

# PERANCANGAN DAN REALISASI *VACUUM SEEDER* OTOMATIS UNTUK BENIH SAYURAN HIDROPONIK PADA MEDIA *ROCKWOOL*

Nathaniel Lowell

NRP : 1622042

e-mail : [1622042@eng.maranatha.edu](mailto:1622042@eng.maranatha.edu)

## ABSTRAK

Budidaya sayuran dengan metode hidroponik memerlukan proses penyemaian benih yang rutin agar sayuran dapat dipanen setiap hari. Salah satu bagian dari proses penyemaian adalah proses peletakan benih ke dalam *rockwool*. *Vacuum seeder* otomatis adalah alat penyemai benih yang menggunakan tekanan *vacuum* untuk proses *pick and palce* benih. Tetapi *vacuum seeder* otomatis pada penelitian-penelitian sebelumnya hanya dirancang untuk proses *pick and place* benih pada *tray* menggunakan media tanah. Karena itu diperlukan *vacuum seeder* otomatis yang dapat melakukan proses *pick and palce* benih sayuran hidroponik pada media *rockwool*.

Seluruh proses pada *Vacuum seeder otomatis* berlangsung di atas *conveyor belt* yang digerakkan oleh *stepper* motor untuk selanjutnya dilakukan urutan proses pelubangan *rockwool* dan *seeder* pada setiap baris *tray rockwool*. Pada mekanisme pelubang *rockwool* terdapat 11 kepala pelubang yang dapat naik turun untuk melubangi *rockwool* per baris. Pada mekanisme *seeder* terdapat 11 jarum suntik yang dapat berputar dan dapat naik turun untuk proses *pick and palce* benih per baris, dan terdapat pompa *vacuum*, solenoid *valve*, regulator tekanan angin, dan *vacuum gauge* yang berfungsi untuk memberikan dan melepaskan tekanan *vacuum* pada kepala jarum. Gerakan naik turun pada mekanisme pelubang *rockwool* dan *seeder* menggunakan mekanisme *crank and slider* dan *worm gear motor* sebagai penggerak. Gerakan berputar pada mekanisme *seeder* menggunakan *stepper* motor. *Vacuum seeder* otomatis menggunakan *microcontroller STM32 Mapple Mini* sebagai pengendali, sensor *IR proximity* untuk mendeteksi posisi *tray* di atas *conveyor*, dan sensor *hall magnetic* untuk mendeteksi posisi mekanisme pelubang *rockwool* dan *seeder*.

Berdasarkan data pengamatan dari 4x percobaan untuk kelompok benih bulat dan kelompok benih pipih, keberhasilan lubang pada *rockwool* terisi tepat 1 biji benih memiliki rata-rata persentase 95.959 % untuk kelompok benih bulat dan 83.838 % untuk kelompok benih pipih. Kelompok benih bulat memiliki persentase tertinggi karena pada saat terisap, benih dapat menutupi seluruh lubang jarum.

**Kata Kunci:** Hidroponik, Penyemaian, *Vacuum Seeder*, Benih Sayuran, *Rockwool*, *Tray*, Otomatis.

# **DESIGN AND REALIZATION OF AUTOMATIC VACUUM SEEDER FOR HYDROPONICS VEGETABLES SEEDS ON ROCKWOOL**

**Nathaniel Lowell**

**NRP : 1622042**

**e-mail : [1622042@eng.maranatha.edu](mailto:1622042@eng.maranatha.edu)**

## **ABSTRACT**

*The cultivation of plants with hydroponic methods requires a routine seeding process so that vegetables can be harvested every day. One part of the seeding process is placing the seeds on the media to be used namely rockwool. Automatic vacuum seeder is a seeds seeder that uses vacuum pressure to pick and place the seeds. However, automatic vacuum seeder in previous works was only designed to pick and place seeds on a tray using soil. Therefore, an automatic vacuum seeder is needed that can pick and place hydroponic vegetable seeds on rockwool.*

*The whole process is done on a belt conveyor moving in steps of row distance of the rockwool tray. In the rockwool perforation mechanism there are 11 hole heads that can go up and down to perforate the rockwool per row. In the seeder mechanism, there are 11 needles that can rotate, and can go up and down for the pick and place process of seeds per row, and there is a vacuum pump, solenoid valve, air pressure regulator, and vacuum gauge which functions to provide and release vacuum pressure on the needles head. The up and down movement of the rockwool perforation and seeder mechanism uses the crank and slider mechanism and the worm gear motor as a drive. The rotating movement of the seeder mechanism uses a stepper motor. Automatic vacuum seeder use STM32 Mapple Mini microcontroller as controller, IR proximity sensor to detect tray position in conveyor, and magnetic hall sensor to detect the position of rockwool and seeder hole mechanism.*

*Based on observation data from 4 trial, the hole in the rockwool were filled with exactly 1 seed with an average percentage of 95,959% for the round seeds group and 83,838% for the flat seeds group. Round seed groups have the highest percentage because when sucked, the seed can cover the entire needle hole.*

**Keywords:** *Hydroponics, Seeding, Vacuum Seeder, Vegetable Seeds, Rockwool, Tray, Automatic.*

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL   |      |
| LEMBAR PENGESAHAN                                     |      |
| PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR           |      |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR          |      |
| KATA PENGANTAR .....                                  | i    |
| ABSTRAK.....  | iii  |
| ABSTRACT.....   | iv   |
| DAFTAR ISI.....                                       | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                     | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                  | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                | 1    |
| I.1 Latar Belakang.....                               | 1    |
| I.2 Perumusan Masalah.....                            | 2    |
| I.3 Tujuan.....                                       | 2    |
| I.4 Pembatasan Masalah.....                           | 2    |
| I.5 Sistematika Penulisan .....                       | 3    |
| BAB II LANDASAN TEORI.....                            | 4    |
| II.1 Hidroponik dan Penyemaian .....                  | 4    |
| II.1.1 Sistem Mekanisme <i>Seeder</i> .....           | 5    |
| II.2 Prinsip Bernoulli pada Pompa <i>Vacuum</i> ..... | 8    |
| II.3 Jenis Pengontrol .....                           | 10   |
| II.3.1 Pengontrol Kontinu .....                       | 10   |
| II.3.2 Pengontrol Diskrit .....                       | 10   |
| II.3.2.1 <i>Discrete State Process Control</i> .....  | 10   |
| II.4 Momen Gaya atau Torsi.....                       | 11   |
| II.5 <i>Microcontroller</i> STM32 Mapple Mini .....   | 12   |
| II.6 <i>Driver</i> A4988 .....                        | 13   |
| II.7 <i>Driver</i> TB6560 .....                       | 15   |
| II.8 Sensor IR <i>Proximity</i> E18-D80NK.....        | 17   |
| II.9 Sensor <i>Hall Magnetic</i> A3144.....           | 18   |

|  |           |
|--|-----------|
| II.10 Motor <i>Stepper</i> .....   | 19        |
| <b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM</b> .....  | <b>22</b> |
| III.1 Perancangan Sistem Mekanik .....   | 22        |
| III.1.1 Perancangan Mekanisme <i>Conveyor</i> .....  | 24        |
| III.1.2 Perancangan Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....   | 26        |
| III.1.3 Perancangan Mekanisme <i>Seeder</i> .....  | 28        |
| III.1.3.1 Mekanisme Naik Turun <i>Seeder</i> .....   | 29        |
| III.1.3.2 Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> .....   | 31        |
| III.1.3.3 Mekanisme Tekanan <i>Vacuum</i> .....  | 32        |
| III.2 Perancangan Aksi Pengontrol .....  | 39        |
| III.2.1 Perancangan Perangkat Keras .....  | 39        |
| III.2.1.1 Skema Rangkaian Elektronik Bagian Transistor .....   | 42        |
| III.2.1.2 Skema Rangkaian Elektronik Bagian Modul <i>Stepper</i> Motor A4988 .....                           | 43        |
| III.2.1.3 Skema Rangkaian Elektronik Bagian <i>Output Relay</i> .....  | 44        |
| III.2.1.4 Skema Rangkaian Elektronik Bagian <i>Microcontroller</i> dan <i>Input</i> atau <i>Output</i> ..... | 45        |
| III.2.2 Sketsa 3D Keseluruhan Alat .....   | 49        |
| III.2.3 Diagram Alir .....   | 50        |
| III.2.3.1 Diagram Alir proses <i>Set</i> Posisi Awal Mekanisme .....   | 54        |
| III.2.3.2 Diagram Alir Proses Penempatan <i>Tray</i> di Bawah Pelubang <i>Rockwool</i> .....                 | 54        |
| III.2.3.3 Diagram Alir Proses Pengendalian Sistem Pelubang <i>Rockwool</i> .....                             | 56        |
| III.2.3.4 Diagram Alir Proses Pengendalian Sistem Naik Turun <i>Seeder</i> .....                             | 56        |
| III.2.3.5 Diagram Alir Proses Pengendalian Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> .....                              | 56        |
| III.2.3.6 Diagram Alir Proses Pengendalian <i>Conveyor</i> .....   | 58        |
| III.3 Realisasi Sistem .....   | 59        |
| III.3.1 Realisasi Mekanisme <i>Conveyor</i> .....  | 62        |
| III.3.2 Realisasi Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....   | 62        |
| III. 3.3 Realisasi Mekanisme <i>Seeder</i> .....   | 65        |
| III.3.3.1 Realisasi Mekanisme Tekanan <i>Vacuum</i> .....  | 67        |
| III.3.4 Realisasi Sistem Elektronik Pengendali .....   | 69        |

|   |     |
|---|-----|
| III.4 Menentukan Tekanan Vacuum, Ukuran Jarum dan kecepatan <i>Vibrator</i> yang Dibutuhkan. .... | 70  |
| III.5 Menentukan Jarak dari Sensor IR 1 sampai Baris Pertama <i>Tray Rockwool</i> .....           | 72  |
| <br>  |     |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....   | 74  |
| IV.1 Pengujian Ketepatan <i>Stepper Motor Conveyor</i> .....                                      | 74  |
| IV.2 Pengujian Ketepatan Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....                                 | 75  |
| IV.3 Pengujian Ketepatan <i>Stepper Motor</i> Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> .....                | 77  |
| IV.4 Pengujian Proses <i>pick and palce</i> Benih .....   | 78  |
| IV.5 Pengujian Keseluruhan Sistem .....   | 80  |
| IV.6 Analisis Data .....  | 82  |
| <br>  |     |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....  | 83  |
| V.1 SIMPULAN .....  | 83  |
| V.2 SARAN .....   | 84  |
| DAFTAR REFERENSI .....  | 85  |
| LAMPIRAN .....  | A-1 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar II.1 Media <i>Rockwool</i> yang Sudah Dipotong-potong.....     | 4  |
| Gambar II.2 <i>Automated Seeder for Small Scale Sowing</i> .....      | 5  |
| Gambar II.3 Mekanisme <i>Seeder</i> .....                             | 5  |
| Gambar II.4 <i>Automated Seed Picker</i> .....                        | 6  |
| Gambar II.5 <i>Automatic Seeding Machine A35 Matic</i> .....          | 7  |
| Gambar II.6 Cara Kerja Pompa <i>Vacuum</i> .....                      | 8  |
| Gambar II.7 <i>Process and Controller</i> .....                       | 11 |
| Gambar II.8 STM32 Mapple Mini.....                                    | 12 |
| Gambar II.9 A4988 Motor <i>Stepper Driver</i> .....                   | 13 |
| Gambar II.10 <i>Function Block Diagram Stepper Driver A4988</i> ..... | 14 |
| Gambar II.11 <i>Pin Out Stepper Driver TB6560</i> .....               | 15 |
| Gambar II.12 <i>Block Diagram Stepper Driver TB6560</i> .....         | 16 |
| Gambar II.13 Sensor IR E18-D80NK.....                                 | 18 |
| Gambar II.14 Diagram Skematik Sensor IR E18-D80NK.....                | 18 |
| Gambar II.15 Sensor <i>Hall Magnetic A3144</i> .....                  | 19 |
| Gambar II.16 <i>A3144 Function Block Diagram</i> .....                | 19 |
| Gambar II.17 Model Sederhana <i>Stepper Motor</i> .....               | 20 |
| Gambar II.18 Posisi Langkah <i>Stepper Motor</i> .....                | 21 |
| <br>  |    |
| Gambar III.1 Diagram Alir Proses <i>Sequential</i> .....              | 23 |
| Gambar III.2 Rangka <i>Conveyor</i> .....                             | 24 |
| Gambar III.3 <i>Belt Conveyor</i> yang Sudah Terpasang .....          | 24 |
| Gambar III.4 Cara untuk Mencari Gaya Tarik yang Dibutuhkan .....      | 25 |
| Gambar III.5 Gaya Tarik Terbesar Didapat 27.65 N .....                | 25 |
| Gambar III.6 Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....                 | 26 |
| Gambar III.7 Gaya Angkat yang Dibutuhkan Sebesar 14.50 N.....         | 27 |
| Gambar III.8 Mekanisme <i>Seeder</i> .....                            | 29 |
| Gambar III.9 Motor <i>Vibrator</i> .....                              | 29 |
| Gambar III.10 Gaya Angkat yang Dibutuhkan Sebesar 13.90 N.....        | 30 |
| Gambar III.11 Mekanisme <i>Seeder</i> .....                           | 31 |
| Gambar III.12 Perancangan Mekanisme Tekanan <i>Vacuum</i> .....       | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar III.13 Benih Pak Choi.....   | 33 |
| Gambar III.14 Benih Caisim.....   | 33 |
| Gambar III.15 Benih Kale.....   | 33 |
| Gambar III.16 Benih Selada.....   | 34 |
| Gambar III.17 Benih Siomak.....   | 34 |
| Gambar III.18 Sambungan Pompa <i>Vacuum</i> , Regulator Tekanan Angin, <i>Vacuum Gauge</i> , dan <i>Mounting</i> Kepala Jarum untuk Proses Uji Coba ..... | 35 |
| Gambar III.19 <i>Mounting</i> Kepala Jarum .....  | 35 |
| Gambar III.20 Pompa <i>Vacuum</i> untuk Uji Coba.....   | 35 |
| Gambar III.21 Proses Pencarian Tekanan <i>Vacuum</i> dan Uji Coba Ukuran Jarum yang Dibutuhkan.....   | 36 |
| Gambar III.22 Jarum Suntik Ukuran 20G, 21G, 22G, 24G untuk Uji Coba .....   | 36 |
| Gambar III.23 Diagram Blok Sistem .....   | 40 |
| Gambar III.24 Diagram Blok Kontrol.....   | 41 |
| Gambar III.25 Diagram Blok <i>Wiring</i> .....  | 41 |
| Gambar III.26 Skema Rangkaian Elektronik Bagian Transistor .....  | 42 |
| Gambar III.27 Skema Rangkaian Elektronik Bagian Modul <i>Stepper</i> Motor A4988 .....  | 43 |
| Gambar III.28 Skema Rangkaian Elektronik Bagian <i>Output Relay</i> .....   | 44 |
| Gambar III.29 Skema Rangkaian Elektronik Bagian <i>microcontroller</i> dan <i>Input</i> atau <i>Output</i> .....  | 45 |
| Gambar III.30 Skema Rangkaian Elektronik STM32F103 Mapple Mini.....   | 46 |
| Gambar III.31 <i>Wiring Diagram</i> Sensor IR <i>Proximity</i> E18-D80NK .....  | 47 |
| Gambar III.32 Konfigurasi <i>Pin</i> Sensor <i>Hall Magnetic</i> A3144.....   | 47 |
| Gambar III.33 Sketsa 3D Keseluruhan Alat .....  | 49 |
| Gambar III.34 Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....  | 49 |
| Gambar III.35 Mekanisme <i>Seeder</i> .....   | 49 |
| Gambar III.36 Diagram Alir Program Utama Bagian 1.....  | 52 |
| Gambar III.37 Diagram Alir Program Utama Bagian 2.....  | 53 |
| Gambar III.38 Diagram Alir Proses <i>Set</i> Posisi Awal Mekanisme .....  | 54 |
| Gambar III.39 Diagram Alir Proses Penempatan <i>Tray</i> di Bawah Pelubang <i>Rockwool</i> .....  | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar III.40 Diagram Alir Proses Pengendalian Sistem Pelubang <i>Rockwool</i> ...  | 55 |
| Gambar III.41 Diagram Alir Proses Pengendalian Sistem Naik Turun <i>Seeder</i> ...  | 57 |
| Gambar III.42 Diagram Alir Proses Pengendalian Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> .....   | 57 |
| Gambar III.43 Diagram Alir Proses Pengendalian <i>Step Conveyor</i> .....   | 58 |
| Gambar III.44 Realisasi Keseluruhan Sistem .....  | 59 |
| Gambar III.45 Realisasi Keseluruhan Sistem .....  | 60 |
| Gambar III.46 Posisi Penempatan Sensor <i>Hall Magnetic</i> .....   | 61 |
| Gambar III.47 Posisi Awal Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> , Mekanisme <i>Seeder</i><br>dan Posisi Penempatan Magnet..... | 61 |
| Gambar III.48 Realisasi Mekanisme <i>Conveyor</i> .....   | 62 |
| Gambar III.49 Realisasi Mekanisme Pelubang <i>Rockwool</i> .....  | 63 |
| Gambar III.50 Kayu Bengkirai yang Digunakan untuk Memasang Pelubang<br><i>Rockwool</i> .....                                | 64 |
| Gambar III.51 <i>List</i> Aluminium U yang Dipasang Menggunakan Mekanisme Per64   |    |
| Gambar III.52 <i>List</i> Aluminium U ketika Ditekan .....  | 64 |
| Gambar III.53 Mekanisme Naik Turun <i>Seeder</i> dan Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> ...                                     | 65 |
| Gambar III.54 <i>Mounting</i> Kepala Jarum Ukuran 24G yang Sudah Terpasang.....   | 66 |
| Gambar III.55 <i>Mounting</i> Kepala Jarum Ukuran 20G (Kuning) dan 24G (Ungu)   | 66 |
| Gambar III.56 Posisi Pemasangan Sensor <i>Hall Magnetic</i> 4 .....   | 67 |
| Gambar III.57 Realisasi Mekanisme Tekanan <i>Vacuum</i> .....   | 68 |
| Gambar III.58 Posisi Pemasangan Mekanisme Tekanan <i>Vacuum</i> di Bawah <i>Box</i><br>Elektronik.....                      | 68 |
| Gambar III.59 Realisasi Sistem Elektronik Pengendali .....  | 69 |
| Gambar III.60 Kepala Jarum Berada di Dalam Tempat Benih.....  | 70 |
| Gambar III.61 Motor <i>Vibrator</i> Aktif.....  | 70 |
| Gambar III.62 Tekanan <i>Vacuum</i> yang Didapat.....   | 70 |
| Gambar III.63 Contoh Benih Pak Choi yang Berhasil Terisap dengan Kepala<br>Jarum Ukuran 20G .....                           | 71 |
| Gambar III.64 Contoh Benih Siomak yang Berhasil Terisap dengan Kepala Jarum<br>ukuran 24G.....                              | 71 |
| Gambar III.65 Langkah Pertama Menentukan Jarak Kepala Pelubang dari Sensor<br>IR 1.....                                     | 72 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar III.66 Langkah ke Dua Menentukan Jarak Kepala Pelubang dari Sensor<br>IR 1..... | 72 |
| Gambar III.67 Jarak yang Terbaca Adalah 5.6 cm .....                                   | 73 |
| <br>   |    |
| Gambar IV.1 <i>Step Conveyor</i> Dimulai dari 0 cm.....                                | 74 |
| Gambar IV.2 Pengujian <i>step Conveyor</i> Setiap 1 cm.....                            | 74 |
| Gambar IV.3 Pengujian <i>step Conveyor</i> Setiap 2.5 cm.....                          | 74 |
| Gambar IV.4 <i>Rockwool</i> yang Sudah Dilubangi .....                                 | 75 |
| Gambar IV.5 Titik Tengah Target Pelubang <i>Rockwool</i> .....                         | 76 |
| Gambar IV.6 Pengujian <i>Stepper Motor</i> Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i> .....        | 77 |
| Gambar IV.7 Proses Uji Coba Mekanisme <i>Pick and Place</i> .....                      | 78 |
| Gambar IV.8 Hasil Uji Coba <i>Pick and Place</i> ke-1 .....                            | 79 |
| Gambar IV.9 Hasil Uji Coba <i>Pick and Place</i> ke-2 .....                            | 79 |
| Gambar IV.10 Hasil Uji Coba <i>Pick and Place</i> ke-3 .....                           | 79 |
| Gambar IV.11 <i>Tray Rockwool</i> pada <i>Tray Guide</i> .....                         | 80 |
| Gambar IV.12 Benih Pipih yang Berada di Dalam Lubang <i>Rockwool</i> .....             | 81 |
| Gambar IV.13 Benih Bulat yang Berada di Dalam Lubang <i>Rockwool</i> .....             | 81 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel II.1 Tabel Kebenaran Resolusi <i>Driver</i> A4988 .....   | 14 |
| Tabel II.2 Spesifikasi <i>Driver</i> A4988 .....  | 14 |
| Tabel II.3 Tabel Kebenaran <i>Running Current Driver</i> TB6560.....                                    | 16 |
| Tabel II.4 Tabel Kebenaran <i>Decay Setting Driver</i> TB6560 .....                                     | 16 |
| Tabel II.5 Tabel Kebenaran Resolusi <i>Step Driver</i> TB6560 .....                                     | 16 |
| Tabel II.6 Tabel Kebenaran <i>Stop Current Driver</i> TB6560 .....                                      | 17 |
| Tabel II.7 Spesifikasi <i>Stepper Driver</i> TB6560 .....   | 17 |
| Tabel III.1 Uji Coba Ukuran Jarum untuk Masing-Masing Benih .....                                       | 37 |
| Tabel III.2 Tekanan <i>Vacuum</i> , Ukuran Jarum, dan Kecepatan <i>Vibrator</i> yang<br>Dibutuhkan..... | 71 |
| Tabel IV.1 Hasil Pengujian <i>Step Conveyor</i> Setiap 1 cm.....  | 75 |
| Tabel IV.2 Hasil Pengujian <i>Step Conveyor</i> Setiap 2.5 cm.....                                      | 75 |
| Tabel IV.3 Hasil Pengujian Ketepatan Pelubang <i>Rockwool</i> .....                                     | 76 |
| Tabel IV.4 Hasil Pengujian ketepatan <i>Stepper</i> Motor Mekanisme Rotasi <i>Seeder</i>                | 77 |
| Tabel IV.5 Hasil Pengujian Proses <i>Pick and Place</i> .....   | 79 |
| Tabel IV.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....  | 82 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |     |
|---|-----|
| <u>Lampiran A Listing program Automatic Vacuum Seeder.ino .....</u> | A-1 |
| <u>Lampiran B Listing program B CONVEYOR.h.....</u>                 | B-1 |
| <u>Lampiran C Listing program C SEEDER STEPPER.h .....</u>          | C-1 |
| <u>Lampiran D Listing program D WORM GEAR RW.h.....</u>             | D-1 |
| <u>Lampiran E Listing program E WORM GEAR SD.h.....</u>             | E-1 |

