
RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA IMPELEMEN PENABUR BLOTONG

Darmanto

Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Brawijaya

Masna Durroh In'am Jalila*)

Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Brawijaya

*)*Correspondence email*: lyla.masna@gmail.com

Ary Mustofa Ahmad

Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Brawijaya

Gunomo Djoyowasito

Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Brawijaya

Dwi Rusdiansya

PT. SMS

ABSTRAK

Blotong merupakan limbah padat yang dihasilkan pada proses pembuatan gula tebu. Limbah yang mencapai 3,8% dari bobot tebu dalam proses pembuatan ini perlu dikelola agar tidak menimbulkan masalah bagi lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik gula. Salah satu alternatifnya adalah dengan mengubah blotong menjadi kompos. Maka, diperlukan alat penabur kompos blotong yang dirancang secara khusus agar dapat menyebarkan blotong dengan kuantitas tertentu dan bergerak secara kontinu sehingga efektif dalam prosesnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja implemen penabur blotong di PT. SMS. Tahapan penelitian ini meliputi perencanaan desain struktural dan fungsional menggunakan *software AutoCAD*, persiapan alat dan bahan baku, perakitan tiap bagian implemen, serta pengujian dan pengambilan data hasil uji kinerja. Pengujian dilakukan dengan 3 tingkat putaran yang berbeda, yaitu 1400, 1700, dan 2000 *RPM*. Sampel hasil pengujian diambil pada 3 titik, yaitu juringan ke 3 dan 4, 5 dan 6, serta 7 dan 8. Pengujian pada tiap perlakuan dilakukan 2 ulangan. Hasilnya, alat yang telah dibuat memiliki dimensi 2840 x 2250 x 1500 mm dengan daya tampung blotong sebanyak 627.9kg yang dapat menaburkan blotong 5 ton/hektar dengan hasil terbesar pada kecepatan *RPM* 2000 dengan kapasitas lapang sebesar 0.81 (Ha/Jam) dan Efisiensi lapang sebesar 93%.

Kata Kunci : blotong, desain, implemen, juringan, tebu.

I. PENDAHULUAN

Blotong merupakan limbah dari proses pengolahan batang tebu menjadi gula. Limbah ini dihasilkan dari stasiun pemurnian yaitu dengan penapisan nira kotor pada *vacuum filter* dengan nira kotor yang terdapat pada *door clarifier* yang sudah ditambahkan bahan – bahan tertentu[1]. Blotong berbentuk padat, berwarna hitam seperti lumpur, dan masih mengandung bahan organik serta mineral[2]. Dalam satu siklus produksi gula Pabrik Gula (PG) PT. SMS dapat melakukan kegiatan giling dengan kapasitas sebesar 3000 ton per hari dengan rendemen gula mencapai 6.31%. Sedangkan blotong yang dihasilkan oleh pabrik gula sebanyak 3.8%[3] atau sekitar 114 ton per hari. Diantara limbah pabrik gula, blotong merupakan limbah yang paling dianggap mencemarkan lingkungan dan menjadi masalah bagi pabrik gula dan masyarakat[4]. Pemanfaatan limbah blotong ini terbatas hanya untuk pupuk gratis berbagai tanaman di area wisma atau *mess* PT.SMS atau sebagai tanah urug.

Kompos blotong merupakan pupuk organik yang dibuat dari bahan blotong. Pemanfaatan blotong sebagai pupuk selain diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman juga dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan[2]. Hal ini berarti bahwa selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah, kompos blotong juga berguna sebagai sumber hara yang dapat menguntungkan tanaman. Selain menghemat biaya pengeluaran untuk kebutuhan pupuk anorganik, penggunaan limbah blotong ini merupakan upaya untuk memanfaatkan limbah menuju industri yang *zero waste*[5].

Penambahan kompos blotong pada PT. SMS masih melalui penaburan kompos blotong secara manual, hal tersebut memiliki banyak kelemahan. Beberapa kelemahan penaburan pupuk secara manual diantaranya adalah membutuhkan biaya yang banyak, tidak tepat takaran, dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh sebab itu dibutuhkan alat pemupuk berbasis *variable rate application* yang dapat mengatur dosis pupuk yang dibutuhkan oleh tanaman. Penggunaan pupuk dengan dosis yang tepat akan meningkatkan produksi tanaman[6].

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dibutuhkan alat penabur blotong di PT. SMS. Alat tersebut berupa implemen yang akan ditarik oleh traktor. Melalui penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi terhadap rancangan alat penabur blotong untuk menggantikan penaburan blotong yang dilakukan secara manual, yang dirancang secara khusus agar dapat menyebarkan blotong dengan kuantitas tertentu dan bergerak secara kontinu sehingga efektif dalam rangka memanfaatkan limbah pabrik yang belum di manfaatkan secara maksimal.

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini terbagi dalam dua tahapan pelaksanaan, yaitu metode rancang bangun dan metode deskriptif analitik. Metode rancang bangun terdiri atas perancangan secara struktural dan fungsional. Sedangkan metode deskriptif analitik adalah uji kinerja dari aplikasi penebaran blotong menggunakan implemen. Penelitian ini dilakukan di PT. SMS–Samora Group, tepatnya terletak di Desa Doropeti, Kecamatan Pekat, Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan dimulai dari bulan desember hingga februari 2022.

a. Rancang Bangun

Perencanaan struktural yang dilakukan meliputi desain bentuk, penentuan dimensi, dan pemilihan bahan yang akan digunakan pada rancang bangun implemen penabur blotong. Tahap ini merupakan jajakan awal dari hasil kinerja mesin pada saat dioperasikan, dimana masing – masing bagian mesin didesain menggunakan *software AutoCAD* berdasarkan fungsi yang diharapkan. Alat yang digunakan pada saat perakitan implemen antara lain yaitu program aplikasi AutoCAD 2017, blander las potong, mesin las, gerinda tangan, bor tangan, *cutting plates for die cutting machine*, meteran, palu, tang, kaca mata las, sarung tangan, penggaris siku. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu elektoda lb 32mm dan 26mm, baut M12, drum penampung blotong, *sproket and chain*, besi *hollow A500*, mata gerinda potong 4 inchi, mata gerinda poles 4inchi, *shaft* besi ST 37 1 inch , bearing 6306Z 1 inch, *refill* tabung oksigen 50kg, *refill* tabung LPG 50kg, 2 drum penampung blotong.

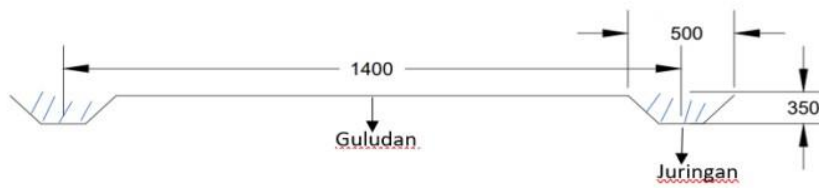
b. Uji Kinerja

Pengujian dilakukan menggunakan 3 variasi kecepatan putar, yaitu 1400,1700 dan 2000 RPM. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan percobaan pada 6 juringan, dimana juringan yang digunakan ialah juringan 3,4,5,6,7, dan 8. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali pada setiap juringan. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan penaburan blotong pada tiap juringan dan kuantitas blotong yang dikeluarkan. Pada variasi kecepatan RPM 1400 juringan yang digunakan untuk pengambilan data adalah juringan 3 dan 4, variasi kecepatan RPM 1700 juringan yang digunakan untuk pengambilan data adalah juringan 5 dan 6, dan pada variasi kecepatan RPM 2000 juringan yang digunakan untuk pengambilan data adalah juringan 7 dan 8.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN KONDISI LAHAN DAN KEBUTUHAN PEMUPUKAN DI PT. SMS

Lahan yang digunakan pada area pengujian sampel merupakan lahan tanaman tebu milik PT. SMS–Samora Group. Lahan yang berada pada daerah tersebut termasuk lahan *marginal* yaitu lahan berpasir–dengan kontur yang datar. Lahan yang digunakan memiliki kedalaman juringan sekitar 350 mm dan jarak antar puncak ke puncak (PKP) sejauh 1400

mm. Dalam satu luasan lahan, panjang juringan yang dibuat adalah sepanjang 100m untuk tiap larikannya. Gambaran penampang guludan dan juringan dapat dilihat seperti gambar 1.



Gambar 1. juring tunggal pkp pt. sms (satuan : mm)

Total panjang juringan dalam satu hektar lahan adalah:

$$\begin{aligned} \text{panjang juringan} &= \frac{\text{luas lahan}}{\text{jarak PKP}} \\ \text{panjang juringan} &= \frac{10.000\text{m}^2}{1.4\text{m}} \\ \text{panjang juringan} &= 7142\text{m} \end{aligned} \quad (1)$$

Jumlah total juringan dalam satu hektar lahan adalah :

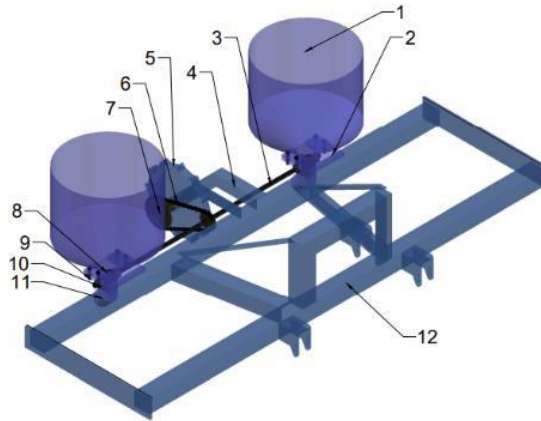
$$\begin{aligned} \text{jumlah total juringan} &\approx \frac{\text{total panjang juringan}}{\text{panjang juringan}} \\ \text{jumlah total juringan} &\approx \frac{7142}{100\text{m}} \\ \text{jumlah total juringan} &\approx 72 \end{aligned} \quad (2)$$

Berdasarkan standar kebutuhan pemupukan pada PT. SMS pada tiap satu hektar lahan dibutuhkan sebanyak 5ton blotong yang telah dikomposkan. Kebutuhan blotong pada satu hektar lahan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{kuantitas blotong} &= \frac{\text{jumlah blotong}}{\text{panjang juringan}} \\ \text{kuantitas blotong} &= \frac{5 \text{ ton}}{7200 \text{ m}} \\ \text{kuantitas blotong} &= 0.00069 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \approx 0,69 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned} \quad (3)$$

DESKRIPSI IMPELEMEN PENABUR BLOTONG

Impelemen Penabur Blotong terdiri atas beberapa komponen. Desain mesin penabur blotong ini secara umum dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan hasil rancang bangun dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Desain implemen penabur blotong (Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Keterangan :

- | | | |
|--|---|--|
| 1. Drum Penampung Blotong | 4. Siku Braket Roda Penggerak | 9. Baut <i>Hexa Nut</i> M12 Pengunci Penampung Blotong |
| 2. <i>Plate Braket</i> Penampung Blotong | 5. Roda Penggerak <i>Output</i> Blotong | 10. Bearing 63011Inch |
| 3. Poros Penggerak <i>Output</i> Blotong | 6. Sprocket dan Rantai | 11. Pipa Outlet Blotong |
| | 7. Poros Penggerak Roda | 12. <i>Frame Eks Tera Tyne</i> Modifikasi |
| | 8. <i>Valve Output</i> Blotong | |



Gambar 3. Implemen penabur blotong (sumber : pribadi)

1. Drum Penampung Output Blotong

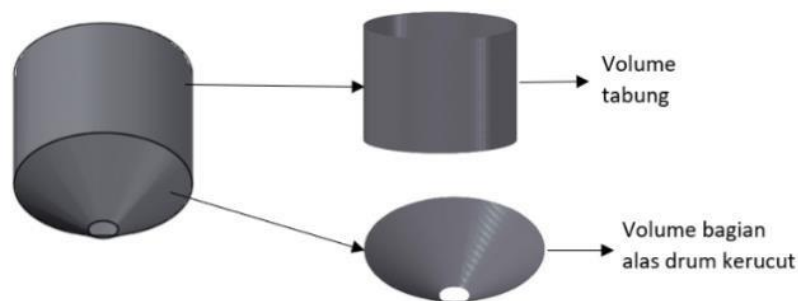
Perancangan drum penampung output blotong dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian tabung silindris dan bagian alas drum yang berbentuk kerucut. Drum penampung ini dibuat dengan memanfaatkan drum bekas pelumas yang sudah tidak terpakai. Drum penampung terbuat dari bahan JIS G 3141 SPCC SD. SPCC adalah Steel Plate Cold Coil yang dikenal juga sebagai baja putih. SPCC memiliki sifat mekanik yang baik. SPCC adalah singkatan dari

steel plate cold rolled coiled, SPCC didefinisikan sebagai baja lembaran canai dengan kualitas komersial, merujuk pada standar jepang JIS G3141 [7].

Pembuatan drum penampung blotong didasarkan pada kapasitas efektif yang dapat ditampung oleh frame. Kapasitas yang dimaksud merupakan panjang frame tersebut. Rancangan frame memiliki total panjang 2840 mm dengan jarak antar puncak sepanjang 1400mm. Maka, sisa dari panjang frame untuk menampung blotong adalah 1440mm. Drum penampung yang direncanakan berdiameter 585 mm, sehingga frame dapat menampung 2 drum.

Bagian alas bawah drum, dibuat mengerucut dengan kemiringan $\pm 10^\circ$. Lubang outlet tepat berada pada tengah bagian bawah alas drum dengan diameter 101,6 mm. Dalam [8], disebutkan bahwa sudut tumpah material kering yang halus pada hopper adalah 10° . Berdasarkan hal tersebut, maka sudut pada hopper pengeluaran pada drum adalah 10° .

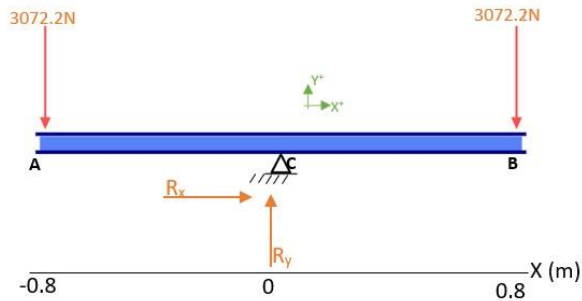
Gambar drum penampung blotong disajikan pada gambar 4. Perhitungan massa blotong yang dapat ditampung adalah dengan persamaan : $m = V \times \rho$ dimana m adalah massa blotong, volume adalah volume total dari volume tabung + volume alas kerucut, dan ρ adalah massa jenis blotong yang telah didapatkan. Berdasarkan perhitungan didapatkan massa total blotong yang dapat ditampung oleh 2 drum adalah 627.9kg.



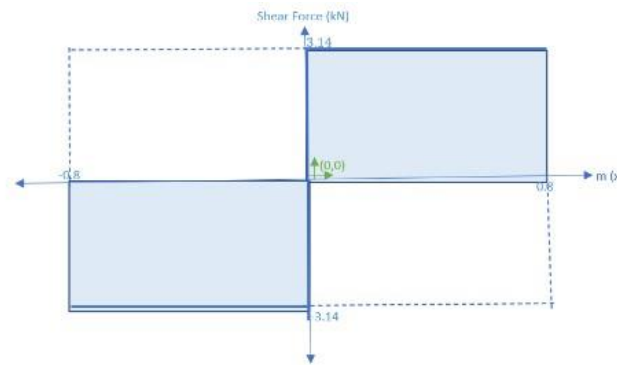
Gambar 4. Drum penampung blotong
(sumber : pribadi)

2. Poros Penggerak Output blotong

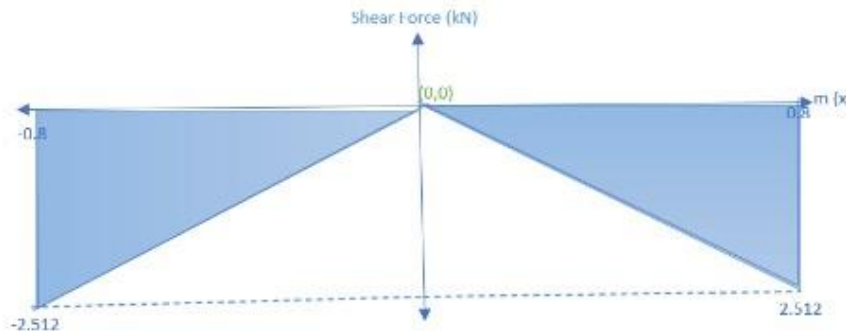
Poros merupakan salah satu komponen terpenting pada pembuatan implemen penabur blotong, dimana poros penggerak output blotong memiliki prinsip yaitu menerima gaya yang di transmisikan oleh *sprocket* dan rantai. Perancangan poros penggerak output blotong terbuat dari bahan baja ST 37. Pada Poros penggerak *output* blotong dibagian ujung terdapat *valve* untuk pengeluaran blotong. Poros penggerak output blotong memiliki panjang poros yaitu 1600 mm dengan diameter yaitu 25.4 mm. Poros yang digunakan dipilih berdasarkan dengan kekuatan bahan yang dapat menahan kecepatan putaran torsi yang terjadi selama pelaksanaan penaburan blotong. Free Body Diagram Poros Penggerak Output Blotong dapat dilihat pada gambar 5. diagram gaya geser dapat dilihat pada gambar 6. diagram moment bending dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 5. Free Body Diagram Poros Pengegrak Output Blotong (sumber : pribadi)



Gambar 6. Diagram Gaya Geser (Sumber : Pribadi)



Gambar 7. Diagram Moment Bending (Sumber : Pribadi)

Perencanaan kecepatan teoritis rata – rata berdasarkan [9], pada kegiatan tillage and planting - rotary tillage memiliki speed range 5km/h atau sama dengan 1.38 m/s. Perhitungan diameter poros didasarkan pada [10] yang ditunjukkan oleh persamaan 4.

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

$$M_e = \frac{1}{2} [M + \sqrt{M^2 + T^2}] = \frac{\pi}{32} \times \sigma_b \times d^3$$

(4)

Dimana T_e adalah torsi ekuivalen, dan M_e adalah Momen Ekuivalen.

Mengambil kesimpulan dari diameter poros yang terbesar dari perhitungan torsi ekuivalen dan momen ekuivalen adalah 7.6 mm. Berdasarkan Fanani dan Ariatedja (2019) pada perancangan alat pertanian memiliki safety factor 3. Sehingga untuk menentukan besarnya diameter yang akan di rencanakan diameter terbesar dari perhitungan dikalikan dengan safety

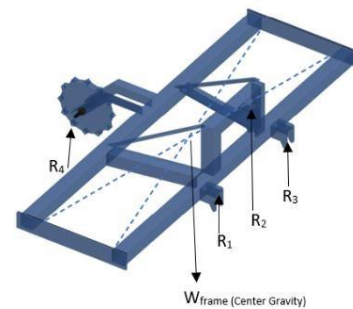
factor dan menghasilkan diameter poros minimal sebesar 22.8mm. Pada saat perakitan implemen agar poros aman dan juga menyesuaikan bearing di pasaran maka poros yang digunakan adalah poros dengan diameter 25.4mm.

3. Frame Impelemen

Frame impelemen yang di rencanakan merupakan frame dari impelemen Tera Tyne yang terbuat dari bahan Steel. Memiliki panjang keseluruhan 2800 mm dengan lebar 895 mm. Frame Tera Tyne didesain memiliki 3 buah pengait yang dapat di sambungkan pada hidrolik traktor. Pada gambar 8 menunjukkan desain rancangan frame dan gambar 9 menunjukkan *free body diagram frame*.



Gambar 8. Frame Impelemen



Gambar 9. Free Body Diagram Frame

$$\Sigma W_{frame} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Material frame ditentukan denga persamaan :

$$\Sigma W = \Sigma W_{frame} + \Sigma W_{drum}$$

$$\Sigma W = 3905.2 \text{ N} + 6153.42 \text{ N}$$

$$\Sigma W = 10058,62 \text{ N}$$

$$A_{total} = p \times l$$

$$A_{total} = 284 \times 120$$

$$A_{total} = 34080 \text{ cm}^2$$

$$A_{total} = 3.41 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\Sigma W}{\Sigma A}$$

$$\sigma = \frac{10058,62 \text{ N}}{3.3.41}$$

$$\sigma = 2950.74 \text{ N/m}^2$$

$$2950.74 \text{ Pa}$$

$$2950740.000 \text{ MPa}$$

Tegangan ijin pada carbon stell adalah 50 Mpa (Referensi : Harris, 1982) dan tegangan pada desaian adalah 0.419385Mpa. Dikarenakan tegangan ijin carbon stell lebih besar daripada tegangan desain yang bekerja pada frame maka material tersebut aman digunakan untuk pembuatan frame.

Spesifikasi bahan dari impelemen penabur blotong dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Dari Impelemen Penabur Blotong (Sumber : Matweb)

Nama Bagian	Spesifikasi Bahan	Tensile Strength, Yeild (MPa)	Tensile Strength, Ulitimate (MPa)	C/N Ratio
-------------	-------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------

Drum Penampung Blotong <i>Plate Braket</i>	JIS G 3141 SPCC SD	140 – 280	≥ 270	0.25
Penampung Blotong	Carbon Steel	350	420	
Poros Penggerak <i>Output Blotong</i>	Besi ST 37	325	460	0.3
Siku Braket Roda Penggerak	Hollow A500	250	400-550	0.26
Roda Penggerak <i>Output Blotong</i>	Carbon Steel	350	420	
Poros Penggerak Roda	JIS S45C	343	569	0.29
<i>Valve Output Blotong</i>	Carbon Steel	350	420	
Pipa <i>Output Blotong</i>	Besi ST 37	325	460	0.3
<i>Frame Eks Tera</i> <i>Tyne Modifikasi</i>	Besi Hollow Hitam	330-460	580-670	

UJI KINERJA

Berdasarkan pengujian yang dilaksanakan didapatkan data kinerja yang disajikan pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Pengamatan Uji Kinerja
Uji Kinerja

RPM	Juringan	Waktu Operasi (S)		Kapasitas teoritis (Ha/Jam)	Kapasitas lapang efektif (Ha/Jam)		Efisiensi lapang (%)	
		Ulangan		Ulangan	Ulangan		Ulangan	
		1	2		1	2	1	2
		136	132				72	73
1400	3 dan 4			1	1	2		
1700	5 dan 6	100	94	0.85	0.63	0.64	80	84
2000	7 dan 8	65	70	0.85	0.71	0.73	93	92
				0.85	0.81	0.8		

Dari perhitungan diatas, dengan luasan lahan yang sama didapat nilai efisiensi lapang terbesar pada saat RPM 2000 pengulangan ke I sebesar 93% dan paling kecil pada saat RPM 1400 pengulangan ke I yaitu sebesar sebesar 72%. Efisiensi lapang rata – rata yang didapatkan dari pengujian adalah 82.3%. Sehingga, jika dibandingkan dengan penaburan

blotong secara manual, penggunaan impelemen penabur blotong ini lebih efektif dan efisien.

Uji Kuantitas Blotong

Perhitungan kuantitas blotong dilakukan dengan menimbang blotong sebelum blotong disebar dan dimasukkan pada drum penampung blotong. Selanjutnya sisa blotong yang ada pada drum ditimbang kembali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3, tabel 4, dan tabel 5.

Tabel 3. Hasil Pengujian Penebaran Blotong dengan RPM 1400

Juringan	Jarak	Jumlah blotong		Rata - rata
		Ulangan		
		1	2	
3	100m	52	56	54
4	100m	52	56	54

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Penebaran Blotong dengan RPM 1700

Juringan	Jarak	Jumlah blotong		Rata - rata
		Ulangan		
		1	2	
5	100m	60	66	63
6	100m	60	66	63

Tabel 5. Hasil pengujian waktu penebaran blotong dengan rpm 2000

Juringan	Jarak	Jumlah blotong		Rata - rata
		Ulangan		
		1	2	
7	100m	72	70	71
8	100m	72	70	71

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel dengan jarak penebaran blotong yang sama, didapat nilai penebaran blotong terbesar pada saat RPM 2000 penguangan ke I pada juringan ke-7 dengan jumlah yaitu 72kg dan paling kecil pada saat RPM 1400 pengulangan ke I pada juringan ke-3 dengan jumlah yaitu 52kg. Kebutuhan jumlah kompos blotong yang ditebarkan pada juringan tiap 1 hektarnya adalah 5 ton, yang berarti pada tiap panjang juringan 100 m, kompos blotong yang harus disebar adalah sebanyak 69kg. Berdasarkan pengujian, penebaran blotong dengan variasi kecepatan pada RPM 2000 mendapatkan hasil terbaik dan paling mendekati kuantitas kompos blotong yang harus ditebarkan.

IV. KESIMPULAN

Impelemen penabur blotong merupakan alat yang digunakan untuk menebarkan blotong pada juringan sesuai dengan takaran yang diharapkan. Efisiensi lapang rata – rata yang didapatkan dari pengujian adalah 82.3%. Sehingga, jika dibandingkan dengan penaburan blotong secara manual, penggunaan impelemen penabur blotong ini lebih efektif dan efisien. Berdasarkan pengujian, penebaran blotong dengan impelemen penabur blotong variasi kecepatan pada RPM 2000 mendapatkan hasil terbaik dan paling mendekati kuantitas kompos blotong yang harus ditebarkan dengan rata – rata 71kg.

Jika dilakukan penelitian lanjutan tentang impelemen penabur blotong, hendaknya dilakukan modifikasi pada drum penampung blotong, desain bagian bawah drum penampung sebaiknya dibuat lebih mengerucut yang awalnya 10° menjadi 45° sehingga memudahkan blotong untuk keluar dari drum. Selain itu untuk penelitian selanjutnya juga disarankan ditambahkan pengaduk pada drum penampung agar memudahkan turunnya blotong semakin lancar dan tidak memerlukan tenaga manusia untuk membantu mengaduknya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai kegiatan Magang Kampus Merdeka tahun anggaran 2021/2022. Ucapan terima kasih diucapkan pula kepada Pabrik Gula (PG.) PT. SMS–Samora Group yang telah bersedia menjalin kerjasama dengan Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem khususnya peneliti, dalam penyediaan sumber utama penelitian yaitu alat dan bahan untuk pembuatan impelemen dan limbah blotong. Tak lupa diucapkan terima kasih kepada Universitas Brawijaya, khususnya dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mendampingi hingga terselesainya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supari, Taufik, and B. Gunawan, “Analisa Kandungan Kimia Pupuk Organik dari Blotong Tebu Limbah ... (Supari dkk.),” pp. 10–13, 2013.
- [2] Ch. Endang Purwaningsih, “Pengaruh Pemberian Kompos Blotong, Legin, Dan

- Mikoriza Terhadap Serapan Hara N Dan P Tanaman Kacang Tanah,” *Widya War.*, vol. 01, no. 02, pp. 55–68, 2011.
- [3] P. Sasongko and L. Tantalu, “Fermentasi Blotong Limbah Pg. Kreet Dan Rumen Sapi Dalam Produksi Biogas,” *Buana Sains*, vol. 18, no. 2, p. 131, 2019, doi: 10.33366/bs.v18i2.1186.f
- [4] K. Kasmadi, B. Nugroho, A. Sutandi, and S. Anwar, “Optimizing The Utilization of Filter Pressmud to Increase Plant Nutrient Uptake in The Production of Granule Compound Fertilizers,” *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.14710/jil.18.1.1-7.
- [5] D. Hartono, D. Kastono, and R. Rogomulyo, “Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Takaran Kompos Blotong terhadap Pertumbuhan Awal Tebu (*Saccharum officinarum* L .),” *Vegetalika*, vol. 5, no. 2, pp. 14–25, 2016.
- [6] M. Fuadi, L. Sutiarmo, and R. Radi, “Uji Kinerja dan Impelemenasi Aplikator Pupuk Cair Berbasis Variable Rate Application untuk Tanaman Kedelai (*Glycine max*),” *agriTECH*, vol. 41, no. 2, p. 172, 2021, doi: 10.22146/agritech.54828.
- [7] U. M. Sugeng and A. Fato, “Analisa Mekanis Baja Pada Bahan Spcc-Hd Dengan Proses Deep Drawing Dalam Pembuatan Drum,” *Presisi*, vol. 22, no. 2, pp. 75–81, 2020.
- [8] Oktakusgara, “T Bukit Asam (Persero) Tbk Comparative Study of Productivity Hoangkut Untuk Mengatasi Masalah Antrian Alat Angkut Dan Meningkatkan Produktivitas Hopper Tls 3 Banko Barat Ppper Than Dump Truck for Overcoming Queque of Dump Truck and Increase Productivity,” *Angkut Untuk Mengatasi Masal. Antrian Alat Angkut Dan Meningkatkan. Produkt. Hopper Tls 3 Banko Barat Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Comp. Study Product. Hopper Than Dump Truck Overcoming Queque Dump Truck Increase Product.*, 2012.
- [9] Ajit K. Srivastava, Carroll E. Goering, Roger P. Rohrbach, and Dennis R. Buckmaster, *Engineering Principles of Agricultural Machines, Second Edition*. 2013. doi: 10.13031/epam.2013.
- [10] R. N. Natarajan, “Machine design,” *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0