

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2013.

Penelitian ini dilakukan dua tahap, yaitu tahap pembuatan alat yang dilaksanakan di

CV RIDHO, Kelurahan Gunung Terang, Bandar Lampung, dan tahap pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

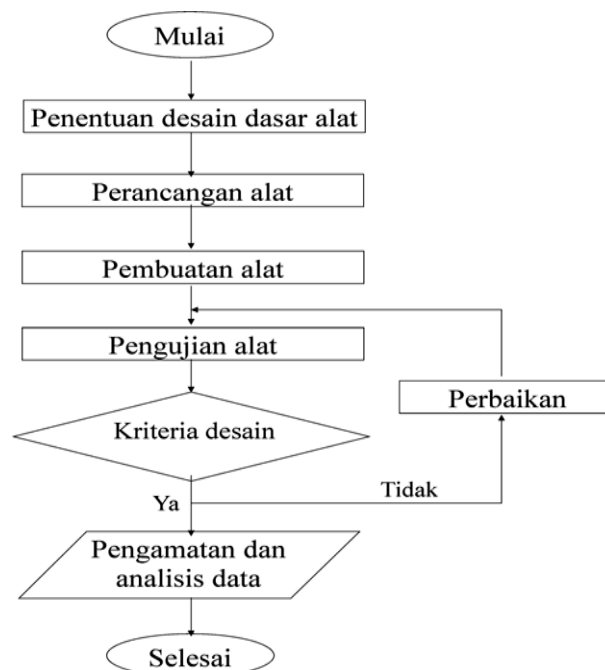
Alat-alat yang digunakan pada pembuatan *bucket elevator* ini adalah 1 set alat las listrik, mistar siku, jangka sorong, gerinda, gunting plat, meteran, bor listrik, ragum, dan alat tulis. Alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat antara lain: *stopwatch*, *tachometer* dan timbangan.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan *bucket elevator* adalah besi siku, baut dan mur, bantalan luncur, gir motor, rantai motor, besi as (poros), gir *box*, motor listrik, dan besi plat. Untuk pengujian alat, bahan yang dipakai adalah gabah yang sudah dirontokkan dan dikeringkan.

### C. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang bertujuan untuk memperjelas dan mempermudah penelitian. Tahap pertama adalah perancangan (desain) alat, pembuatan atau perakitan, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan analisis data seperti yang terlihat pada Gambar 12.

Merancang/menggambar dilakukan pada tahap perancangan alat dengan menggunakan *software* AutoCAD, kemudian dilanjutkan ketahap pembuatan atau perakitan alat. Setelah selesai pembuatan alat, maka dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanisasi Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dengan menggunakan beberapa parameter. Pengamatan dan analisis data dilakukan setelah pengujian alat.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *bucket elevator*

## **D. Pendekatan Desain**

### **1. Kriteria desain**

Perancangan *bucket elevator* untuk pengangkat gabah ini diharapkan dapat mengangkat gabah secara baik dengan kapasitas kerja 20 kg/menit atau dengan waktu 2-3 menit/karung untuk memenuhi karung dengan kapasitas 50 kg.

### **2. Rancangan fungsional**

*Bucket elevator* ini terdiri dari beberapa komponen utama antara lain kerangka, bak penampung gabah, ruang penyalur untuk pengeluaran gabah, gir, rantai lintasan *bucket* dan sistem transmisi.

#### **a. Kerangka**

Kerangka berfungsi sebagai penyangga atau meja penopang untuk bagian-bagian dari komponen *bucket elevator*.

#### **b. Bak penampung gabah**

Bak penampung berfungsi untuk menampung gabah, dimana mangkuk (*bucket*) dari elevator akan mengangkat gabah-gabah tersebut sampai ke saluran pengeluaran.

#### **c. Ruang penyalur dan pengeluaran**

Ruangan ini merupakan komponen terpenting yang berfungsi sebagai tempat terlemparnya gabah. Kemudian gabah akan mengarah menuju saluran pengeluaran. Dengan kecepatan putaran yang tepat, diharapkan gabah dapat terlempar dengan baik.

d. Gir

Komponen gir (*sprocket*) berfungsi sebagaiudukan, lintasan dan jalannya dari rantai yang telah terpasang mangkuk-mangkuk (*bucket*) yang berisikan gabah.

e. Rantai lintasan *bucket*

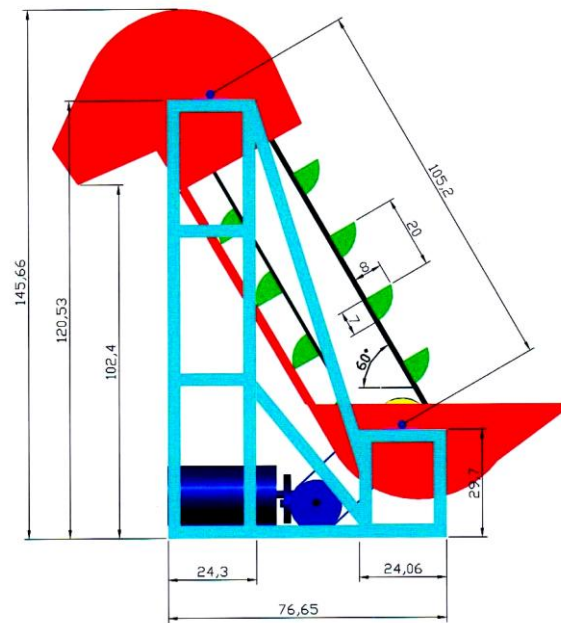
Rantai berfungsi sebagaiudukan dari mangkuk (*bucket*). Pada saat gir berputar, maka mangkuk yang berada pada rantai secara otomatis akan bergerak secara bersamaan.

f. Sistem transmisi

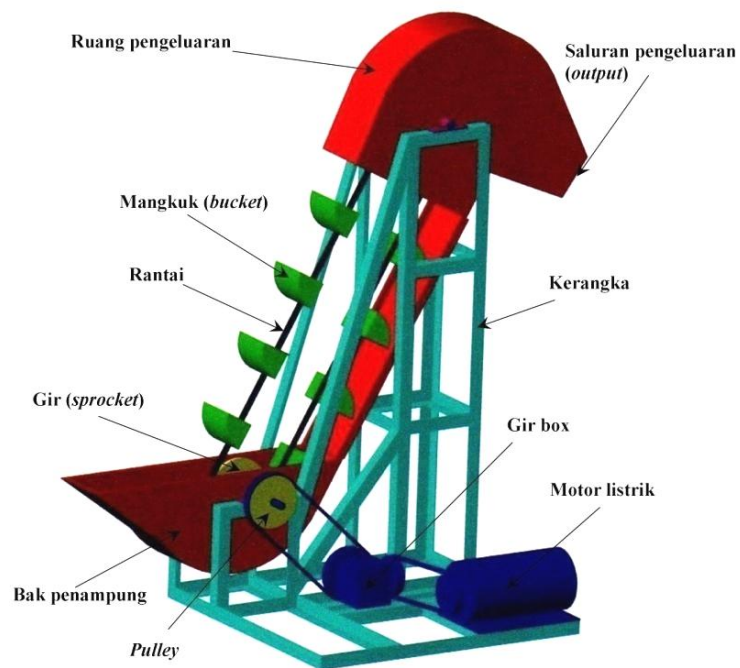
Sistem transmisi berfungsi sebagai penggerak atau pemutar *bucket elevator*, dengan motor listrik sebagai sumber penggerak utama dan penyalur daya dari motor listrik terdiri dari gir *box*, *pulley*, *v-belt*, rantai dan besi poros.

### 3. Rancangan struktural

*Bucket elevator* memiliki komponen-komponen utama dengan struktur dan ukuran yang berbeda pada setiap komponennya. Komponennya terdiri dari kerangka yang terbuat dari besi siku berukuran 3,5 x 3,5 cm, bak penampung gabah yang terbuat dari plat besi 2 mm yang diletakkan paling bawah alat, ruang pengeluaran yang terbuat dari plat 2 mm dan terletak paling atas pada alat, gir motor berdiameter 17 cm dan rantai motor dengan panjang sekitar 264 cm, serta 2 buah besi as (poros) dengan diameter 2,7 cm. Pada rantai tersebut terdapat mangkuk (*bucket*) yang berjumlah 13 buah. Semua komponen tersebut akan membentuk *bucket elevator* setelah diatur dan disusun setiap komponennya seperti yang terlihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



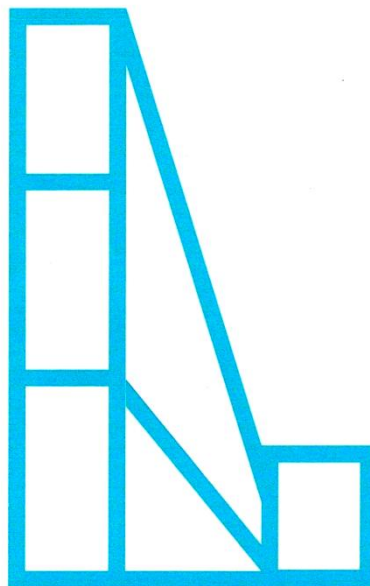
Gambar 2. *Bucket elevator* tampak samping



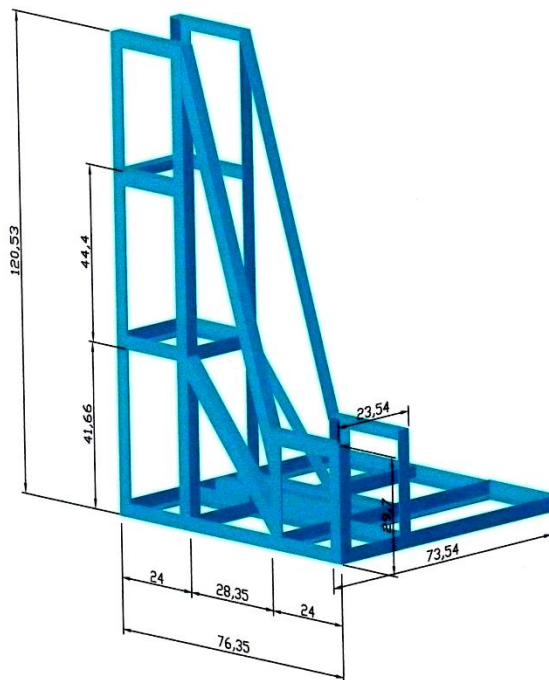
Gambar 3. Bagian-bagian dari *bucket elevator*

a. Kerangka

Bagian rangka terbuat dari besi siku dengan ukuran 3,5 cm x 3,5 cm. Tinggi rangka 120,83 cm, lebar 23,5 cm, panjang 76,65 cm, pada bagian sisi kanan bawah terdapat tempat dudukan motor listrik. Untuk meletakkan as utama, pada bagian atas rangka dipasang besi pejal (bantalan luncur). Ukuran rangka ini disesuaikan dengan tinggi posisi ruang pengeluaran dengan acuan ukurannya adalah tinggi rata-rata siku pria orang Indonesia yaitu 102,4 cm (Anonim, 2013). Hal ini dimaksudkan agar operator nyaman pada saat pengoperasian alat. Rancangan rangka dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.



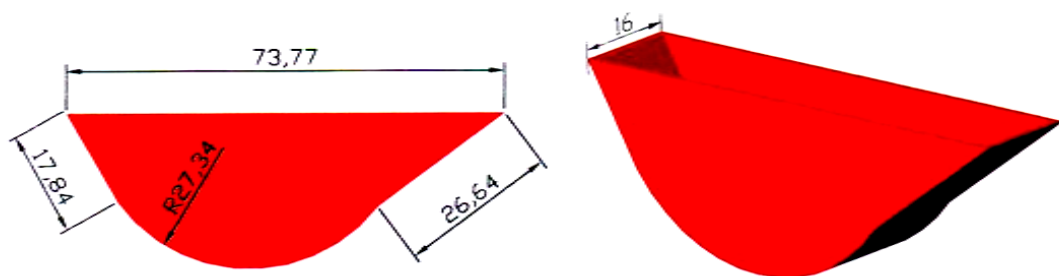
Gambar 4. Kerangka *bucket elevator* tampak samping



Gambar 5. Dimensi kerangka *bucket elevator* dalam satuan cm

b. Bak penampung gabah

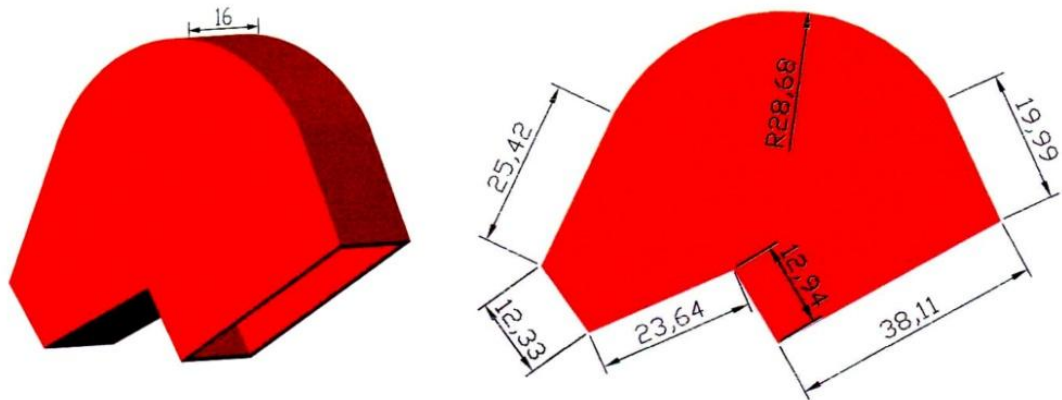
Bak penampung gabah (*inlet*) terbuat dari besi plat berukuran 2 mm dengan panjang 73,7 cm, lebar 16 cm dan jari-jari lingkarannya 27,34 cm. Bentuk dari penampung gabah dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 6. Bak penampung gabah

c. Ruang penyalur dan pengeluaran

Ruang penyalur sekaligus tempat pengeluaran ini dibuat dari besi plat berukuran 2 mm, panjang dari ruang penyalur ini 38,11 cm dan lebar 16 cm, serta saluran pengeluaran/*outlet* berbentuk kotak (Gambar 18).

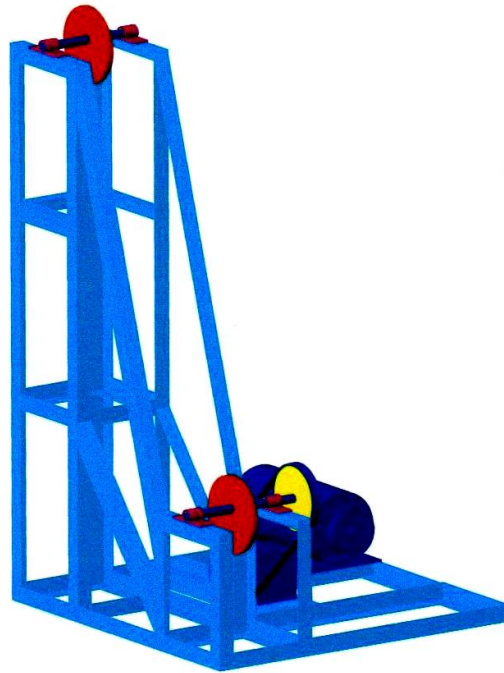


Gambar 7. Ruang penyalur dan pengeluaran

d. Gir

Gir (*sprocket*) yang dipakai pada alat ini adalah gir motor yang memiliki jumlah gerigi 44 dengan diameter 17 cm. Untuk pengoperasiannya, alat ini membutuhkan 2 buah gir yang diletakkan 1 diatas dan 1 dibawah, jadi dalam satu poros terdapat satu buah gir. Jarak antara kedua gir (sisi bagian dalam) tersebut sekitar 10,96 cm. Posisi gir pada *bucket elevator* ini dapat dilihat pada Gambar 19.





Gambar 8. Letak gir (*sprocket*) lintasan *bucket elevator*

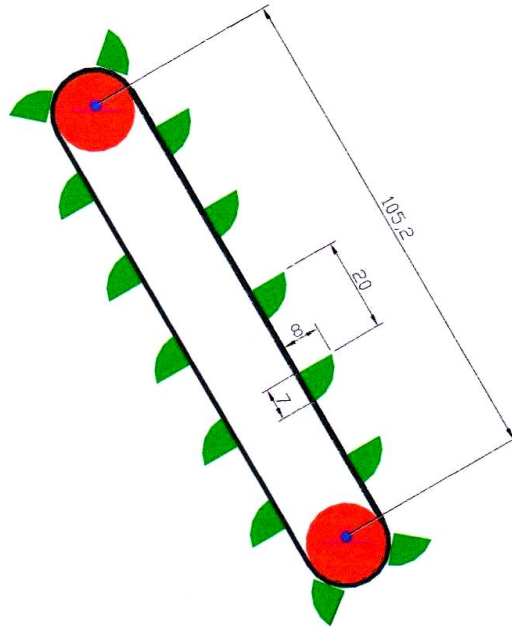
e. Rantai lintasan *bucket elevator*

Rantai lintasan dari *bucket elevator* menggunakan rantai motor yang berfungsi untuk menghubungkan antara gir yang berada di atas dengan gir yang berada di bawah (Gambar 20). Panjang lintasan rantai yang dibutuhkan untuk menghubungkan keduanya sekitar 263,86 cm untuk setiap pasangan gir. Pada rantai lintasan tersebut terdapat mangkuk (*bucket*) yang berjumlah 13 buah mangkuk. Panjang dari mangkuk tersebut sekitar 12 cm, tinggi 8 cm dan lebar 7 cm. Sedangkan jarak antar mangkuk adalah 20 cm. Untuk menentukan panjang rantai lintasan dari alat tersebut dapat dihitung dengan menggunakan cara sebagai berikut:

$$P. \text{ rantai} = 2 \left( \frac{1}{2} \times 2\pi r \right) + (2 \times 105,24 \text{ cm})$$

$$= 2 (\frac{1}{2} \times 2 \times 3,14 \times 8,5) + 210,48 \text{ cm}$$

$$= 263,86 \text{ cm}$$



Gambar 9. Rantai lintasan *bucket elevator*

f. Sistem transmisi

Untuk menggerakkan rantai lintasan dan gir penggerak pada alat, maka dipasangkan *pulley* pada poros gir yang berada di sebelah kanan bawah yang digerakkan oleh motor listrik dan direduksi oleh gir *box*. Penentuan ukuran *pulley* yang digunakan sangat dipengaruhi oleh besarnya *pulley* pada *bucket elevator* yang digunakan. Maka dari itu, untuk mengetahui kebutuhan besarnya diameter *pulley* pada *bucket elevator* yang digunakan, dapat ditentukan dengan menggunakan rumus kecepatan putaran

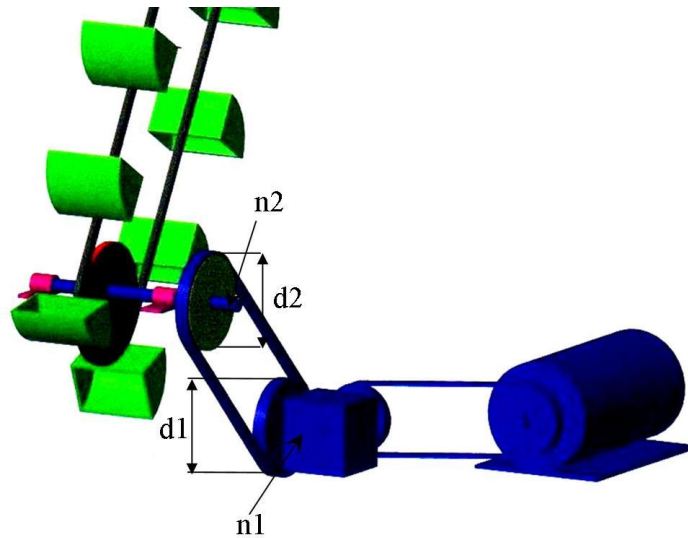
minimum dari gir *bucket elevator* agar material jatuh terlempar. Menurut Henderson and Perry (1982), untuk menghitung kecepatan putar minimum dari gir *bucket elevator* dapat digunakan persamaan berikut:

$$N = 80,38 (1/\sqrt{r}) \dots\dots\dots(2)$$

Dengan: N = kecepatan minimum gir *bucket elevator* (rpm)  
r = jari-jari gir *bucket elevator* yang digunakan (cm)

Maka,  $N = 80,38 (1/\sqrt{8,5})$   
N = 27,57 rpm

Jadi, gabah akan terlempar dari *bucket* (mangkuk) dengan kecepatan putaran gir minimal 27,57 rpm. Kecepatan putaran gir akan dinaikkan menjadi 60 rpm, hal ini dimaksudkan agar kapasitas kerja dari *bucket elevator* dapat berjalan maksimal. Kecepatan putaran motor listrik yang digunakan adalah 1440 rpm, tentunya putaran ini terlalu cepat untuk menggerakkan *elevator*. Maka dari itu untuk menurunkan kecepatan putaran dari motor listrik digunakan gir *box* sebagai pereduksi putaran. Gir *box* yang digunakan memiliki perbandingan kecepatan 1 : 30, artinya 30 putaran dari motor listrik akan direduksi menjadi 1 putaran oleh gir *box*. Jadi, putaran dari motor listrik yang semula berkecepatan 1440 rpm akan turun menjadi 48 rpm setelah direduksi oleh gir *box*. Agar tercapai kecepatan putaran yang diharapkan yaitu 60 rpm (kecepatan putar *sprocket bucket elevator*), maka perlu diketahui besarnya diameter *pulley* pada as *bucket elevator* yang harus digunakan. Untuk diameter *pulley* pada gir *box*, sebelumnya telah ditentukan yaitu sebesar 6 inch. Penandaan diameter *pulley* dan putaran dari gir *box* dan as *elevator* dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 10. Penandaan diameter *pulley* dan putaran

Untuk mengetahui besarnya diameter *pulley* pada *bucket elevator* yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$n1 \times d1 = n2 \times d2$$

.....(3)

Dengan:  $n1$  = putaran *pulley* pada *gir box* (rpm)

$n2$  = putaran *pulley* pada as *bucket elevator* (rpm)

$d1$  = diameter *pulley* pada *gir box* (inch)

$d2$  = diameter *pulley* pada lintasan as *bucket elevator* (inch)

Maka,

$$d2 = \frac{6 \text{ inch} \times 48 \text{ rpm}}{60 \text{ rpm}} = 4,8 = 5 \text{ inch}$$

Jadi diameter *pulley* pada *bucket elevator* yang digunakan agar putaran *bucket elevator* mencapai 60 rpm adalah 5 inch.

Diameter *pulley* yang akan digunakan pada *bucket elevator* adalah 5 inch, 6 inch dan 7 inch dengan diameter *pulley* pada *gir box* sebesar 6 inch. Hal ini dilakukan

dengan tujuan untuk mendapatkan variasi dari kecepatan putaran *bucket elevator* dan untuk mengetahui berapa kecepatan putar yang ideal untuk alat tersebut.

- Kecepatan putaran

Kecepatan teoritis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

- Diameter *pulley bucket elevator* 5 inch

$$n_2 = \frac{48 \text{ rpm} \times 6 \text{ inch}}{5 \text{ inch}}$$

$$= 57,6 \text{ rpm}$$

- Diameter *pulley bucket elevator* 6 inch

$$n_2 = \frac{48 \text{ rpm} \times 6 \text{ inch}}{6 \text{ inch}}$$

$$= 48 \text{ rpm}$$

- Diameter *pulley bucket elevator* 7 inch

$$n_2 = \frac{48 \text{ rpm} \times 6 \text{ inch}}{7 \text{ inch}}$$

$$= 41,14 \text{ rpm}$$

Jadi, kecepatan putar teoritis dari *bucket elevator* ini sebesar 57,6 , 48 dan 42,85 rpm. Sistem transmisi yang digunakan adalah *pulley* yang dihubungkan dengan *v-belt* ke *gir box* yang digerakkan oleh motor listrik. Diameter *pulley* yang digunakan pada motor listrik dan *gir box* sama besar yaitu 3 inch.

#### 4. Uji kinerja alat

Pengujian alat ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen alat bekerja dengan baik. Setelah semua komponen alat bekerja dengan baik, maka

langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kecepatan putaran *bucket elevator* dan pengujian kapasitas kerja dari *bucket elevator*.

#### 1) Pengujian kecepatan putar *bucket elevator*

Pengujian kecepatan putar *bucket elevator* bertujuan untuk mengetahui kecepatan optimum alat ini untuk mengangkut gabah dengan menggunakan motor listrik yang direduksi oleh gir *box* dan ditransmisikan menuju *bucket elevator* dengan menggunakan 3 buah *pulley* yang berbeda-beda dengan diameter 5 inch, 6 inch dan 7 inch yang dihubungkan dengan *v-belt*. Dengan menggunakan persamaan (3), maka kecepatan yang akan diuji masing-masing adalah 57,6 rpm, 48 rpm dan 41,14 rpm. Kecepatan tersebut adalah kecepatan teoritis, sedangkan untuk mengetahui kecepatan aktual diukur dengan menggunakan *tachometer*.

#### 2) Pengujian kapasitas kerja dari *bucket elevator*

Pengujian kapasitas kerja dari *bucket elevator* ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah gabah yang terangkat dengan durasi waktu satu sampai dua menit. Hal tersebut dilakukan sebanyak 3 kali ulangan agar didapatkan rata-rata kapasitas kerja dari setiap variasi putaran. Pengujian pertama dengan kecepatan 57,6 rpm, kedua dengan kecepatan 48 rpm dan ketiga dengan kecepatan 41,14 rpm. Setelah selesai pengangkatan, gabah yang terangkat tersebut akan ditimbang untuk mengetahui bobotnya. Kemampuan alat untuk mengangkat gabah ini akan dinyatakan dalam kg/jam dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KKBE = \frac{JGT}{t} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan : KKBE = Kapasitas kerja *bucket elevator* (kg/menit)

JGT = Jumlah gabah terangkat (kg)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat gabah (menit)

Persamaan tersebut digunakan untuk mengukur kapasitas kerja aktual dari *bucket elevator*. Sedangkan untuk menghitung kapasitas kerja teoritis dari *bucket elevator* dengan kecepatan putaran 57,6 rpm dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

- Menentukan volume *bucket* (mangkuk)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{4} \times \pi r^2 \times \text{panjang } bucket \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 7,5^2 \times 12 \\ &= 529,875 \text{ cm}^3 \text{ (0,529 liter) setiap mangkuk} \\ &= 529,875 \times 13 \text{ bucket} \\ &= 6888,375 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Mengingat posisi dari *bucket* yang miring sebesar  $60^\circ$  bisa diprediksikan bahwa isi dari *bucket* tidak akan terisi penuh oleh gabah, yang terisi sekitar  $\frac{2}{3}$  dari total volume. Maka volume total *bucket* dikurangi  $\frac{1}{3}$  ruang yang kosong dari total volume *bucket* tersebut.

$$\begin{aligned} V &= 6888,375 - \left(\frac{1}{3} \times 6888,375\right) \text{ cm}^3 \\ &= 4592,25 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, volume seluruh *bucket* yang terisi gabah sekitar  $4592,25 \text{ cm}^3$ , atau 0,353 liter gabah setiap mangkuknya.

- Menghitung keliling gir lintasan

$$\begin{aligned} K_{ll} &= 2 \pi r \\ &= 2 \times 3,14 \times 8,5 \text{ cm} \\ &= 53,38 \text{ cm} \end{aligned}$$

Panjang rantai lintasan = 263,86 cm

➤ Maka perbandingan keliling gir lintasan dan rantai adalah  $\frac{263,86 \text{ cm}}{53,38 \text{ cm}} = 4,94$

Jadi, 4,94 putaran dari gir lintasan sama dengan 1 putaran dari rantai lintasan *bucket elevator*. Kecepatan putar *bucket elevator* adalah 57,6 rpm atau sama dengan 0,96 putaran per detik.

Sehingga kecepatan putaran dari rantai lintasan adalah  $\frac{0,96}{4,94}$  putaran/detik. Maka kapasitas kerja (KK) teoritis dari *bucket elevator* adalah:

$$\begin{aligned} \text{KK} &= \frac{0,96}{4,94} \text{ putaran/det} \times \text{volume bucket} \\ &= \frac{0,96}{4,94} \text{ putaran/det} \times 4592,25 \text{ cm}^3 \\ &= \frac{4408,56 \text{ cm}^3}{4,94 \text{ detik}} \\ &= 892,42 \frac{\text{cm}^3}{\text{detik}} \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas kerja teoritis dari *bucket elevator* dengan kecepatan putar 57,6 rpm adalah 892,42 cm<sup>3</sup>/detik atau 0,89242 liter/detik. Dikarenakan bobot gabah yang akan diuji memiliki bobot 1 liter gabah sama dengan 0,5 kg, maka kapasitas kerja teoritis dari *bucket elevator* adalah sebesar 0,4462 kg/detik.

Volume dari mangkuk (*bucket*) tersebut merupakan volume teoritis. Sedangkan untuk mengetahui volume *real* dari mangkuk dapat diukur langsung pada saat pengujian alat. Cara pengukurannya yaitu dengan menuangkan gabah ke bak penampung dan kemudian menjalankan elevator sampai beberapa *bucket* terisi oleh gabah. Agar memudahkan penghitungan, *bucket* yang terisi dibatasi hanya 4 *bucket*. Setelah keempat *bucket* terisi gabah mesin dimatikan, kemudian gabah dari bak penampung dikeluarkan dan dibersihkan. Selanjutnya mesin dijalankan



kembali dan menampung gabah yang keluar pada ruang pengeluaran dengan karung, kemudian gabah tersebut ditimbang. Hal ini dilakukan sebanyak 3 kali, setelah mendapatkan 3 data kemudian dirata-ratakan. Hasil rata-rata massa tersebut dibagi 4 sesuai jumlah *bucket* yang terisi. Hasil perhitungan tersebut menyatakan volume *real* dari *bucket*.

### **E. Pengamatan**

Pengamatan yang dilakukan pada proses pengujian *bucket elevator* pengemas gabah ini yaitu dengan mengamati gabah yang berada pada bak penampung saat terangkat dan tersalurkan pada ruang penyalur dan terlempar keluar pada pintu pengeluaran yang kemudian akan jatuh dan masuk ke dalam karung. Selain itu, mengamati gabah yang tercecer jatuh dan tidak tersalurkan pada saluran pengeluaran. Kapasitas kerja serta laju dari rantai lintasan akan dihitung dan diamati. Sebelum dan sesudah pengangkatan, jumlah gabah pada sampel akan dihitung. Setelah dilakukan proses pengangkatan, gabah akan diklasifikasikan menjadi gabah tidak terangkat dan gabah terangkat.

### **F. Analisis Data**

Data yang diperoleh dari penelitian ini, pengamatan dan perhitungan dianalisis menggunakan statistik sederhana dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Selain itu, data akan diklasifikasikan menjadi gabah terangkat dan gabah tidak terangkat (gabah tersisa).

### 1. Gabah terangkat

Gabah terangkat adalah jumlah total gabah yang berhasil diangkut oleh mangkuk-mangkuk elevator dan keluar dari pintu pengeluaran kemudian jatuh ke dalam karung. Gabah terangkat dapat dihitung dengan cara menimbang jumlah gabah yang masuk ke dalam karung dalam jangka waktu tertentu.

### 2. Gabah tersisa

Gabah tersisa adalah gabah yang masih tersisa pada bak penampung yang disebabkan mangkuk-mangkuk dari elevator tidak dapat menjangkau dan mengangkat gabah tersebut serta gabah-gabah yang tercecer jatuh ke bawah dari *bucket elevator*. Gabah yang tersisa tersebut dapat dihitung dengan cara menimbang gabah-gabah yang tertinggal pada bak penampung dan yang tercecer ke lantai.