

ABSRTAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh karakteristik fisik limbah terhadap kinerja prototipe mesin sortir limbah semi-otomatis berbasis blower dan menghasilkan desain ulang untuk meningkatkan efektivitas sortir. Metode eksperimen kuantitatif digunakan dengan objek uji limbah anorganik kering (Botol PE, kaleng timah, dan Cup PET). Variabel independen adalah kecepatan aliran udara (20, 25, 30 m/s) dan massa limbah (200, 400, 600 g), dicampur limbah organik 30% sebagai pengganggu dengan tiga kali ulangan. Analisis data menggunakan ANOVA Dua Arah melalui Minitab dan evaluasi desain dengan SolidWorks. Hasil menunjukkan karakteristik fisik limbah berpengaruh signifikan terhadap pemilahan. Limbah lebih ringan dengan rasio luas permukaan terhadap massa besar (PET) lebih mudah terpilah. Pada kaleng timah, kecepatan dan massa berpengaruh signifikan individu ($p < 0,05$), sedangkan pada HDPE hanya interaksi keduanya yang signifikan ($p < 0,05$). Efisiensi tertinggi mencapai 86,6% pada kecepatan 25-30 m/s. Penyesuaian desain meliputi peningkatan tinggi hopper 150 mm dan penambahan pelat samping konveyor.

Kata kunci: Mesin pemilah sampah semi-otomatis, karakteristik sampah, penyesuaian mesin, *Two-way anova*.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of physical characteristics of waste on the performance of a blower-based semi-automatic waste sorting machine prototype and produce a redesign to improve sorting effectiveness. A quantitative experimental method was used with dry inorganic waste (HDPE plastic, tin cans, and PET plastic) as test objects. The independent variables were air flow velocity (20, 25, 30 m/s) and waste mass (200, 400, 600 g), mixed with 30% organic waste as a disturbance with three replications. Data analysis used Two-Way ANOVA via Minitab and design evaluation with SolidWorks. The results showed that the physical characteristics of waste had a significant effect on sorting. Lighter waste with a large surface area to mass ratio (PET) was easier to sort. In tin cans, speed and mass had a significant individual effect ($p < 0.05$), while in HDPE only the interaction between the two was significant ($p < 0.05$). The highest efficiency reached 86.6% at a speed of 25-30 m/s. Design adjustments included increasing the hopper height by 150 mm and adding a conveyor side plate. In conclusion, the physical characteristics of waste, especially mass, greatly influence the sorting process, so the right combination of speed and mass is important for optimal efficiency.

Keywords: *Semi-automatic waste sorting machine, waste characteristic, optimatizaion machine, Two-way anova.*

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Disiplin Ilmu Pendukung.....	6
2.1.1 Rekayasa Manufaktur	6
2.1.2 Mekanika Fluida	6
2.1.3 Elemen Mesin.....	7
2.1.4 Gambar Teknik	8
2.2 Teori Dasar	8
2.2.1 Pengertian Pengolahan dan Pemilahan Sampah.....	8
2.2.2 Prototipe mesin pemilah sampah Semi-Otomatis	9
2.2.3 Sistem Pemilahan Sampah Berbasis Blower.....	13
2.2.4 Klasifikasi Karakteristik Sampah	15
2.2.5 Klasifikasi Sampah dalam Penelitian	16
2.2.6 Hubungan Karakteristik Sampah dengan Desain Mesin	18
2.2.7 Sistem Vibrasi Konveyor dalam Pemilahan Sampah	18
2.2.8 Evaluasi Kinerja Mesin Pemilah Sampah.....	19
2.2.9 <i>Two-Way Anova</i>	19
2.3 Penelitian Terdahulu.....	24
2.4 Penelitian yang akan dilakukan.....	31
BAB III.....	32

3.1	Jenis Penelitian	32
3.2	Objek Penelitian	32
3.3	Variabel Penelitian	32
3.3.1	Variabel bebas	33
3.3.2	Objek Uji.....	33
3.3.3	Variabel Terikat	33
3.3.4	Variabel Kontrol	33
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	34
3.4.1	Perangkat lunak (<i>Software</i>)	34
3.4.2	Perangkat Keras.....	34
3.5	Prosedur Penelitian	35
3.5.1	Studi Literatur	36
3.5.2	Klasifikasi Karakteristik Sampah	36
3.5.3	Spesifikasi Blower yang digunakan	41
3.5.4	Menentukan Kebutuhan Blower Untuk Sampel Uji.....	42
3.5.5	Pengolahan dan Analisis Data.....	42
3.5.6	Analisis Desain Awal.....	43
3.5.7	Evaluasi Kinerja berdasarkan hasil Pengujian	44
3.5.8	Penarikan Kesimpulan	44
3.6	Rancangan Eksperimen dan Pengambilan Data	44
3.7	Metode Analisis Data	47
3.7.1	Analisis Keberhasilan Pemilahan Mesin.....	47
3.7.2	Analisis Statistik Deskriptif.....	47
3.7.3	Analisis Tekanan Fluida	47
3.7.4	Analisis menggunakan <i>Two-way Anova</i>	47
3.7.5	Analisis Statistik Deskriptif.....	48
3.8	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	49
HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Karakteristik Fisik Sampel Penelitian	50
4.1.1	Karakteristik Sampel Botol PE.....	50
4.1.2	Karakteristik Kaleng <i>tinplate</i>	51
4.1.3	Karakteristik Sampel Cup PET	51
4.1.4	Karakteristik Sampel Pengacau.....	51
4.1.5	Persiapan Pengambilan Data	53
4.2	Cara Pengujian Pemilahan Sampah.....	58
4.2.2	Hasil Pemilahan Sampel Botol PE.....	59

4.2.3	Hasil Pemilahan Sampel Botol Kaleng <i>tinplate</i>	61
4.2.4	Hasil Pemilahan Sampel Cup PET.	63
4.3	Analisis Statistik Menggunakan <i>Two-Way ANOVA</i>	65
4.3.1	Data Hasil Pengujian	65
4.3.2	Uji Asumsi Anova.....	68
4.3.3	Hasil <i>Two-way Anova</i> Sampel Botol PE.....	71
4.3.4	Hasil <i>Two-way Anova</i> Sampel Kaleng <i>tinplate</i>	74
4.3.5	Hasil <i>Two-way Anova</i> Sampel Cup PET.....	76
4.3.6	Analisis Kontribusi Faktor	79
4.3.7	Ringkasan Hasil Pengujian Menggunakan Analisis <i>Two-way Anova</i>	80
4.4	Evaluasi dan Penyesuaian Berdasarkan Hasil Pengujian	82
4.4.1	Penyesuaian Kecepatan Blower Sesuai Karakteristik fisik sampah	82
4.4.2	Penambahan <i>Diffuser (Flow Straightener)</i> pada Blower	83
4.4.3	Penyesuaian Lubang Output Sampah pada Mesin	83
4.5	Pembahasan Komprehensif.....	84
4.5.1	Pengaruh Karakteristik Fisik Sampah.....	84
4.5.2	Efek Variasi Kecepatan dan Massa	85
4.5.3	Interpretasi Analisis Statistik <i>Two-Way ANOVA</i>	85
4.5.4	Validasi Penyesuaian Berdasarkan kelemahan saat Pengujian.....	86
4.5.5	Kontribusi Penelitian	87
	Penutup	89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran.....	89
	DAFTAR PUSTAKA	91
	LAMPIRAN.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Driver pulley drum (Google).	10
Gambar 2. 2 Driven pulley drum (google).	10
Gambar 2. 3 Rantai dan sproket (google).	11
Gambar 2. 4 Motor Listrik (google).	11
Gambar 2. 5 Pulley dan v-belt (goole).	12
Gambar 2. 6 Pencacah.	13
Gambar 2. 7 Blower sentrifugal (google).	14
Gambar 2. 8 Sampah organik (google).	17
Gambar 2. 9 Sampah anorganik (google).	17
Gambar 2. 10 Sampah basah (google).	18
Gambar 2. 11 Sampah kering (google).	18
Gambar 2. 12 Motor vibrator (google).	19
Gambar 3. 1 Flowchart penelitian.	35
Gambar 3. 2 Sampel Botol PE.	37
Gambar 3. 3 Sampel Kaleng tinsplate.	38
Gambar 3. 4 Sampel Cup PET.	39
Gambar 3. 5 Desain awal prototipe mesin pemilah sampah semi-otomatis.	43
Gambar 4. 1 Kecepatan aliran udara 20 m/s.	54
Gambar 4. 2 Kecepatan aliran udara 25 m/s.	54
Gambar 4. 3 Kecepatan aliran udara 30 m/s.	55
Gambar 4. 4 Sampel pengacau untuk massa pengujian 200 gram.	55
Gambar 4. 5 Sampel pengacau untuk massa pengujian 400 gram.	56
Gambar 4. 6 Sampel Pengacau untuk massa pengujian 600 gram.	56
Gambar 4. 7 Sampel uji Botol PE.	57
Gambar 4. 8 Sampel uji kaleng tinsplate.	57
Gambar 4. 9 Sampel uji Cup PET.	58
Gambar 4. 10 Hasil uji normalitas sampel Botol PE.	68
Gambar 4. 11 Hasil uji normalitas sampel Kaleng tinsplate.	68
Gambar 4. 12 Hasil uji normalitas sampel Cup PET.	69
Gambar 4. 13 Uji Homogenitas efisiensi vs kecepatan alir (m/s).	69
Gambar 4. 14 Uji homogenitas efisiensi vs massa (g).	70
Gambar 4. 15 Uji homogenitas efisiensi vs kecepatan alir (m/s).	70
Gambar 4. 16 Uji homogenitas efisiensi vs massa sampah (g).	70
Gambar 4. 17 Uji homogenitas efisiensi vs kecepatan aliran (m/s).	71
Gambar 4. 18 Uji homogenitas efisiensi vs massa sampah (g).	71
Gambar 4. 19 Grafik interaksi kecepatan aliran udara dan massa dengan efisiensi pemilahan pada sampel Botol PE.	74
Gambar 4. 20 Grafik interaksi kecepatan aliran udara dan massa dengan efisiensi pemilahan pada sampel Kaleng tinsplate.	76
Gambar 4. 21 Grafik interaksi kecepatan aliran udara dan massa dengan efisiensi pemilahan pada sampel Cup PET.	79
Gambar 4. 22 Penambahan Diffuser blower.	83
Gambar 4. 23 Penyesuaian Ukuran Lubang output sampah.	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Penelitian.....	23
Tabel 3. 1 Sampel data penelitian.....	39
Tabel 3. 2 Massa sampah.....	45
Tabel 3. 3 Bentuk sampah.	45
Tabel 3. 4 Rancangan eksperimen Botol PE.	45
Tabel 3. 5 Rancangan eksperimen Kaleng tinfoil.	46
Tabel 3. 6 Rancangan eksperimen plastik PET.	46
Tabel 3. 7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.	49
Tabel 4. 9 Kebutuhan per satu sampel uji.....	40
Tabel 4. 7 Spesifikasi Blower.....	41
Tabel 4. 8 Kebutuhan blower setiap variasi.....	41
Tabel 4. 9 Kebutuhan per satu sampel uji.....	42
Tabel 4. 1 Karakteristik sampel Botol PE	50
Tabel 4. 2 Karakteristik sampel Kaleng tinfoil	51
Tabel 4. 3 Karakteristik sampel Cup PET	51
Tabel 4. 4 Sampel pengacau total massa 200 gram.	52
Tabel 4. 5 Sampel pengacau total massa 400 gram.	52
Tabel 4. 6 Sampel pengacau total massa 600 gram.	53
Tabel 4. 10 Hasil pengujian menggunakan sampel Botol PE.....	60
Tabel 4. 11 Hasil pengujian menggunakan sampel Kaleng tinfoil.....	62
Tabel 4. 12 Hasil pengujian menggunakan sampel Cup PET.....	65
Tabel 4. 13 Tabel uji sampel Botol PE.....	65
Tabel 4. 14 Tabel uji sampel Kaleng tinfoil.....	66
Tabel 4. 15 Tabel uji sampel Cup PET.....	67
Tabel 4. 16 Hasil analisis two-way anova sampel Botol PE.	71
Tabel 4. 17 Hasil <i>two-way anova</i> sampel Kaleng <i>tinfoil</i>	74
Tabel 4. 18 Hasil <i>two-way anova</i> sampel Cup PET.	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan data.	94
Lampiran 2 Pengambilan data sampel Botol PE 200, 20.	94
Lampiran 3 Pengambilan data sampel Botol PE 200, 25.	95
Lampiran 4 Pengambilan data sampel Botol PE 200, 30.	95
Lampiran 5 Pengambilan data sampel Botol PE 400, 20.	96
Lampiran 6 Pengambilan data sampel Botol PE 400,25.	96
Lampiran 7 Pengambilan data sampel Botol PE 400,30.	97
Lampiran 8 Pengambilan data sampel plasktik HDPE 600, 20.	97
Lampiran 9 Pengambilan data sampel plastik HDPE 600, 25.	98
Lampiran 10 Pengambilan data sampel kaleng tinsplate 200, 20.	98
Lampiran 11 Pengambilan data kaleng tinsplate 200, 25.	99
Lampiran 12 Pengambilan data kaleng tinsplate 200, 30.	99
Lampiran 13 Pengambilan data kaleng tinsplate 400, 20.	100
Lampiran 14 Pengambilan data kaleng tinsplate 400, 25.	100
Lampiran 15 Pegambilan data sampel kaleng tinsplate 400, 30.	101
Lampiran 16 Pengambilan data sampel kaleng tinsplate 600, 20.	101
Lampiran 17 Pengambilan data sampel kaleng tinsplate 600, 25.	102
Lampiran 18 Pengambilan data sampel kaleng tinsplate 600, 30.	102
Lampiran 19 Pengambilan data sampel Cup PET 200, 20.	103
Lampiran 20 Pengambilan data sampel Cup PET 200, 25.	103
Lampiran 21 Pengambilan data sampel Cup PET 200, 30.	104
Lampiran 22 Pengambilan data sampel Cup PET 400, 20.	104
Lampiran 23 Pengambilan data sampel Cup PET 400, 25.	105
Lampiran 24 Pengambilan data sampel Cup PET 400,30.	105
Lampiran 25 Pengambilan data sampel Cup PET 600, 20.	106
Lampiran 26 Pengambilan data sampel Cup PET 600, 25.	106
Lampiran 27 Pengambilan data sampel Cup PET 600, 30.	107
Lampiran 28 Isometri Sebelum Penyesuaian.	108
Lampiran 29 Explode view Sebelum Penyesuaian.	108
Lampiran 30 Diffuser Blower.	109
Lampiran 31 Penyesuaian desain corong.	109
Lampiran 32 Explode mesin setelah penyesuaian.	110
Lampiran 33 Isometri pemilah sampah setelah penyesuaian.	110