

**TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN REKAYASA ALAT PENGKRISTAL GULA  
SEMUT MENGGUNAKAN PIRINGAN *CRUSHER***



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

**NUGROHO TRI ATMOKO**

**D200 12 0111**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“DESAIN DAN REKAYASA ALAT PENGKRISTAL GULA SEMUT MENGGUNAKAN PIRINGAN *CRUSHER*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 17 April 2017

Yang Menyatakan



Nugroho Tri Atmoko

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “DESAIN DAN REKAYASA ALAT PENGKRISTAL GULA SEMUT MENGGUNAKAN PIRINGAN *CRUSHER*” telah disetujui oleh pembimbing dan telah diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersembahkan Oleh :

Nama : Nugroho Tri Atmoko

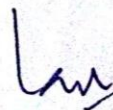
NIM : D200120111

Disetujui pada :

Hari : senin

Tanggal : 17 April 2017

Dosen Pembimbing



**Tri Widodo Besar Riyadi, ST, M.Sc, Ph.D.**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "DESAIN DAN REKAYASA ALAT PENGKRISTAL GULA SEMUT MENGGUNAKAN PIRINGAN *CRUSHER*" telah dipertahankan di hadapan tim penguji yang telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **Nugroho Tri Atmoko**

NIM : **D200120111**

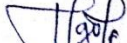
Disetujui pada,

Hari : Senin.....

Tanggal : 17 APRIL 2017.....

Tim Penguji :

Ketua : **Tri Widodo B R, ST, M.Sc, Ph.D** (  )

Anggota 1 : **Agus Dwi A, ST, M.eng, Ph.D** (  )

Anggota 2 : **Patna Partono, ST, MT** (  )

Dekan

Ketua Jurusan



**Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D**



**Tri Widodo Besar R, ST, M.Sc, Ph.D**

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 08 - 09 - 2016  
dengan ini:

Nama : Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MT, MSc, Ph.D

Pangkat/Jabatan :

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa:

Nama : Nugroho Tri Atmoko

Nomor Induk : D200120111

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin

Judul/Topik : Desain Dan Rekayasa Alat Pengkristal Gula Semut Menggunakan  
Piringan *Crusher*

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta,

Pembimbing



Tri Widodo Besar R., ST, MT, MSc, Ph.D

*Keterangan*

*\*) Coret salah satu*

*1. Warna biru untuk Kajar*

*2. Warna kuning untuk Pembimbing I*

## HALAMAN MOTTO

Karena sesungguhnya Allah SWT akan mendatangkan kemudahan setelah kita ditimpa kesusahan.  
(QS Al-insyiroh ayat 5-6)

Allah SWT akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.  
(QS Al-Mujadilah :11)

Tetaplah merasa bodoh, agar kita terus belajar.  
Tetaplah merasa lapar, agar kita berusaha.  
(Steve Jobs)

If "plan A"  
didn't works, the alphabet has 25 more letters  
keep stepping  
(Nugroho TriA)

# DESAIN DAN REKAYASA ALAT PENGKRISTAL GULA SEMUT MENGUNAKAN PIRINGAN *CRUSHER*

**Nugroho Tri Atmoko, Tri Widodo B.R, ST, M.Sc, Ph.D**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro

E-mail : [nugrohoatmok2@gmail.com](mailto:nugrohoatmok2@gmail.com)

## ABSTRAKS

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan merekayasa alat pengkristal gula semut dengan menggunakan piringan penghancur (*crusher*), dan mengetahui pengaruh putaran *crusher* terhadap diameter serbuk gula. Putaran piringan penghancur dibuat rendah dengan pertimbangan untuk menjaga agar tidak merusak kualitas mutu gula terutama dari sisi warna, aroma dan rasa.

Proses desain alat pengkristal gula semut menggunakan *software solidworks 2014*, sedangkan perhitungan element hanya mencakup poros pulley yang terdapat pada system transmisi alat tersebut. Pengoperasian dan pengujian alat menggunakan 4 variasi putaran piringan *crusher*, yakni 70 rpm, 80 rpm, 90 rpm dan 100 rpm. Pengujian foto mikro pada bulir gula semut dilakukan untuk mendiskripsikan ukuran diameter bulir gula semut sesuai dengan besarnya putaran yang divariasikan pada piringan *crusher*.

Hasil rekayasa alat pengkristal gula menunjukkan bahwa mekanisme system transmisi perpaduan antara *V-Belt* dan *Gearbox* dapat menghasilkan putaran piringan *crusher* menjadi 70-100 rpm sehingga mutu gula berhasil tetap terjaga. Perhitungan kapasitas produksi gula semut sebelum dan setelah penggunaan alat pengkristal menunjukkan kenaikan yang cukup signifikan yakni sebesar 350%. Hasil pengujian foto mikro terhadap diameter bulir gula menunjukkan bahwa putaran piringan *crusher* 70, 80, 90 dan 100 rpm menghasilkan spesifikasi ukuran bulir gula

dengan ukuran 2200  $\mu\text{m}$ , 1551  $\mu\text{m}$ , 1222  $\mu\text{m}$  dan 854  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hasil kajian permintaan pasar maka putaran 100 rpm yang paling sesuai untuk menghasilkan gula dengan ukuran diameter bulir gula 854  $\mu\text{m}$ . Dengan demikian maka pengaplikasian alat ini dapat meningkatkan kapasitas produksi gula semut serta untuk mengetahui pada putaran piringan *crusher* berapa menghasilkan ukuran diameter bulir gula semut yang sesuai dengan permintaan pasar.

**Kata kunci:** Gula Semut, Alat Pengkristal, Putaran, Diameter Bulir.



## **ABSTRACT**

*The objective of the research was to design and engineer the tool to crystallize coconut sugar or palm sugar from bar shape into powder by using the disc crusher (crusher), and determine the effect of the crusher speed on the diameter of the powder sugar. The rotation crusher was designed low with consideration for keeping and compromising the quality of the sugar quality especially in terms of color, smell and flavor.*

*Tool design process crystalliser sugar was carried out using SolidWorks software 2014, while the calculation only includes the shaft of pulley and the transmission system of the tool. Operation and testing of the tools was designed using four variations of the rotation crusher, which are 70 rpm, 80 rpm, 90 rpm and 100 rpm. The tests of the micro photograph on a grain of sugar has described the size of the diameter of grain of sugar, with variation of the rotation speed of the crusher.*

*Modification of the sugar crystalliser tool shows that the mechanism of transmission system using a combination of V-Belt and Gearbox can generate the rotation crusher to 70-100 rpm. The calculation of the production capacity of sugar before and after the use of a crystalliser shows that there is a significant increase by 350%. The test results of the micro photograph of the sugar grain diameter showed that the rotation crusher 70, 80, 90 and 100 rpm produces sugar with a grain size specifications size of 2200  $\mu\text{m}$ , 1551  $\mu\text{m}$ , 1222  $\mu\text{m}$  dan 854  $\mu\text{m}$ . Based on this study, the 100 rpm rotation is the most suitable rotation speed to produce sugar with the size sugar grain diameter of 854  $\mu\text{m}$ , which is suitable with the market demand. Thus, the application of these tools can increase production capacity and produce the diameter size of sugar grain in accordance with market demand.*

**Keywords :** *Coconut And Palm Sugar, Crystalliser, Rotation speed, Grain Size.*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, beserta Rasulnya, bangga, haru, serta bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan, halangan maupun rintangan dalam perjuangan yang panjang, saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak dan Ibu saya tercinta yang selalu mendoakan, memberi dukungan secara finansial, tenaga serta dorongan sepanjang waktu dan tak henti-hentinya memberikan motivasi kepada saya disaat dalam masalah hingga sampai mengantarkan saya sebagai seorang sarjana Teknik Mesin.
2. Kepada kakakku Prayogo Ari wibowo dan Yudha Permana Putra yang telah memberikan motivasi, suri tauladan serta dukungan semangat yang tiada henti.
3. Kepada Santi Ferdiana yang terus memberikan semangat dan tak henti-hentinya memberikan kasih sayangnya.
4. Semua teman–temanku Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta angkatan 2012 yang senantiasa memberi dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir saya.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul “**DESAIN DAN REKAYASA ALET PENGKRISTAL GULA SEMUT MENGGUNAKAN PIRINGAN CRUSHER**” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak dan ibu tercinta yang selalu memberikan doa beserta dukungannya, perhatian serta kasih sayang yang begitu istimewa dan sangat luar biasa sehingga penulis bisa menyelesaikan gelar Sarjana Teknik ini.
2. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Tri Widodo Besar R., ST, M.Sc, Ph.D, selaku ketua jurusan Teknik Mesin dan selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Masyrukan, MT, selaku dosen pembimbing akademik di jurusan Teknik Mesin yang selalu memberi arahan dan saran yang baik.
5. Bapak Tumiyo, selaku ketua UMKM Ihwah Mandiri yang telah bersedia memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dosen Teknik Mesin selaku Dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu kelancaran Tugas Akhir.
8. Teman – teman angkatan 2012 yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis mengucapkan terimakasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL .....                          | i    |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....        | ii   |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                    | iii  |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                      | iv   |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....                | v    |
| HALAMAN MOTTO .....                          | vi   |
| ABSTRAKS .....                               | vii  |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                    | x    |
| KATA PENGANTAR .....                         | xi   |
| DAFTAR ISI .....                             | xiii |
| DAFTAR GAMBAR .....                          | xv   |
| DAFTAR TABEL .....                           | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                      | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                  | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                    | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                  | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                 | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....              | 5    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                  | 6    |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                   | 6    |
| 2.2 Dasar Teori .....                        | 8    |
| 2.2.1 Macam-Macam Gula .....                 | 8    |
| 2.2.2 Poros ( <i>Shaft</i> ) .....           | 10   |
| 2.2.3 <i>V-belt</i> dan <i>Puley</i> .....   | 19   |
| 2.2.4 Bantalan ( <i>Ball Bearing</i> ) ..... | 23   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....              | 27   |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....            | 27   |
| 3.2 Desain Alat Pengkristal Gula .....       | 29   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 3.3   | Prinsip Kerja Alat .....                                  | 36 |
| 3.4.1   | Cara Kerja Alat Pengkristal Gula .....                    | 36 |
| 3.4.2   | Cara Kerja Sistem Transmisi Alat .....                    | 37 |
| 3.4   | Prosedur Penelitian .....                                 | 38 |
| BAB IV PERHITUNGAN ELEMENT .....                      |   | 41 |
| 4.1   | Spesifikasi Motor Penggerak .....                         | 41 |
| 4.2   | Putaran Poros <i>Pulley</i> .....                         | 42 |
| 4.3   | Perhitungan Poros <i>Pulley</i> 1 (Motor Penggerak) ..... | 44 |
| 4.4   | Perhitungan Poros <i>Pulley</i> 2 .....                   | 47 |
| 4.5   | Perhitungan Poros <i>Pulley</i> 3 .....                   | 55 |
| 4.6   | Perhitungan Poros <i>Pulley</i> 4 .....                   | 64 |
| BAB V HASIL REKAYASA ALAT,PRODUK DAN PEMBAHASAN ..... |   | 73 |
| 5.1   | Foto Hasil Rekayasa Alat Pengkristal Gula .....           | 73 |
| 5.2   | Foto Hasil Produksi Gula Semut .....                      | 74 |
| 5.3   | Pengujian Foto Mikro Pada Bulir Gula Semut .....          | 75 |
| 5.4   | Efisiensi alat .....                                      | 78 |
| BAB VI PENUTUP .....                                  |   | 79 |
| 4.1   | Kesimpulan .....  | 79 |
| 4.2   | Saran .....   | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA  |   |    |
| LAMPIRAN  |   |    |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Gula Kelapa .....  | 8  |
| Gambar 2.2  | Gula aren .....  | 9  |
| Gambar 2.3  | Gula Rafinasi .....  | 9  |
| Gambar 2.4  | Penampang Sabuk <i>V-Belt</i> .....                          | 26 |
| Gambar 2.5  | Penampang Alur <i>Pulley</i> .....                           | 26 |
| Gambar 2.6  | Dimensi Standar Bantalan .....                               | 30 |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Penelitian .....                                | 27 |
| Gambar 3.2  | Bagian-Bagian Alat Pengristal Gula .....                     | 29 |
| Gambar 3.3  | Corong Masuk .....   | 30 |
| Gambar 3.4  | Rangka Alat Pengkristal Gula .....                           | 30 |
| Gambar 3.5  | Poros 2 .....  | 31 |
| Gambar 3.6  | <i>Pulley</i> 2 .....  | 31 |
| Gambar 3.7  | Piringan <i>Crusher</i> .....                                | 32 |
| Gambar 3.8  | <i>Ball Bearing</i> .....                                    | 32 |
| Gambar 3.9  | Poros 4 .....  | 33 |
| Gambar 3.10 | <i>Pulley</i> 4 .....  | 33 |
| Gambar 3.11 | Poros 3 .....  | 34 |
| Gambar 3.12 | <i>Pulley</i> 3 .....  | 35 |
| Gambar 3.13 | Poros 1 .....  | 35 |
| Gambar 3.14 | Cara Kerja Alat .....  | 36 |
| Gambar 3.15 | Cara Kerja Dan Arah Sistem Transmisi Alat .....              | 37 |
| Gambar 3.16 | Proses Kristalisasi Menggunakan Alat .....                   | 39 |
| Gambar 4.1  | Motor Penggerak Berbahan Bakar Bensin .....                  | 41 |
| Gambar 4.2  | Sistem Transmisi <i>Pulley</i> 1 Ke <i>Pulley</i> 2 .....    | 42 |
| Gambar 4.3  | Sistem Transmisi <i>Pulley</i> 3 Ke <i>Pulley</i> 4 .....    | 43 |
| Gambar 4.4  | Sistem Transmisi Poros <i>Pulley</i> 1 (Motor Penggerak) ... | 44 |
| Gambar 4.5  | Sistem Transmisi Poros <i>Pulley</i> 2 .....                 | 48 |
| Gambar 4.6  | Gaya Horisontal Dan Vertikal Pada Poros 2 .....              | 50 |
| Gambar 4.7  | Moment Vertikal Dan Horisontal Pada Poros 2 .....            | 52 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.8 Sistem Transmisi Poros <i>Pulley</i> 3 .....       | 56 |
| Gambar 4.9 Gaya Horisontal Dan Vertikal Pada Poros 3 .....    | 58 |
| Gambar 4.10 Moment Vertikal Dan Horisontal Pada Poros 3 ..... | 61 |
| Gambar 4.11 Sistem Transmisi Poros <i>Pulley</i> 4 .....      | 64 |
| Gambar 4.12 Gaya Horisontal Dan Vertikal Pada Poros 4 .....   | 67 |
| Gambar 4.13 Sistem Transmisi Poros <i>Pulley</i> 4 .....      | 69 |
| Gambar 5.1 Alat Pengkristal Gula Tampak Depan .....           | 73 |
| Gambar 5.2 Alat Pengkristal Gula Tampak Atas .....            | 73 |
| Gambar 5.3 Sistem Transmisi Alat .....                        | 73 |
| Gambar 5.4 Proses Pengemasan Produk Gula Semut .....          | 74 |
| Gambar 5.5 Produk Gula Semut Dalam Kemasan .....              | 74 |
| Gambar 5.6 Foto Pada Bulir Gula Dengan Putaran 70 rpm .....   | 75 |
| Gambar 5.7 Foto Pada Bulir Gula Dengan Putaran 80 rpm .....   | 75 |
| Gambar 5.8 Foto Pada Bulir Gula Dengan Putaran 90 rpm .....   | 76 |
| Gambar 5.9 Foto Pada Bulir Gula Dengan Putaran 100 rpm .....  | 76 |



## DAFTAR TABEL

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Sifat Mekanik Baja Karbon Unuk Poros .....                | 10 |
| Gambar 2.2 | Dimensi Standards V-Belt (IS:2494-1974) .....             | 27 |
| Gambar 2.3 | Dimensi Alur Pulley (IS:2494-1974) .....                  | 27 |
| Gambar 2.4 | Standar Panjang Sabuk/ <i>V-Belt</i> (IS:2494-1974) ..... | 28 |
| Gambar 2.5 | Dimensi Ukuran Standar Bantalan Radial .....              | 31 |
| Gambar 5.1 | Hasil Diameter Bulir Gula Semut .....                     | 77 |
| Gambar 5.2 | Konversi Dari Ukuran Mesh Ke Satuan Micronmeter ....      | 77 |