

RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ALAT SORTASI BUAH TIPE GRAVITASI

(Design and Development of Fruit Sortation Gravitation Type)

Andre Agasi Hutabarat^{1,2)}, Taufik Rizaldi¹⁾

¹⁾Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jl. Prof Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

²⁾Email: andreagasihutabarat2@gmail.com

Diterima: 18 Januari 2019/ Disetujui: 19 Januari 2019

ABSTRACT

Sorting is an important step in handling post-harvest fruits to extend fruit shelf life and increase fruit selling value. To speed up the sorting process a tool is needed to be able to sort quickly. At this time also needed an environmentally friendly tool to prevent global warming. Therefore, it is necessary to design an gravity-friendly fruit sorting device and test the performance of the equipment. This study was aimed to design and make fruit sorting equipment based on size that can help farmers in sorting fruit. From the results of the design, this equipment could accommodate 12 kg of fruit. Testing this tool was done on citrus fruits, tomatoes and passion fruit. From the results of equipment performance testing, it effectively works on a slope of 12°. The effective capacity in citrus fruits is 225 kg / hour, in tomatoes 277 kg / hour and in passion fruits 278 kg / hour. Fruit uniformity in citrus fruits, tomatoes and passion fruits with a slope of 12° were 72.92%, 76.36% and 86.11%, respectively. Economic analysis shows the basic cost of Rp. 48.04 / year. Break Event Point value was 14,408.77 kg / year. The NPV value produced was more than 0 and the IRR (Internal Rate of Return) was 77%.

Keywords: Design, Equipment Effective Capacity, Fruit Uniformity, Sortation

ABSTRAK

Sortasi merupakan tahapan yang penting dalam menangani pasca panen buah-buahan untuk memperpanjang umur simpan buah dan meningkatkan nilai jual buah. Untuk mempercepat proses penyortiran dibutuhkan alat untuk dapat menyortir dengan cepat. Pada saat ini juga dibutuhkan alat yang ramah lingkungan untuk mencegah pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan perancangan alat sortasi buah tipe gravitasi yang ramah lingkungan dan pengujian kinerja alat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat sortasi buah berdasarkan ukuran yang dapat membantu petani dalam menyortir buah. Dari hasil perancangan, alat ini dapat menampung buah 12 kg. Pengujian alat ini dilakukan pada buah jeruk, tomat dan markisa. Dari hasil pengujian kinerja alat, alat ini efektif bekerja pada kemiringan 12°. Kapasitas efektif alat pada buah jeruk adalah 225 kg/jam, pada buah tomat 277 kg/jam dan pada buah markisa 278 kg/jam. Keseragaman buah pada buah jeruk, tomat dan markisa dengan kemiringan 12 ° berturut-turut adalah 72.92%, 76.36% dan 86.11%. Analisis ekonomi menunjukkan biaya pokok sebesar Rp 48,04/tahun. Nilai Break Event Point sebesar 14.408,77 kg/tahun. Nilai NPV yang dihasilkan lebih dari 0 dan IRR (Internal Rate of Return) sebesar 77%.

Kata kunci: Desain, Kapasitas Efektif Alat, Keseragaman Buah, Sortasi

PENDAHULUAN

Pada zaman yang semakin canggih ini, teknologi berkembang dengan sangat pesat. Kebutuhan manusia juga semakin banyak yang bergantung dengan teknologi, baik dalam bidang komunikasi, pendidikan, bahkan dalam bidang perkebunan. Sampai saat ini teknologi yang membantu manusia di bidang perkebunan kurang berkembang.

Buah dan sayur terkenal akan kandungan vitamin dan antioksidan yang mampu memperbaiki regenerasi sel, mencegah penyakit

tertentu dan banyak manfaat lainnya yang bisa kita ambil dari buah. Buah tomat banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan dunia. Konsumsi tomat segar dan olahan meningkat terus seiring dengan kebutuhan manusia pada gizi yang seimbang. Namun hingga sekarang para petani tomat di Indonesia masih kerepotan untuk memenuhi permintaan tomat segar dan olahan. Umumnya, permasalahan yang sering terjadi dihadapi oleh para petani tomat di Indonesia adalah teknologi budaya, seperti pemilihan bibit, penanaman, pemupukan,

pengendalian hama dan penyakit, serta penanganan pasca panen (Wiryanta, 2002).

Buah-buahan merupakan suatu komoditas yang menguntungkan karena keaneragaman varietas dan didukung oleh iklim yang sesuai, sehingga menghasilkan berbagai buah-buahan yang sangat bervariasi dan menarik. Namun, apabila setelah dipanen tidak ditangani dengan baik, kualitas hasil panen buah-buahan akan menurun secara bertahap, sejalan dengan berlangsungnya respirasi, transpirasi, dan pengaruh parasitik atau mikrobiologis yang dapat mengakibatkan kerusakan pada buah disebabkan hama dan penyakit.

Kerusakan yang terjadi pada hasil buah-buahan dapat mengakibatkan kehilangan bobot, mutu, harga, keamanan, pasar dan kepercayaan. Pada kebanyakan tanaman hortikultura, jika proses pemanenan dilakukan secara bersamaan dapat dipastikan akan mendapat banyak produk yang belum matang atau terlalu matang. Dengan menggunakan indeks kematangan sebagai standard panen maka akan sangat mengurangi susut saat pre-sortasi.

Kondisi kematangan dari buah tropis akan sangat terlihat dari warnanya, apakah buah tersebut masih mentah, setengah matang, matang atau sudah busuk. Oleh karena itu ekstraksi ciri warna dari buah tropis akan dapat dimanfaatkan untuk mengetahui tingkat kematangan dari buah tersebut untuk kepentingan industri.

Penelitian sebelumnya tentang rancang bangun alat sortasi tipe gravitasi juga mendasari penelitian ini. Penelitian sebelumnya masih sangat sederhana dan membutuhkan pengawasan operator secara intens. Kemudian penulis melakukan beberapa pembahasan yang mendalam untuk mengangkat kembali judul penelitian ini dengan menambahkan pendorong pada keluaran *hopper*. Diharapkan dapat mengefisienkan kerja dari operator, dan mengurangi tingkat kelelahan dari operator saat penyortiran dilaksanakan.

Dalam penanganan pasca panen buah-buahan ini salah satu masalah yang terjadi adalah kurangnya kualitas dalam penyortiran berdasarkan ukuran. Dalam proses penyortiran masih dilakukan oleh tenaga manusia. Oleh sebab itu, penulis berusaha membantu para petani perkebunan buah-buahan dengan membuat alat berupa alat sortasi buah tipe gravitasi dan dengan adanya alat ini, maka otomatisasi pada tahap penyortiran buah dapat terlaksana.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat sortasi buah berdasarkan

ukuran yang dapat membantu petani dalam menyortir buah .

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah besi siku, plat besi, pipa *stainlesteel*, cat, dan juga buah. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin las, gerinda, meteran, mistar siku, *rolling plat*, amplas, kunci pas, kuas, *stopwatch*, kalkulator, dan kamera.

Prosedur Penelitian

Pembuatan alat

Alat akan dirancang berdasarkan rumus-rumus komponen alat yang telah dikumpulkan, kemudian dimodelkan secara grafis dalam bentuk 3 dimensi menggunakan aplikasi *Solidworks*. Tahapan penelitian yang akan dilakukan :

1. Dipersiapkan semua literatur yang akan dijadikan referensi
2. Dirancang alat dengan menggunakan perhitungan yang didapat dari literatur
3. Dirancang alat dengan aplikasi *CADSolidworks*
4. Dibuat alat sesuai dengan perhitungan dan perancangan sebelumnya

Pengujian alat

Pengujian alat sortasi buah ini dilakukan dengan tiga kali ulangan untuk setiap buah yang akan diuji.

Prosedur pensortiran buah jeruk

1. Menyiapkan alat sortasi buah jeruk yang akan diuji
2. Menyiapkan 60 buah sejenis yang terdiri dari 15 buah grade A, 15 buah grade B, 15 buah grade C, dan 15 buah grade D
3. Menandai setiap buah berdasarkan klasifikasinya
4. Menyampur keseluruhan buah yang akan disortir
5. Melakukan pengujian menggunakan alat sortasi buah tipe gravitasi
6. Mengambil data dari hasil pengujian

Prosedur pensortiran buah tomat

1. Menyiapkan alat sortasi buah tomat yang akan diuji
2. Menimbang buah grade A, B, dan C, kemudian diukur diameter tiap grade
3. Menandai setiap buah berdasarkan klasifikasinya
4. Menyampur keseluruhan buah yang akan disortir

5. Melakukan pengujian menggunakan alat sortasi buah tipe gravitasi
6. Mengambil data dari hasil pengujian

Prosedur pensortiran buah markisa

1. Disiapkan alat sortasi buah tomat yang akan diuji
2. Menimbang buah grade A, B, C, dan D, kemudian diukur diameter tiap grade
3. Menandai setiap buah berdasarkan klasifikasinya
4. Menyampur keseluruhan buah yang akan disortir
5. Melakukan pengujian menggunakan alat sortasi buah tipe gravitasi
6. Mengambil data dari hasil pengujian.

Parameter yang diamati

Kapasitas efektif alat, keseragaman buah dan analisis ekonomi alat sortasi buah tipe gravitasi.

Gambaran Umum Alat

Buah yang dapat disortasi pada alat sortasi buah tipe gravitasi ini adalah buah yang berbentuk bundar dan warna mentah dan matangnya dapat dibedakan. Pada proses penyortasian memanfaatkan gaya gravitasi untuk menggulingkan buah pada jalur sortasi.

Alat sortasi tipe gravitasi ini merupakan suatu alat yang ditujukan untuk memilah buah berdasarkan ukuran dan kematangan, sehingga dapat mempercepat proses penyortasian buah, menambah nilai jual buah, dan mempertahankan mutu buah setelah dipanen. Setelah buah masuk kedalam jalur sortasi ukuran, maka proses pemilahan buah akan dimulai berdasarkan ukuran buah.

Rancangan Fungsional

Untuk memenuhi tujuan dari alat ini, maka alat ini akan memiliki komponen-komponen yang bekerja dengan fungsi yang berbeda-beda. Fungsi-fungsi tersebut dapat dikategorikan antara lain ; rangka untuk memberi bentuk pada alat dan tempat pemasangan komponen alat yang lain; hopper untuk menampung buah; motor servo untuk mendorong dan membuka pintu pemilah; pipa *Stainless Steel* untuk memilah buah berdasarkan ukuran buah, diameter pipa yang akan digunakan adalah 2 inci dengan tebal pipa 1 mm ; jalur untuk mengarahkan buah menuju pipa sortasi; Corong *output* untuk mengarahkan buah agar jatuh pada posisi yang diinginkan.

Rancangan Struktural

Dalam penentuan struktural komponen alat, beberapa dimensi dari beberapa komponen akan disesuaikan dengan kebutuhan :

Rangka

Rangka akan dibuat dengan menggunakan besi siku. Tebal plat besi rangka ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu Modulus Elastisitas bahan (ME), Momen Inersia (I) dan tegangan geser izin bahan ($T\alpha$).

$$T_{rangka} = \frac{M_{maks} \times Y}{I} \quad (1)$$

Dengan:

M_{maks} = momen maksimum
 Y = jarak titik berat
 I = momen inersia

Hopper

Hopper yang direncanakan berbentuk trapesium. Perencanaan kapasitas penyimpanan hopper ditentukan oleh kemaksimalan buah jatuh kedalam saluran buah dan kemampuan kerangka alat untuk menahan beban. Maka volume hopper dapat ditentukan dengan persamaan :

$$V = \left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right) \{ (p \times l) - (a \times t) \} \quad (2)$$

Dengan:

V = volume
 T_1 = tinggi sisi 1
 T_2 = tinggi sisi 2
 p = panjang
 l = lebar
 a = alas
 t = tinggi

Saluran

Kemiringan saluran buah dapat ditentukan sesuai dengan kecepatan jatuhnya buah yang diinginkan. Kecepatan buah dapat dicari dengan rumus :

$$V = \sqrt{\frac{10gh}{7}} \quad (3)$$

Dengan:

V = kecepatan
 g = gaya gravitasi (9.82 m/s²)
 h = ketinggian saluran

Analisis Ekonomi

Biaya Tetap

- Biaya penyusutan (metode garis lurus)
 Metode ini merupakan metode termudah dalam perhitungan depresiasi menggunakan metode ini untuk menghitung depresiasi per tahun digunakan rumus sebagai berikut

$$D_n = \frac{P - S}{N} \quad (4)$$

Dimana:

D_n = Biaya penyusutan pada tahun ke-n (Rp/tahun)

P = Harga awal (Rp)

S = Harga akhir, 10% dari harga awal (Rp)

N = Perkiraan umur ekonomis (tahun)

- Biaya bunga modal dihitung dengan rumus

$$I = \frac{iP(N+1)}{2N} \quad (5)$$

Dimana

I = Tingkat bunga modal dan asuransi (8% pertahun)

P = Harga awal (Rp)

N = Perkiraan umur ekonomis (tahun)

- Biaya Pajak

$$Pajak = 2\% \times P \quad (6)$$

dimana:

2% = Ketetapan nilai pajak

P = Harga awal (Rp)

Biaya tidak tetap

- Biaya perbaikan dan pemeliharaan alat (reperasi)

$$Reperasi = \frac{1,2\%(P - S)}{x \text{ Jam}} \quad (7)$$

- Biaya operator
Biaya operator per hari Rp17.622,26 /jam

Break Event Point (BEP)

Analisis *break even point* adalah suatu Teknik analisis untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya variable, keuntungan dalam pengangkutan.

$$X = \frac{F}{R - V} \quad (8)$$

Net Present Value (NPV)

$$CIF - COF \geq 0 \quad (9)$$

dimana:

CIF = cash inflow

COF = cash outflow

Untuk menghitung keuntungan yang diharapkan dari investasi yang dilakukan (dalam %).

Bertindak sebagai tingkat bunga modal dalam perhitungan.

Penerimaan (CIF) = pendapatan x ($P/A, i, n$) + Nilai akhir x ($P/F, i, n$)

Pengeluaran (COF) = Investasi + pembiayaan ($P/A, i, n$)

dimana :

$NPV > 0$, berarti usaha yang telah dilaksanakan menguntungkan;

$NPV < 0$, berarti sampai dengan t tahun investasi proyek tidak menguntungkan;

$NPV = 0$, berarti tambahan manfaat sama dengan tambahan biaya yang dikeluarkan (Pudjosumarto, 1998).

Internal Rate of Return (IRR)

Metode IRR digunakan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan tingkat kemampuan *cash flow* dalam bentuk % periode tertentu. Harga IRR dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IRR = i_1 - \left(\frac{NPV_2}{NPV_2 - NPV_1} \times (i_1 - i_2) \right) \quad (10)$$

Dimana:

i_1 = suku bunga bank paling atraktif

i_2 = suku bunga coba-coba

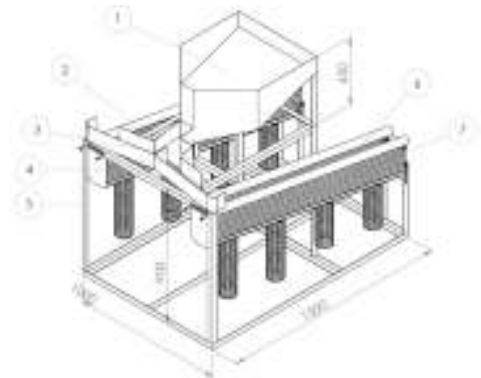
NPV_1 = NPV awal pada i_1

NPV_2 = NPV awal pada i_2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Konseptual Alat

Proses desain alat sortasi buah tipe gravitasi ini menggunakan aplikasi CAD *Solidworks*. Alat ini didesain untuk dapat menyortir buah berbentuk bulat yang dapat menggelinding seperti jeruk, tomat dan markisa. Alat ini memanfaatkan gaya gravitasi dalam proses sortasinya, sehingga tidak membutuhkan motor atau penggerak.



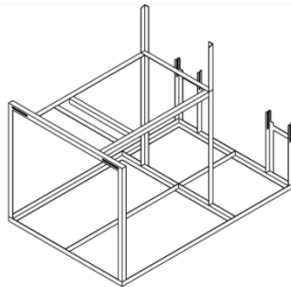
Gambar 1. Rancangan alat sortasi buah tipe gravitasi

Keterangan:

1. Hopper
2. Saluran sortasi
3. Saluran buah
4. Jaring keluaran 1
5. Rangka alat
6. Saluran sortasi 2
7. Jaring keluaran 2

Rangka

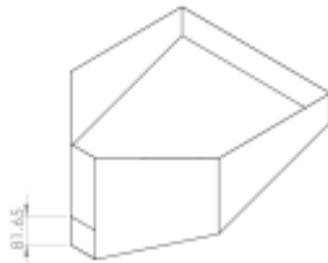
Rangka memiliki ukuran panjang sebesar 1500 mm, lebar 1000 mm dan tinggi 1350 mm. Pada bagian depan dan belakang rangka terdapat bagian untuk meletakkan saluran sortasi. Rangka alat ini menggunakan besi siku dengan dimensi 35 mm x 35 mm x 2 mm. Berat keseluruhan beban yang dibebankan pada rangka adalah 12 kg.



Gambar 2. Rangka

Hopper

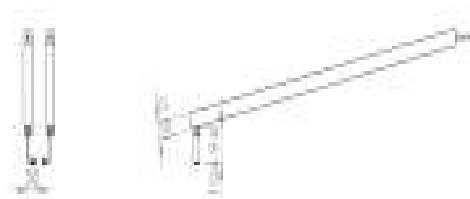
Hopper memiliki tinggi 350 mm, panjang 700 mm, lebar 600 mm dan tebal plat 0.5 mm. Hopper dibuat dari bahan plat *stainless*. Hopper dibuat terhubung dengan saluran buah yang mengarah ke saluran sortasi buah. Dari hasil perhitungan dimensi hopper diketahui bahwa volume dari hopper adalah 0.08 m³ dan dapat menampung 12 kg buah.



Gambar 3. Hopper

Saluran Sortasi

Saluran sortasi memiliki panjang 1500 mm dan memakai bahan *stainless* berbentuk tabung berdiameter 50.8 mm dengan tebal 1 mm. kemiringan saluran sortasi ini dapat diatur 10° hingga 14°. Saluran sortasi terhubung dengan rangka alat yang diikat oleh baut.



Gambar 4. Saluran sortasi

Kemiringan Alat

Dari hasil perhitungan secara teoritis didapatkan kecepatan buah pada kemiringan 10°, 12° dan 14° berturut-turut adalah 1.91 m/s, 2.08 m/s dan 2.24 m/s. Kecepatan buah jeruk yang didapat pada kemiringan 10° adalah 0.58 m/s, pada kemiringan 12° adalah 0.64 m/s dan pada kemiringan 14° sebesar 0.67 m/s. Kecepatan buah tomat yang didapat pada kemiringan 10° adalah 0.59 m/s, pada kemiringan 12° adalah 0.66 m/s dan pada kemiringan 14° sebesar 0.71 m/s. Kecepatan buah markisa yang didapat pada kemiringan 10° adalah 0.64 m/s, pada kemiringan 12° adalah 0.69 m/s dan pada kemiringan 14° sebesar 0.76 m/s.

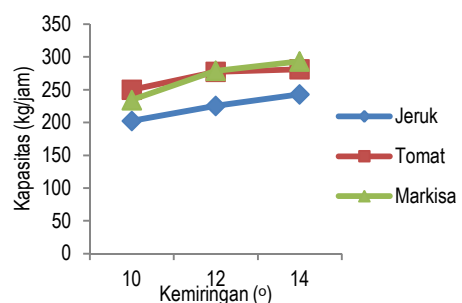
Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas alat adalah kemampuan alat dalam menyortir buah per waktu. Kapasitas alat dirumuskan dengan berat buah jeruk yang disortir (kg) per waktu penyortiran (jam). Data kapasitas alat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan kapasitas alat (kg/jam)

Jenis Buah	Perlakuan	Kapasitas
Jeruk	10°	202.38
	12°	225.33
	14°	243.03
Tomat	10°	250.08
	12°	277.48
	14°	281.39
Markisa	10°	234.12
	12°	278.83
	14°	293.23

Dari Gambar 5 diketahui bahwa sudut kemiringan yang paling efektif dipakai pada alat ini adalah 12°.



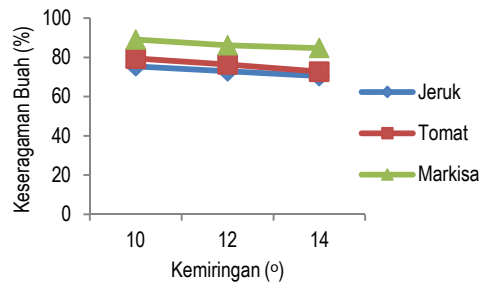
Gambar 5. Grafik kapasitas alat

Keseragaman Buah

Persentase keseragaman buah didapatkan dari pengurangan 100% dengan persentase kesalahan masuknya buah. Semakin tinggi keseragaman buah yang dihasilkan, maka keakuratan alat semakin tinggi. Dilihat dari perbandingan kapasitas dan persentase keseragaman buah pada buah jeruk, alat ini

bekerja efektif pada kemiringan 12° dengan kapasitas kerja 225 kg/jam dan persentase keseragaman buah sebesar 72.92%.

Pada buah tomat, alat ini bekerja efektif pada kemiringan 12° dengan kapasitas kerja 277 kg/jam dan persentase keseragaman buah sebesar 76.36%. Pada buah tomat, alat ini bekerja efektif pada kemiringan 12° dengan kapasitas kerja 278 kg/jam dan persentase keseragaman buah sebesar 86.11%.



Gambar 6. Grafik keseragaman buah

Analisis Ekonomi

Biaya pemakaian alat

Biaya penyortiran merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap proses penyortiran, biaya ini sudah mencakup biaya modal, biaya perbaikan dan biaya operator, sehingga dengan mengetahui biaya penyortiran buah yang harus dikeluarkan maka kita dapat menentukan berapa biaya (upah) yang akan dibayarkan oleh konsumen untuk setiap kali penyortiran buah dalam satu kg. Nilai biaya tetap Rp 720.000/tahun dan biaya tidak tetap Rp 10.052 /jam, sehingga didapat nilai biaya operasional Rp 48,04 kg/tahun.

Break Even Point / BEP

Dari hasil penelitian ini di peroleh nilai BEP yang mencapai titik impas apabila telah melakukan pengangkutan sebanyak 14.408,77 kg/tahun.

Net Present Value / NPV

Net present value (NPV) adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Dalam menginvestasikan modal dalam penambahan alat pada suatu usaha maka NPV ini dapat dijadikan salah satu alternatif dalam analisis *financial*. Pada penelitian dapat diketahui besarnya NPV dengan suku bunga 5 % adalah Rp 57.202.614,8,-/ Tahun. Hal ini berarti usaha ini layak untuk dijalankan karena nilainya lebih besar ataupun sama dengan nol.

Internal rate of return / IRR

Menurut Giatman (2006), yang menyatakan bahwa dengan menggunakan metode IRR

menjelaskan seberapa kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modalnya dan seberapa besar pula kewajiban yang harus dipenuhi. Hasil yang didapat dari perhitungan IRR adalah sebesar usaha ini layak dijalankan apabila bunga pinjaman bank tidak melebihi 77 % sesuai dengan lampiran 5 jika bunga pinjaman di bank melebihi angka tersebut maka usaha ini tidak layak lagi diusahakan.

KESIMPULAN

1. Alat sortasi buah tipe gravitasi ini dapat menampung buah sebanyak 12 kg dengan kapasitas efektif alat pada buah jeruk 225 kg/jam, buah tomat 277 kg/jam dan buah markisa 278 kg/jam.
2. Alat sortasi buah tipe gravitasi ini bekerja dengan efektif pada kemiringan 12°.
3. Keseragaman buah pada buah jeruk, tomat dan markisa dengan kemiringan 12 ° berturut-turut adalah 72.92%, 76.36% dan 86.11%.
4. Alat sortasi buah tipe gravitasi ini dirancang memiliki biaya pokok tiap tahunnya sama yaitu Rp 48,04 /tahun.
5. Alat sortasi buah tipe gravitasi ini akan mencapai *Break even point* apabila telah melakukan penyortiran sebanyak 14.408,77 kg/tahun.
6. Alat layak digunakan/menguntungkan karena NPV yang dihasilkan > 0 yaitu sebesar Rp 57.202.614,8,-/tahun dengan suku bunga yang digunakan 5% dan Rp 35.316.308,1,-/tahun dengan suku bunga coba-coba 25%.
7. *Internal rate of return* pada alat ini adalah sebesar 77 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Giatman, M. 2006. Ekonomi Teknik. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Wiryanta, B.T. W. 2002. Bertanam Tomat. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Waldiyono. 2008. Ekonomi Teknik (Konsep, Teori dan Aplikasi). Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Pujawan, I.N. 2009. Ekonomi Teknik. Guna Widya. Surabaya
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradnya Paramita, Jakarta.