

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Vol. 22, No. 2, Agustus 2008



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian merupakan publikasi resmi Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (**PERTETA**) yang didirikan 10 Agustus 1968 di Bogor, berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan tiga kali setahun, namun untuk meningkatkan kualitas jurnal maka mulai edisi April 2008 diterbitkan dua kali setahun. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya, lingkungan dan bangunan, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Pengiriman makalah harus mengikuti panduan penulisan yang tertera pada halaman akhir atau menghubungi redaksi via telpon, faksimili atau e-mail. Makalah dapat dikirimkan langsung atau via pos dengan menyertakan hard- dan soft-softcopy, atau e-mail. Penulis tidak dikenai biaya penerbitan, akan tetapi untuk memperoleh satu eksemplar dan 10 re-prints dikenai biaya sebesar Rp 50.000. Harga langganan Rp 70.000 per volume (2 nomor), harga satuan Rp 40.000 per nomor. Pemesanan dapat dilakukan melalui e-mail, pos atau langsung ke sekretariat. Formulir pemesanan terdapat pada halaman akhir.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Asep Sapei
Anggota : Kudang B. Seminar
Daniel Saputra
Bambang Purwantana
Y. Aris Purwanto

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Satyanto K. Saptomo
Bendahara : Emmy Darmawati
Anggota : Usman Ahmad
I Wayan Astika
M. Faiz Syuaib
Ahmad Mulyawatullah

Penerbit:

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian, IPB Bogor

Alamat:

Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Telp. 0251-8624691, Fax 0251-8623026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: ipb.ac.id/~jtep.

Rekening:

BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan:

PT. Binakerta Adiputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (mereview) naskah pada penerbitan Vol. 22 No. 2 Agustus 2008. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof.Dr.Ir. Sukmono, MS (Fakultas Pertanian Sumatera Utara), Dr.Ir. Agung Hendriadi (BPP Mekanisme Pertanian Serpong), Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA (Departemen Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya Malang), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Ridwan Rachmat, M.Agr (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian), Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian UGM), Dr.Ir.Desrial, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Abdul Rozaq (Departemen Teknik Pertanian UGM), Prof.Dr.Ir. Asep Sapei, MS (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Ridwan Tahrir (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian).

Technical Paper

PENGARUH KETINGGIAN PEMANGKASAN DENGAN MESIN POTRUM SRT-03 TERHADAP TORSI PEMANGKASAN RUMPUT BERMUDA (*Cynodon dactylon*) TIFF WAY 146

The effect of the mowing height on mowing torque of turfgrass Tiff Way 146 with Potrum SRT-03 machine.

I Putu Surya Wirawan¹, I Nengah Suastawa², dan Nizar Nasrullah³

Abstract

Rotary mower is one of mowing tools commonly used to maintain lawn or turfgrass. Mowing height and mowing torque are important factors that should be taken into account in sustaining grass quality and designing a rotary mower. The study was addressed to recognize the influence of mowing height to required mowing torque. The mowing torque was measured at mowing height of 2, 3 and 4 cm. Measurement of mowing torque in the field was done by using a specially designed turfgrass mowing apparatus that representing rotary mowing mechanism. The apparatus was equipped with torque measurement system. The average measured torque was used to calculate the power requirement of mowing. The needs of maximum and minimum mowing torque to mow turfgrass for all mowing height were 0,68 Nm and 0,05 Nm. The average of mowing torque were 0,51 Nm, 0,24 Nm, and 0,08 Nm, at mowing height of 2, 3 and 4 cm respectively. The maximum and minimum power that required for all mowing height was 196,4 watt and 14,4 watt.

Keywords: mowing, rotary mower, turfgrass.

Diterima: 4 Februari 2008; Disetujui: 2 Juni 2008

Latar Belakang

Pemeliharaan lapangan rumput merupakan salah satu faktor yang penting agar rumput lapangan berfungsi sesuai dengan tujuannya. Salah satu mesin pemangkas rumput yang paling umum dipakai adalah mesin pemangkas rumput tipe rotari. Pemangkas rumput tipe rotari adalah mesin pemangkas yang memangkas berdasarkan dampak pisau terhadap benda secara langsung dengan kecepatan tinggi (Sitkey, 1986). Mesin pemangkas rumput tipe rotari ini, sangat cocok digunakan pada lahan miring, datar, dan kurang memerlukan kerapian yang sangat tinggi. Pemangkas rumput yang teratur dan tepat dapat menjaga kualitas rumput lapangan (Emmons, 2000).

Sejak tahun 2002 telah dilakukan penelitian untuk mengetahui perilaku dan mekanisme pemangkas rumput dengan menggunakan pisau rotari. Salah satu penelitian tentang mesin pemangkas rumput tipe rotari yang dilakukan adalah mesin pemangkas tipe rotari dengan sistem pengatur ketinggian pemangkas yang memiliki sistem empat batang penghubung (Suastawa, 2002). Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan prototipe mesin pemangkas

rumpun SRT-03 dengan menggunakan motor listrik. Mesin Potrum SRT-03 ini, merupakan pengembangan desain dari mesin pemangkas rumput SRT-01 dan SRT-02.

Penelitian tentang torsi pemangkas pada pisau pemangkas rumput sudah banyak dilakukan. Setiadi (2000) melakukan kajian tentang pengaruh sudut pemangkas terhadap torsi pemangkas rumput tipe *slasher* di lapangan rumput dengan kondisi rumput tidak seragam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa torsi semakin besar pada pemangkas dengan sudut mata pisau 0°. Wirza (2002) dan Sanjaya (2002) juga melakukan kajian terhadap torsi pemangkas pada rumput Bermuda di *turf bin* dengan menggunakan pisau pemangkas tipe rotari. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa torsi pemangkas dipengaruhi oleh kecepatan putaran pemangkas (rpm), sudut mata pisau, diameter rumput, dan densitas rumput. Sementara Suharyatun (2002) melakukan kajian tentang mekanisme pemangkas rumput pada rumput Bermuda di *turf bin* dengan menggunakan pisau pemangkas tipe rotari. Kajian tersebut menghasilkan persamaan untuk menghitung torsi pemangkas rumput secara teoritis.

¹ Program Studi Keteknikan Pertanian, Sekolah Pasca Sarjana, IPB, surya_wirawan2005@yahoo.com.

² Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680. nsuastawa@yahoo.com.

³ Departemen Lansekap, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680. nizarnasrullah@yahoo.com

Penelitian tentang torsi pemangkasan dengan Potrum SRT-03 pada lapangan rumput yang seragam belum pernah dilakukan. Hal ini sangat penting dilakukan untuk memberi umpan balik lagi dalam perbaikan mesin Potrum tersebut.

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan pada lapangan rumput yang seragam. Lapangan rumput dibuat dengan ukuran 16 m x 13 m. Rumput yang digunakan adalah rumput Bermuda *Tiff Way 146*. Lapisan media lapangan rumput percobaan terdiri dari 3 lapisan dari bawah ke atas yaitu ijuk, koral dan pasir beton. Penelitian dilaksanakan di *Turfgrass Teaching Farm, University Farm IPB*, unit Sindang Barang, Bogor. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui torsi pemangkasan pada berbagai ketinggian pemangkasan rumput Bermuda *Tiff Way 146*. Torsi pemangkasan ini sangat penting dilakukan untuk menduga kebutuhan daya pemangkasan. Hal ini digunakan untuk mendesain mesin pemangkas rumput khususnya untuk efisiensi kebutuhan tenaga penggerak pada mesin.

Bahan Dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di *Turfgrass Teaching Farm, Univ Farm IPB*, unit Sindang Barang, Bogor. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Februari hingga Mei 2008.

Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) apparatus uji mesin pemangkas yang dilengkapi dengan transducer torsi dan perekam data. Mekanisme kerja apparatus uji pemangkas mewakili mesin Potrum SRT-03. Apparatus uji pemangkas rumput dan Potrum SRT-03 disajikan seperti pada Gambar 1. (2) instrumen

pengukuran yang digunakan terdiri dari : (a) *strain gage* (b) *strain amplifier*. Alat ini berfungsi untuk menguatkan tegangan dari strain gage. (c) *bridge box*. Alat ini berfungsi untuk menghubungkan kabel dari strain gage dengan *strain amplifier*. (d) *slip ring*. Alat ini berfungsi sebagai terminal antara kabel dari strain gage dengan kabel penghubung pada *bridge box*. (f) *handy strain meter* untuk mengukur regangan. (g) *data recorder* untuk merekam data analog terhadap regangan pisau pada pengujian di lapangan.. (h) *tachometer* berfungsi sebagai alat ukur kecepatan putar pisau pemangkas rumput. (i) *clamp meter*, (l) *analog digital converter* berfungsi untuk merubah data analog yang direkam oleh data recorder menjadi data digital. (l) kaset untuk merekam data. (m) kamera digital Nikon S 500 dan PC.

Bahan yang digunakan pada pembuatan lapangan percobaan rumput adalah pasir beton, koral, ijuk, pipa PVC dengan diameter 5 inch, dan dalam pemeliharaan digunakan pupuk NPK (15:15:15), insektisida (Dursban™ 200 EC) untuk penyakit kutu pada rumput, dan fungisida (Dithane M-45) untuk penyakit jamur pada rumput.

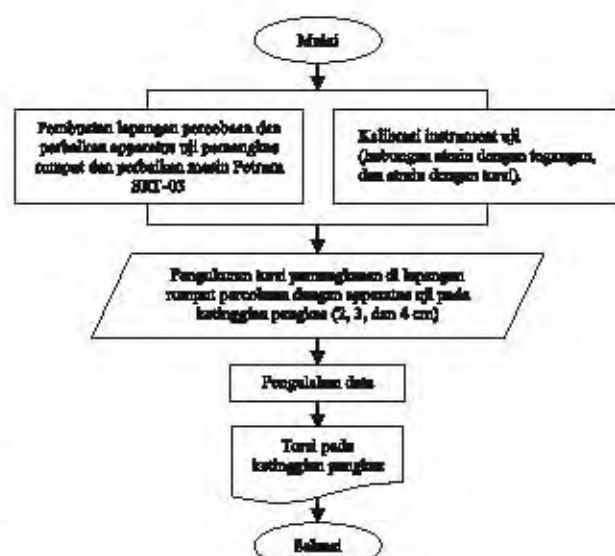
Tahapan Penelitian

Lapangan rumput percobaan yang dibuat menggunakan rumput Bermuda *Tiff Way 146* yang sesuai dengan standar internasional lapangan rumput sepak bola. Luas lapangan rumput percobaan berukuran 16 m x 13 m. Tahapan penelitian disajikan seperti Gambar 2.

Proses pembuatan lapangan rumput tersebut dimulai dari pengolahan tanah, pembuatan saluran drainase, penyiapan media tanam, penaburan stolon rumput, dan *top dressing* Pemeliharaan meliputi penyiraman, pemupukan, dan pemangkasan. Stolon rumput Bermuda *Tiff Way 146* ini diperoleh dari lapangan *Highland Golf Sentul City*. Penanaman rumput percobaan dilakukan dengan cara penaburan



Gambar 1 (a) Potrum SRT-03, (b) Apparatus Uji

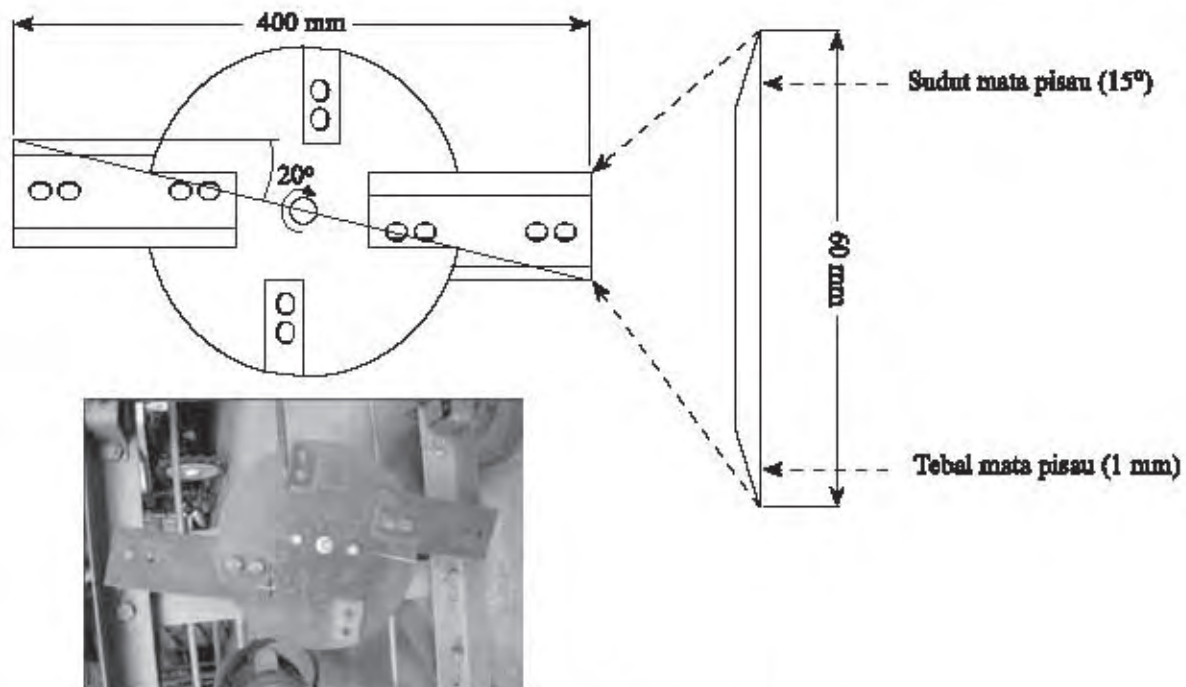


Gambar 2 Diagram alir tahapan penelitian

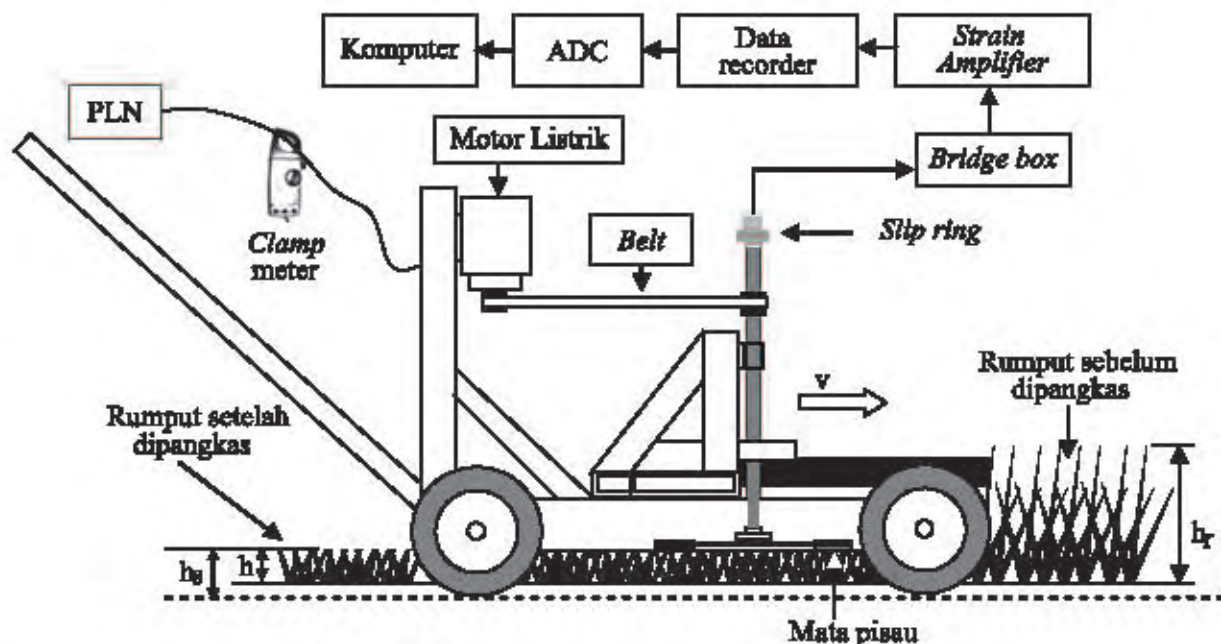
stolon di atas media tanam kemudian dilakukan penaburan pasir di atasnya secara merata (*top dressing*).

Kalibrasi apparatus uji yang dilakukan adalah kalibrasi sensor pada poros pisau pemangkas yang menghubungkan antara strain ($\mu\epsilon$) dengan torsi (Nm), kalibrasi strain amplifier yang menghubungkan antara strain ($\mu\epsilon$) dengan tegangan (volt). Dari kedua kalibrasi ini diperoleh hubungan antara torsi (Nm) dengan tegangan (volt). Hubungan antara torsi dengan tegangan yang diperoleh digunakan untuk menghitung kebutuhan torsi pemangkas rumput pada ketinggian pangkas 2, 3, dan 4 cm.

Pengukuran torsi pemangkas rumput dilakukan pada ketinggian pangkas 2, 3, dan 4 cm. Selain itu, diukur juga torsi saat gesekan dan torsi tanpa gesekan dan pangkas. Torsi gesekan adalah torsi pada waktu pisau pemangkas dilintaskan kembali pada rumput yang telah terpangkas. Torsi tanpa gesekan dan pangkas adalah torsi pada waktu pisau pemangkas diutar pada bidang datar sebelum dilakukan pemangkas. Pemangkas menggunakan apparatus uji pemangkas rumput yang sengaja didesain mewakili prinsip kerja mesin Potrum SRT-03 dengan daya 1 Hp dan kecepatan putar 2800 rpm. Sebelum dilakukan pemangkas mata pisau apparatus uji pemangkas

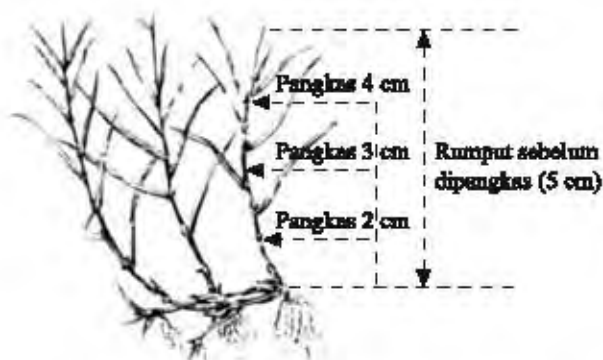


Gambar 3 Mata pisau apparatus uji pemangkas rumput



Gambar 4 Skema pengujian di lapangan rumput percobaan

diatur ketinggian pangkasnya sesuai dengan perlakuan. Pada waktu pemangkasan apparatus uji pemangkas rumput didorong dengan kecepatan maju pemangkasan 0,27 m/s. Panjang lintasan pemangkasan adalah 11 meter. Operator yang mengoperasikan apparatus uji pemangkas rumput satu orang. Karakter mata pisau yang digunakan pada apparatus uji pemangkas rumput adalah sudut mata pisau 15°, sudut pemangkasan 20°, tebal mata pisau 1 mm, lebar pisau 60 mm, dan panjang pisau 150 mm. Hal ini disajikan seperti Gambar 3. Pengukuran tegangan (volt) dan kuat arus (ampere) dengan *clamp* meter, hasil dari pengukuran ini digunakan untuk menghitung daya (watt) pada saat menjalankan keseluruhan mekanisme pada apparatus uji pemangkas. Skema pengujian di lapangan rumput percobaan disajikan pada Gambar 4. Tinggi rumput pada saat pemangkasan adalah 5 cm. Hal ini sesuai dengan yang direkomendasikan Puhalla (1988) bahwa itu merupakan tinggi maksimum rumput Bermuda ketika dipangkas. Data hasil pengukuran merupakan data tegangan. Data tegangan yang diperoleh dikonversi lagi menjadi satuan torsi dengan menggunakan hubungan tegangan dan torsi hasil dari kalibrasi.



Gambar 5 Ketinggian pemangkasan rumput

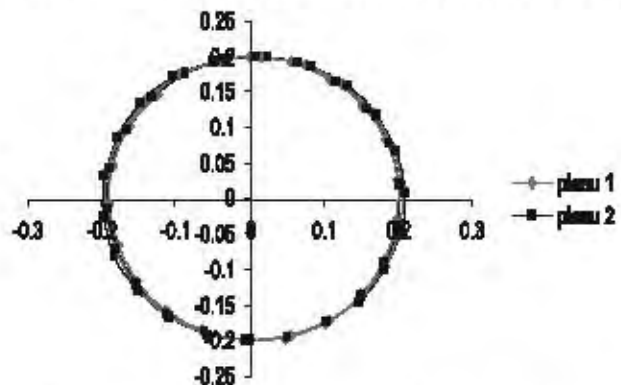
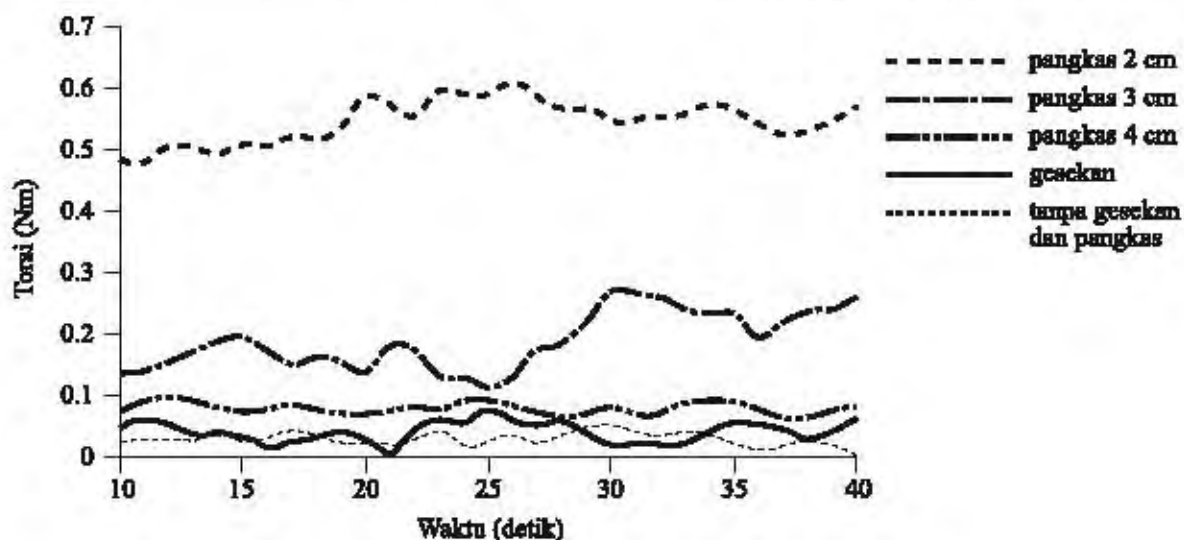
Hasil Dan Pembahasan

Lapangan rumput percobaan

Pembuatan lapangan rumput percobaan dari pengolahan lahan hingga rumput menutup rapat membutuhkan waktu 4 bulan. Pemupukan dilakukan satu kali dalam seminggu dengan cara ditabur di atas rumput dan selanjutnya dilakukan penyiraman dengan tujuan agar pupuk lebih cepat terserap pada media tanam. Kadar air basis basah (bb) rumput lapangan saat pemangkasan 64%. Lapangan percobaan memiliki densitas rumput rata-rata 198 tunas/100 cm².

Hasil Kalibrasi Instrument Uji

Hasil kalibrasi strain amplifier yang menghubungkan antara strain ($\mu\epsilon$) pada sumbu (x) dengan tegangan (volt) pada sumbu (Y) menghasilkan persamaan kalibrasi $Y = 0,0022x - 0,0099$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 1. Sementara kalibrasi sensor pada poros pisau pemangkas yang menghubungkan antara torsi (Nm) pada sumbu (x) dengan strain ($\mu\epsilon$) pada sumbu (Y) menghasilkan persamaan kalibrasi $Y = 530,23x + 11,677$, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,99. Dari kedua

Gambar 6 Contoh pola pemangkasan 2 pisau, $R = 0,2$ m, $n = 2751$ rpm, $v = 0,27$ m/s

Gambar 7 Torsi rata-rata berbagai tinggi pemangkasan

Tabel 1 Daya (watt) berbagai ketinggian pangkas

Ketinggian pangkas (cm)	Daya (watt)		
	pemangkasan	gesekan	tanpa gesek dan pangkas
2	146,8	11,5	8,6
3	69,1	11,5	8,6
4	23,0	11,5	8,6

persamaan yang diperoleh menghasilkan hubungan antara torsi pemangkasan pada sumbu (Y) dengan tegangan pada sumbu (x) dengan hasil persamaan $Y = 0,85x - 0,005$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 1.

Torsi Pemangkasan

Pemangkasan rumput yang memiliki densitas rumput 198 tunas/100 cm² memerlukan torsi pemangkasan maksimum dan minimum pada keseluruhan ketinggian pangkas adalah 0,68 Nm dan 0,05 Nm. Kebutuhan torsi pemangkasan rata-rata pada ketinggian pangkas 2, 3, dan 4 cm adalah masing-masing 0,51 Nm, 0,24 Nm dan 0,08 Nm. Torsi pemangkasan terbesar pada ketinggian pangkas 2 cm karena rumput yang terpankas pada ketinggian ini sebagian besar adalah stolon rumput. Pada ketinggian pangkas 3 cm, rumput yang terpankas adalah sebagian dari tunas rumput. Sementara pada ketinggian pangkas 4 cm yang terpankas hanya pucuk rumput. Hal ini juga dipengaruhi oleh sudut pemasangan pisau pada mesin pemangkas rumput. Hasil penelitian Setiadi (2000), mengatakan bahwa semakin besar sudut pemasangan pisau maka torsi yang dibutuhkan semakin kecil dan torsi semakin kecil jika pemangkasan relatif tinggi. Torsi rata-rata pada saat tanpa beban dan gesekan adalah 0,03 Nm dan 0,04 Nm. Suharyatun (2000) juga melakukan hal yang sama, tentang torsi pemangkasan pada rumput Bermuda di *turf bin*. Torsi pemangkasan maksimum yang dihasilkan sebesar 0,4 Nm. Gambar ketinggian pemangkasan disajikan seperti Gambar 5. Pola lintasan pemangkasan hasil pengukuran

merupakan gerakan *trochoidal* seperti yang disajikan pada Gambar 6. Hasil pengukuran torsi pemangkasan rata-rata pada berbagai kondisi dapat dilihat pada Gambar 7.

Perbedaan torsi pemangkasan rumput rata-rata yang dihasilkan pada ketinggian pangkas untuk memangkas rumput Bermuda dapat dilihat seperti Gambar 8. Kebutuhan torsi pemangkasan akan semakin besar apabila pada saat pemangkasan rumput ketinggian pangkasnya semakin kecil. Hal ini juga dipengaruhi oleh kecepatan putar mesin pemangkas. Hasil penelitian Suharyatun (2002) juga menyebutkan bahwa semakin besar kecepatan putar mesin pemangkas rumput yang digunakan maka panjang mata pisau yang memangkas sesaat semakin kecil sehingga kebutuhan torsi juga semakin kecil.

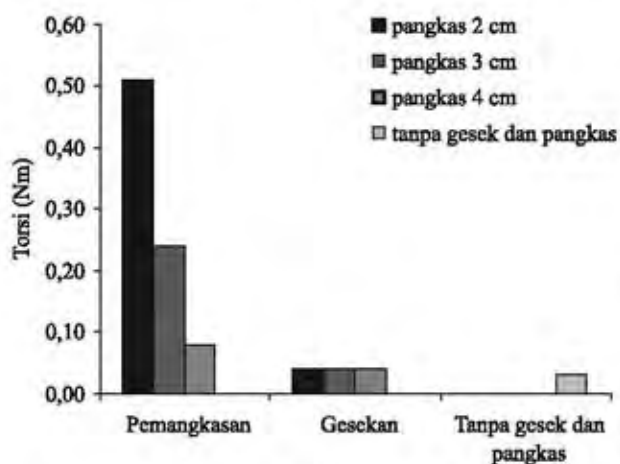
Daya pemangkasan rata-rata rumput Bermuda *Tiff Way 146* pada ketinggian pangkas dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Daya maksimum dan minimum untuk memangkas rumput pada keseluruhan ketinggian pangkas diperoleh 196,4 watt dan 14,4 watt. Daya rata-rata yang dibutuhkan pada ketinggian pangkas 2, 3, dan 4 cm adalah masing-masing 146,8 watt, 69,1 watt, dan 23 watt. Daya rata-rata yang dibutuhkan untuk menjalankan keseluruhan mekanisme pada apparatus uji pemangkas rumput adalah 415 watt. Hal ini berarti untuk menggunakan mesin pemangkas rumput dengan daya yang lebih rendah dari 1 HP, harus dirancang ulang (*redesain*) mekanisme yang ada pada apparatus uji pemangkas untuk efisiensi tenaga penggerak.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Kebutuhan torsi pemangkasan maksimum dan minimum untuk memangkas rumput pada keseluruhan ketinggian pangkas adalah 0,68 Nm dan 0,05 Nm.
2. Kebutuhan torsi pemangkasan rata-rata pada ketinggian pangkas 2, 3, dan 4 cm adalah masing-masing 0,51 Nm, 0,24 Nm, dan 0,08 Nm.
3. Daya maksimum dan minimum pada keseluruhan ketinggian pemangkasan adalah 196,4 watt dan 14,4 watt.
4. Daya rata-rata ketinggian pangkas 2 cm, 3 cm dan 4 cm adalah masing-masing 146,8 watt, 69,1 watt dan 23 watt.



Gambar 8 Torsi rata-rata pada berbagai tinggi pemangkasan

Saran

Efisiensi tenaga penggerak pada proses pemangkasan dapat dicapai dengan menggunakan daya mesin di bawah 1 HP. Hal ini bisa dilakukan dengan cara merancang ulang (redesain) keseluruhan mekanisme pemutar pisau pemangkas.

Daftar Pustaka

- Emmons. RD. 2000. *Turfgrass Science and Management*. Delmar. USA.
- Puhalla J, J. Krans, G. Mike. 1988. *Sport Fields a Manual for design, construction and maintenance*. John Wiley Sons, Inch.
- Sanjaya P. 2002. Torsi Pemotongan Dan Efek Hembusan Dari Pisau Miring (*Slanted Blade*) Pada Mesin Pemotong Rumput Tipe Rotari. skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Setiadi N. 2000. Pengaruh sudut pemangkasan pisau terhadap kebutuhan torsi pemangkas rumput tipe slasher. skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Sitkey G. 1986. *Mechanics Agricultural Materials*. Academiai Kiado. Budapest.
- Suastawa IN. 2002. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Prototipe Mesin Pemangkas Rumput Tipe Rotari. Laporan Penelitian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suharyatun S. 2002. Mekanisme Pemangkasan Rumput Dengan Menggunakan Pisau Pemangkas Rumput Tipe Rotari. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wirza W. 2002. Torsi Pemotongan Dan Efek Hembusan Dari Model Pisau Bersudu Pada Mesin Pemotong Rumput Tipe Rotari. skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.