N} \end{aligned}$$

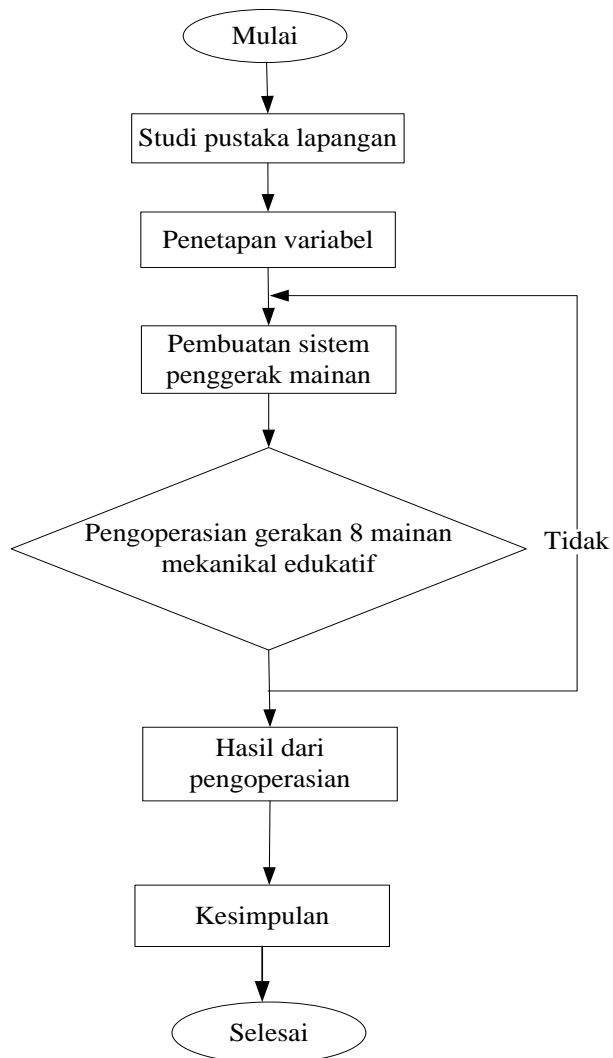
Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan tuas:

$$\begin{aligned} T &= F \cdot r_1 \\ T &= 2,991 \cdot 0,05 \\ T &= 0,149 \text{ Nm} \end{aligned}$$

BAB III
DESKRIPSI SISTEM TRANSMISI PENGGERAK MAINAN
EDUKATIF YANG DIRANCANG

3.1 Diagram Alir Perancangan

Langkah-langkah yang dilakukan pada perancangan ini mengacu pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan

Berikut ini merupakan penjelasan dari diagram alir penelitian pada Gambar 3.1 di atas:

1. Studi pustaka
Mempelajari teori tentang data-data yang berhubungan dengan sistem penggerak mainan edukatif
2. Penetapan variabel
Menentukan variabel-variabel apa saja yang digunakan dan juga batasan-batasan masalah yang dibahas dalam perancangan ini.
3. Pembuatan sistem penggerak mainan
Meliputi proses-proses yang dilakukan dalam pemilihan bahan yang digunakan untuk pembuatan sistem penggerak mainan yang akan dilakukan pengoperasian dalam perancangan ini.
4. Pengoperasian gerakan 8 mainan mekanikal edukatif
Pengoperasian dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama kopling belum terhubung dengan penggerak, tahap kedua kopling telah terhubung dengan poros penggerak
5. Hasil dari pengoperasian
Didapat hasil 8 mainan dapat bergerak semua dengan baik.
6. Kesimpulan
Mengambil kesimpulan dari hasil pengoperasian yang dilakukan, dan membandingkannya dengan literatur yang ada.

3.2 Deskripsi Umum Alat

Alat yang dirancang adalah perangkat sistem transmisi penggerak mainan edukatif untuk menggerakkan mainan secara bersamaan maupun bergantian. Alat yang didesain terdiri beberapa komponen:

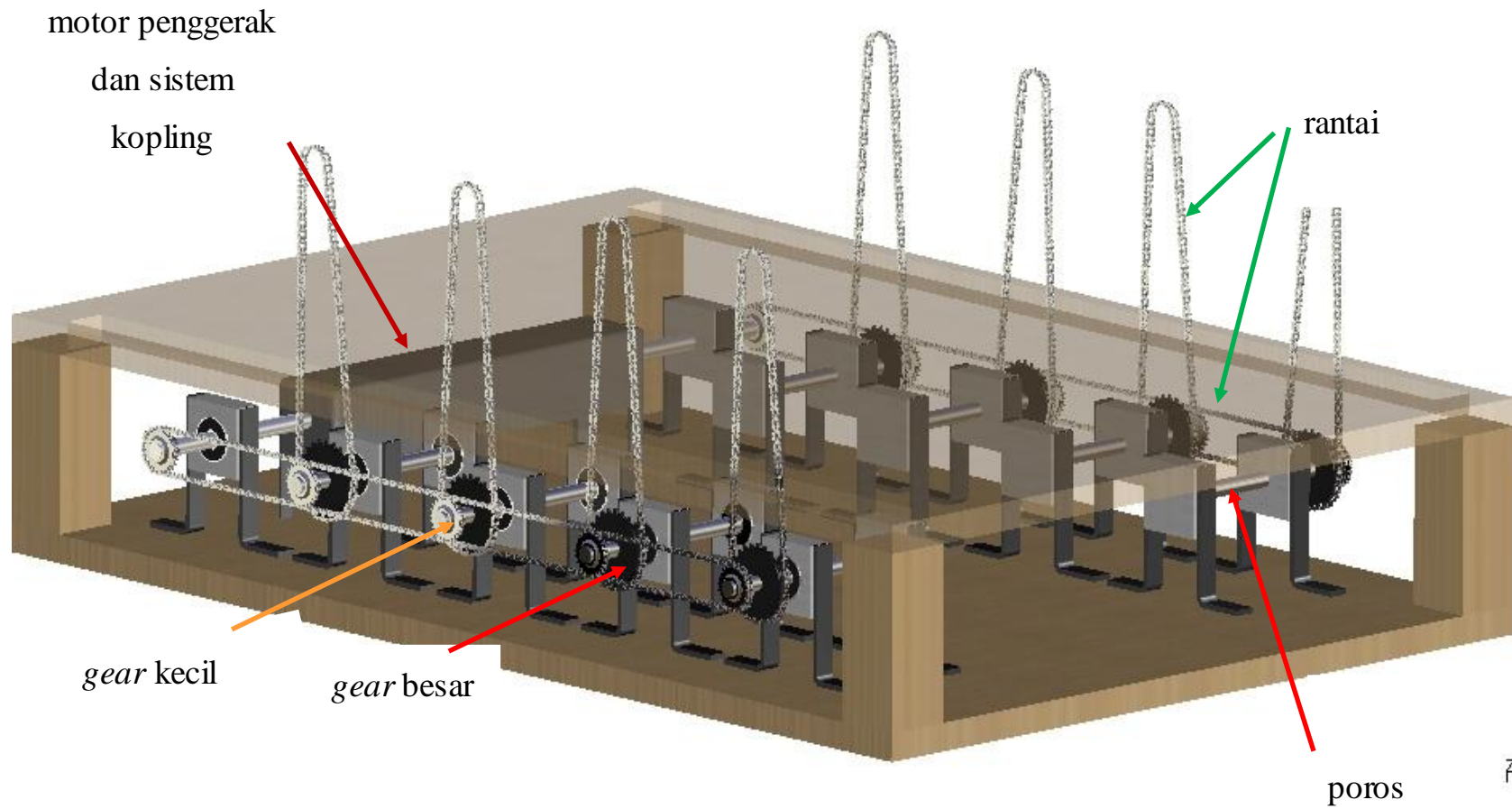
1. Motor penggerak
2. Roda gigi
3. Rantai penggerak
4. Poros penggerak

Desain sistem transmisi disini menggunakan jenis rantai sebagai sistem penggerak mainan. Penggunaan rantai disini untuk memastikan bergerak bersama-sama tanpa slip dan mendapatkan rasio kecepatan sempurna. Rantai sebagian besar digunakan untuk mengirimkan gerak dan daya dari satu poros ke yang lain, ketika jarak antara pusat lubang mereka pendek seperti dalam sepeda, sepeda motor, mesin pertanian, konveyor, *rolling mills*, rol jalan dll. rantai juga dapat digunakan untuk jarak pusat panjang sampai 8 meter.

Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian dari rantai:

1. Slip tidak akan terjadi selama rantai bergerak.
2. Karena rantai terbuat dari logam, rantai tidak memerlukan tempat yang luas dibanding menggunakan sabuk.
3. Rantai dapat digunakan pada jarak jauh maupun pendek.
4. Beban pada poros berkurang.
5. Memungkinkan rasio kecepatan tinggi.

Oleh sebab itu desain sistem penggerak mainan edukatif menggunakan sistem kopling untuk membagi 2 putaran penggerak 8 mainan. Penggerak 8 mainan edukatif di sini terbagi menjadi dua bagian yang terpisah. Untuk memperoleh putaran yang sama disini menggunakan kopling sebagai penyalur putaran dari motor penggerak.



Gambar 3.2 Mekanisme Transmisi Penggerak Mainan Edukatif

3.3 Deskripsi Penggerak Utama 8 Mainan Edukatif

Penggerak utama disini menggunakan beberapa komponen seperti motor penggerak, roda gigi, rantai penggerak, poros penggerak dll. Komponen-komponen tersebut mempunyai sistem kerja masing-masing yang dapat berfungsi menggerakkan mainan edukatif. Disamping itu juga terdapat kopling yang dapat membagi putaran dari motor penggerak.

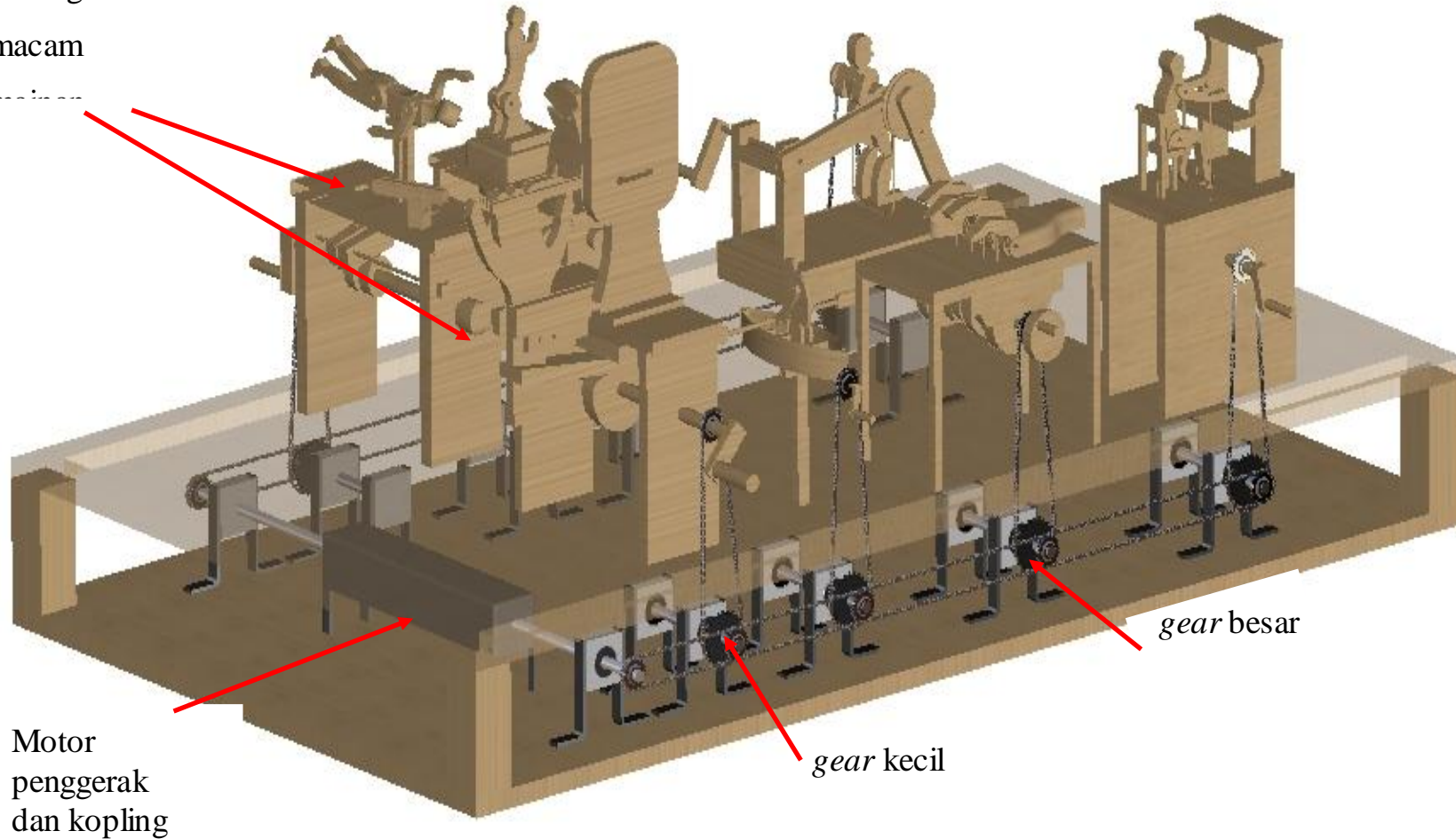
Dari motor listrik poros penggerak memutar roda gigi, roda gigi berputar menarik rantai, rantai menarik roda gigi yang akan memutar roda gigi yang terhubung dengan poros mainan mekanikal edukatif sehingga mainan akan bergerak mengikuti putaran poros.

3.3.1 Desain Konstruksi Penggerak Mainan Edukatif

Dalam hal ini konstruksi dari mainan dapat dilihat dari Gambar 3.3. Disini dijelaskan proses mainan dapat digerakkan menggunakan motor elektrik dengan menggunakan suatu sistem transmisi sederhana, yang terdiri dari beberapa komponen yaitu *gear* kacil, *gear* besar, poros penggerak, bearing, dudukan bearing dan rantai. Konstruksi mainan dilengkapi kopling pemutus hubungan yang bekerja maju mundur untuk berbagai kondisi pemindahan daya. secara sederhana.

Proses pemindahan daya dari motor penggerak didistribusikan oleh poros penggerak yang akan disalurkan ke transmisi ke berbagai mainan mekanikal edukatif menggunakan rantai.

Berbagai
macam



Gambar 3.3 Desain Kontruksi Penggerak Mainan Edukatif

3.3.2 Definisi Kopling



Gambar 3.4 Kopling [3]

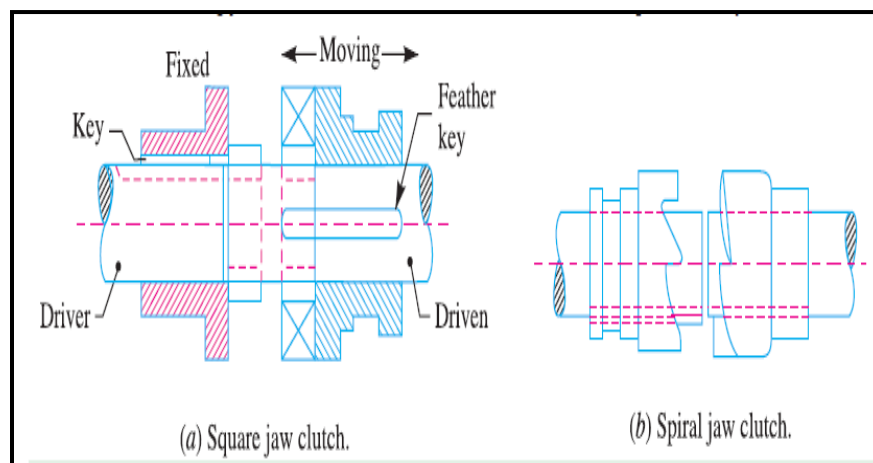
Kopling adalah bagian mesin yang digunakan untuk menghubungkan poros penggerak ke poros lain sehingga poros output dapat dimulai atau berhenti tanpa menghentikan poros mengemudi. Penggunaan kopling kebanyakan ditemukan di mobil. Sebuah pertimbangan akan menunjukkan bahwa dalam rangka untuk mengubah gigi atau menghentikan kendaraan, yang diperlukan adalah poros output harus berhenti, tapi mesin harus terus berjalan. Oleh karena itu, perlu bahwa poros output harus terlepas dari poros penggerak. Keterlibatan dan pelepasan tersebut diperoleh dengan cara kopling yang dioperasikan oleh tuas.

Jenis Kopling Berikut adalah dua jenis utama dari *clutches* yang umum digunakan dalam praktek rekayasa:

1. *Positive clutches*
2. *Friction clutches*

3.3.2.1 Positive Clutches

Positive Clutches digunakan ketika *drive* positif diperlukan. Jenis paling sederhana dari sebuah kopling positif adalah kopling rahang atau cakar. Kopling rahang satu poros ke *drive* lain melalui kontak langsung dari rahang. Ini terdiri dari dua bagian, salah satunya adalah permanen diikat ke poros penggerak dengan kunci tertanam. Sisi lain kopling adalah bergerak dan bebas untuk meluncur secara aksial pada poros pendorong, tetapi dicegah berputar terhadap poros dengan cara kunci bulu. Rahang kopling merupakan tipe persegi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 (a) atau tipe spiral seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 (b). Jenis rahang persegi digunakan dimana keterlibatan dan pelepasan bergerak tanpa beban. Jenis kopling akan mengirimkan kekuatan baik dalam arah rotasi. Rahang spiral dapat bergerak kiri atau kanan, karena daya yang ditransmisikan oleh mereka dalam satu arah saja. Jenis kopling kadang-kadang digunakan di mana kopling harus terlibat dan terlepas saat bergerak. Penggunaan dari cengkeraman rahang sering diterapkan pada roda sproket, roda gigi dan katrol. Dalam kasus seperti itu, bagian non-geser dibuat menyatu dengan hub.

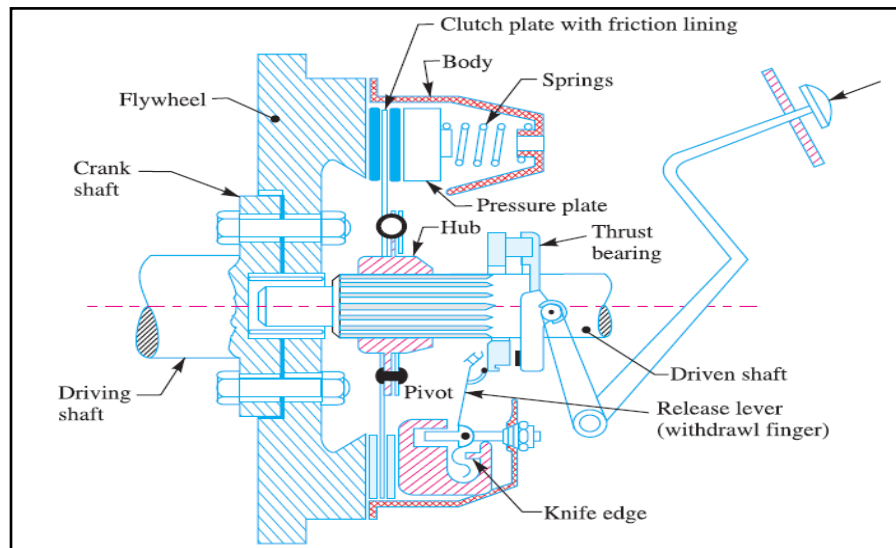


Gambar 3.5 Jenis *Positive Clutches* [3]

3.3.2.2 Friction Clutches

Sebuah kopling gesekan memiliki aplikasi utamanya dalam transmisi kekuatan poros dan mesin yang sering dimulai dan sering berhenti. Penerapannya juga digunakan dalam kasus-kasus di mana daya akan dikirim ke mesin sebagian atau penuh. Gaya gesekan digunakan untuk menggerakkan poros output secara bertahap dan membawanya hingga kecepatan yang tepat tanpa berlebihan atau tergelincir dari permukaan gesekan. Dalam mobil, kopling gesekan digunakan untuk menghubungkan mesin ke *drive shaft*. Dalam operasi seperti kopling, perawatan harus diambil sehingga permukaan gesekan dengan mudah terlibat dan secara bertahap membawa poros dipacu hingga kecepatan yang tepat. Penyelarasan yang tepat bantalan harus dipertahankan dan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan kopling. Dapat dicatat bahwa:

1. Permukaan kontak harus mengembangkan sebuah gaya gesekan yang dapat mengambil dan mencekam beban dengan tekanan cukup rendah.
2. Panas gesekan harus cepat hilang.
3. Permukaan harus didukung oleh bahan cukup kaku untuk memastikan distribusi tekanan yang cukup seragam.



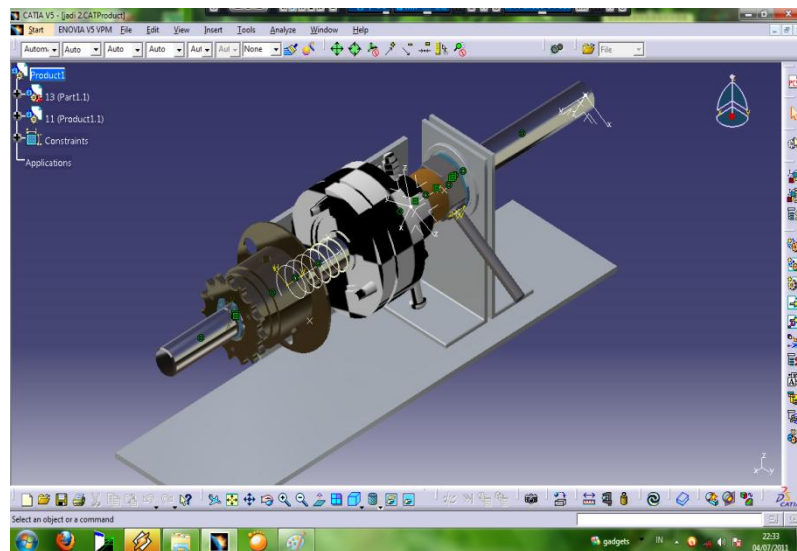
Gambar 3.6 Jenis *Friction Clutches* [3]

3.3.3 Desain Kopling Pada Mainan Mekanikal Edukatif

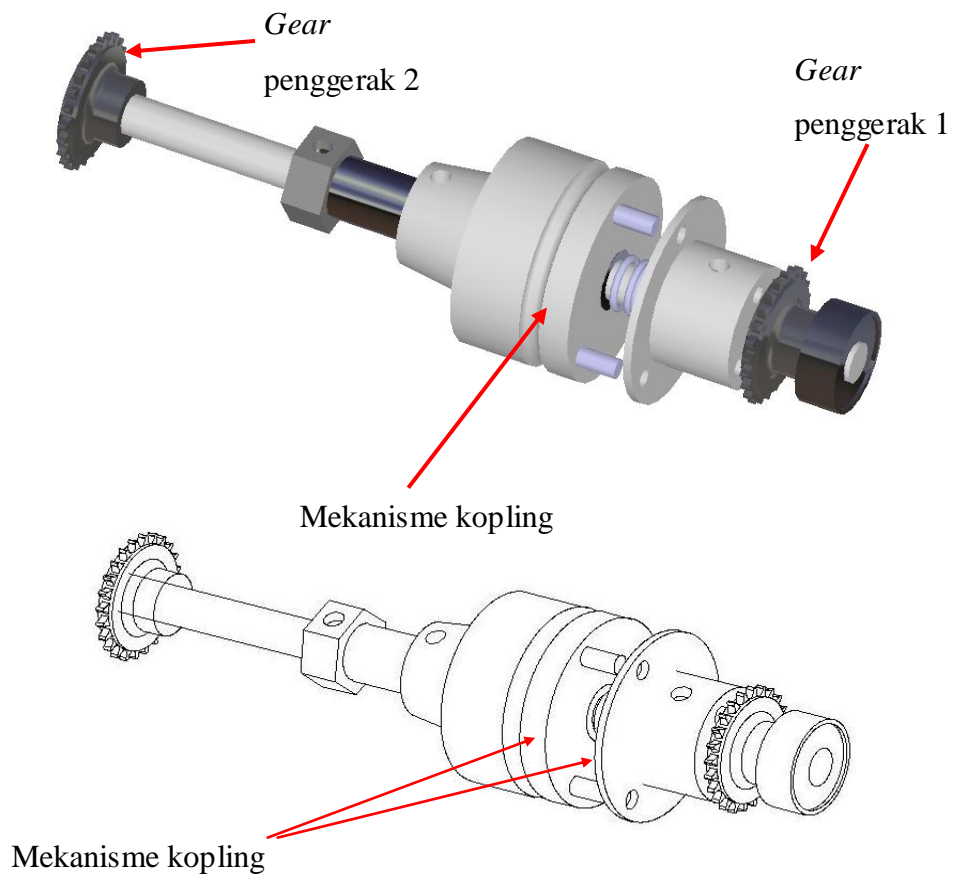
Dalam perancangan kopling mainan mekanikal edukatif ini memilih merancang *positive clutches* karena beberapa alasan sebagai berikut:

1. Kontruksi yang sederhana.
2. Pencekaman lebih kuat.
3. Tidak mengandalkan gesekan sehingga torsi yang diteruskan konstan.
4. Spesifikasi alat yang yang dibuat tidak menuntut untuk sering di kopling.

Desain secara detail dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini yang merupakan gambar dari hasil perancangan:



Gambar 3.7 Mekanisme Kopling



Gambar 3.8 Kopling

Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah kopling adalah:

1. Mampu menahan adanya kelebihan beban.
2. Mengurangi getaran dari poros penggerak yang diakibatkan oleh gerakan dari elemen lain.
3. Mampu menjamin penyambungan dua poros atau lebih.
4. Mampu mencegah terjadinya beban kejut.

Untuk perencanaan sebuah kopling kita harus memperhatikan kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Kopling harus mudah dipasang dan dilepas
2. Kopling harus dapat mentransmisikan daya sepenuhnya dari poros
3. Kopling harus sederhana dan ringan
4. Kopling harus dapat mengurangi kesalahan hubungan pada poros

3.3.4 Prinsip Kerja Kopling

Pada saat plat tekan bergerak mundur, plat kopling terbebas dari roda penerus dan perpindahan daya terputus. Disini mainan sisi kanan akan bergerak dan mainan pada sisi kiri diam. Bila tuas ditekan kedepan, pegas kopling akan mendorong plat tekan maju dan menjepit kopling dengan roda penerus dan akan terjadi perpindahan daya. Sehingga mainan pada sisi kiri akan ikut bergerak dengan mainan pada sisi kanan secara bersamaan. Sistem kopling disini menggunakan pemilihan yang sederhana disesuaikan dengan kebutuhan.

Berikut adalah pembahasan perbandingan jumlah gigi *gear*. Perbandingan tiap menit dan perbandingan torsi:

$$\begin{aligned} \text{Rasio Gear} &= \frac{12}{16} \\ &= 1 : 1,33 \end{aligned}$$

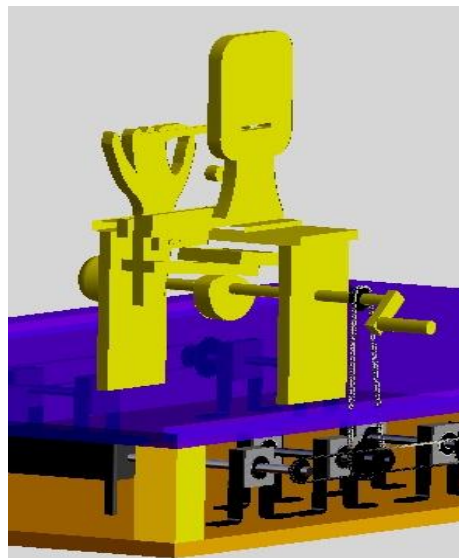
$$\begin{aligned} \text{RPM output} &= \frac{\text{jumlah gigi input}}{\text{jumlah gigi output}} \times \text{RPM input} \\ &= \frac{12}{16} \times 300 \text{ RPM} \\ &= 225 \text{ RPM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Torsi output} &= \frac{\text{jumlah gigi output}}{\text{jumlah gigi input}} \times \text{Torsi input} \\ &= \frac{16}{12} \times 13 \text{ kg/cm} \\ &= 17,33 \text{ kg/cm} \\ &= 0,1733 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

3.4 Gambar Perbagian Dari Mainan Mekanikal yang Digerakkan Pada Meja

3.4.1 Mainan Gerakan Menggosok Gigi

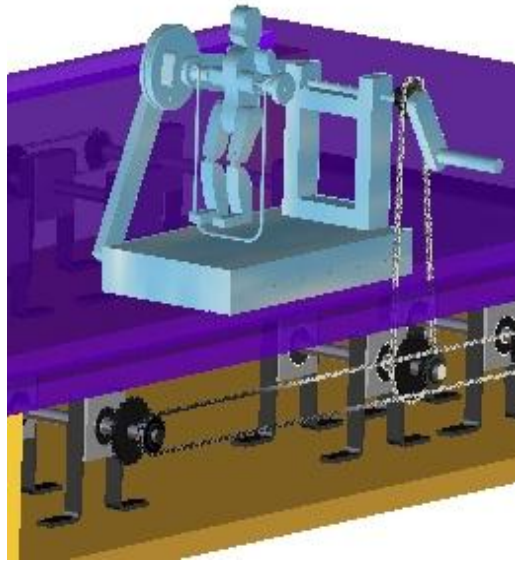
Gambar 3.9 memperlihatkan mainan mekanikal menirukan gerakan menggosok gigi yang dirancang. Ada 3 macam mekanisme utama pada produk tersebut, yaitu *crank* (engkol), *cam* dan *lever*. Pada saat engkol diputar maka *cam* yang berporos pada engkol ikut berputar, *lever* yang terletak di atas *cam* akan bergerak sesuai dengan bentuk *cam*, gerakan tersebut ditransmisikan ke tangan yang terdapat sikat gigi pada ujung jari, sehingga akan menggerakkan sikat dengan arah horizontal.



Gambar 3.9 Menggosok Gigi dan sistem Penggerak

3.4.2 Sprentel

Gambar 3.10 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan sprentel. Ada beberapa macam mekanisme yang terdapat pada produk ini, diantaranya mekanisme engkol dan puli. Terdapat 2 buah puli berbeda ukuran yang dihubungkan dengan seutas tali. Puli pertama satu poros dengan engkol sehingga pada saat engkol diputar puli akan ikut berputar. Putaran puli pertama akan ditransmisikan tali ke puli yang kedua, arah putaran puli kedua berlawanan arah dengan puli pertama karena tali sebagai penghubung diposisikan menyilang. Pada puli kedua terdapat tuas yang mengikuti gerakan berputar puli.



Gambar 3.10 Sprentel

3.4.3 Berenang Gaya Bebas

Gambar 3.11 memperlihatkan rancangan mainan mekanikal yang menirukan gerakan berenang gaya bebas. Terdapat beberapa mekanisme antara lain engkol, *cam*, *lever* dan puli. Terdapat dua *cam* yang saling berhimpitan, jika engkol diputar maka kedua *cam* akan ikut berputar, gerak rotasi *cam* akan menggerakkan dua buah *lever* ke atas dan ke bawah, pada *lever* terdapat dua tuas yang dihubungkan ke dua buah kaki, sehingga dua kaki akan bergerak naik dan turun secara bergantian.

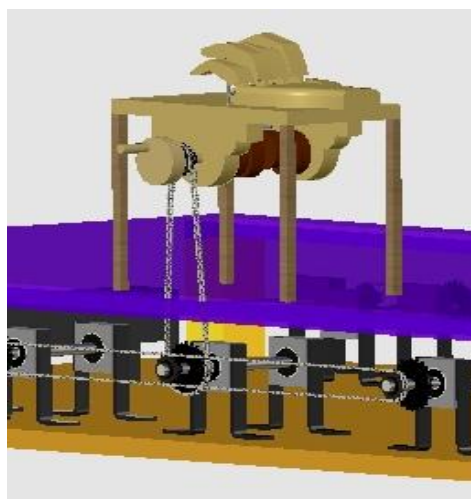
Gerakan berputar tangan diperoleh dari puli yang berada di antara dua tangan, puli tersebut dihubungkan pada poros engkol dengan tali, sehingga pada saat poros berputar tali mentransmisikan gerakan rotasi tersebut pada puli, kedua tangan akan berputar mengikuti putaran puli.



Gambar 3.11 Berenang gaya bebas

3.4.4 Gerak Jari-jari

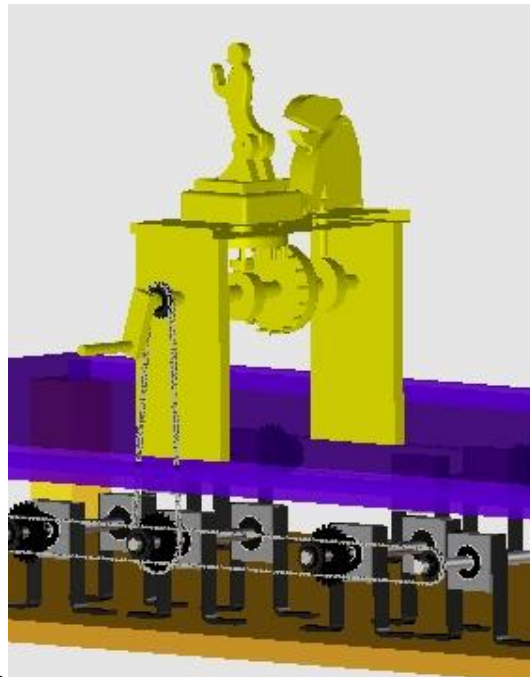
Gambar 3.12 memperlihatkan desain mainan mekanikal gerak jari-jari tangan. Mekanisme yang digunakan yaitu engkol dan *cam*. Terdapat empat *cam* sejajar yang berporos pada engkol, dan di atas empat *cam* terdapat empat tuas yang dihubungkan pada jari-jari. Disaat engkol memutar *cam*, tuas akan bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan rotasi *cam*, jari-jari tanganpun akan bergerak ke atas dan ke bawah secara bergantian.



Gambar 3.12 Gerak Jari-jari

3.4.5 Gerakan Sirkus

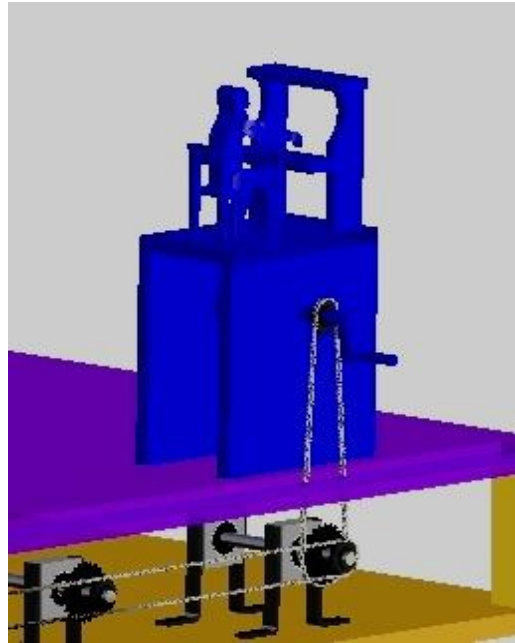
Gambar 3.13 memperlihatkan mainan mekanikal menirukan gerakan sirkus. Terdapat mekanisme engkol, *cam* dan mekanisme *gear*. Gerakan memutar badan diperoleh dari mekanisme *gear*, ketika engkol diputar *gear* 1 akan ikut berputar dan menggerakkan *gear* 2, sehingga badan akan berputar. Gerakan naik turun badan diperoleh dari tuas yang berhubungan dengan *cam* 1.



Gambar 3.13 Gerakan Sirkus

3.4.6 Bermain Piano

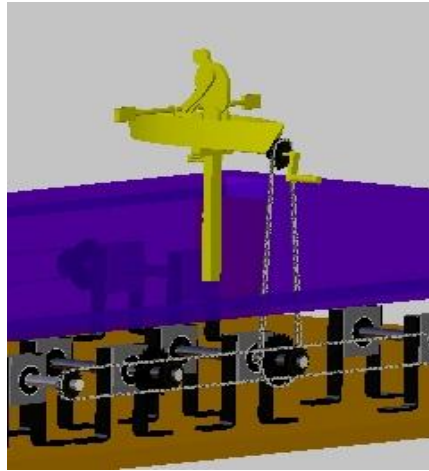
Gambar 3.14 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan seorang pianis memainkan piano. Terdapat mekanisme engkol dan *cam*, ada tiga *cam* yang di pasang sejajar pada poros engkol. Ketiga *cam* tersebut terdapat tuas yang dihubungkan pada kedua tangan dan kaki. Sehingga saat engkol memutar *cam*, tuas akan bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan rotasi *cam*, kemudian tuas akan menggerakkan tangan dan kaki ke atas dan ke bawah.



Gambar 3.14 Bermain Piano

3.3.7 Mendayung

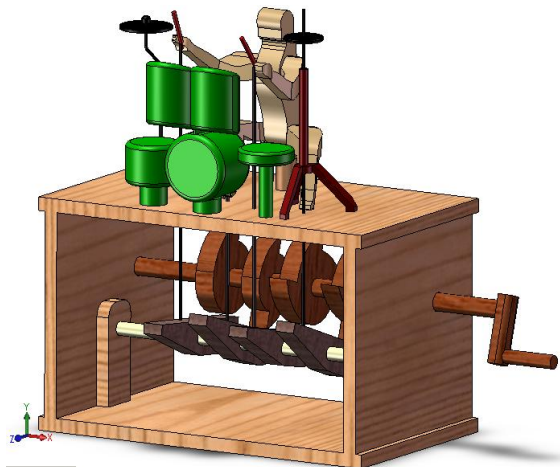
Gambar 3.15 diperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan mendayung. Terdapat *slider* engkol yang menarik dan mendorong badan, kedua buah tangan akan bergerak mengikuti gerakan badan. Dayung yang berada pada ujung tangan akan mengikuti gerakan tangan dan membuat gerakan siklus. Mekanisme slider engkol dan tuas yang menghubungkan slider engkol itu sendiri dengan badan. Ketika *slider* engkol berputar maka tuas akan menarik dan mendorong badan, secara otomatis tangan akan mengikuti gerakan badan. Pada ujung tangan terdapat dayung. gerakan tangan akan menggerakkan dayung dan membuat sebuah siklus.



Gambar. 3.15 Mendayung

3.4.8 Bermain Drum

Gambar 3.16 memperlihatkan mainan mekanikal yang menirukan gerakan bermain drum. Terdapat beberapa mekanisme yaitu engkol, *cam* dan *lever*. Terdapat empat *cam* yang berbeda dari *cam-cam* sebelumnya. Keempat *cam* tersebut berporos pada engkol dan sejajar antara *cam* satu dengan yang lainnya. *Cam* tersebut akan menggerakkan *lever*, tuas yang terdapat pada *lever* akan bergerak ke atas dan ke bawah sesuai gerakan *lever*. Tuas-tuas tersebut akan menggerakkan tangan, pedal dan symbol. Sehingga akan terlihat seorang *drummer* yang sedang memainkan drum.



Gambar 3.16 Bermain drum.

