TORSI PEMOTONGAN DAN EFEK HEMBUSAN DARI MODEL PISAU MIRING (*SLANTED BLADE)* UNTUK MESIN PEMOTONG RUMPUT TIPE ROTARI

(Cutting Torque and Blowing Effect of Slanted Blade Model for Rotary-Type Mower)

I Nengah Suastawa[1], Radite Praeko Agus Setiawan[1], dan Prima Sanjaya[2]

ABSTRACT

Rotary-type mower is commonly used for cutting turfgrass as a part of landscape maintenance. Cutting torque and quality of turf surface resulted by cutting are two important factors that have to be considered in designing rotary-type mower blades. The objectives of this research are to design and build a slanted blade model, and to study its cutting torque, blowing effect, and friction between blades and turf surface on a several rotational speeds, slant angles and blade types. The blade model was tested on a specially designed turf-bin test apparatus.

Results of laboratory test on the blade model showed that the cutting torque was influenced by its rotating speed. The biggest cutting torque needed to mow the grass was 0.659 Nm given by the model with slant angle of 15° with rotating speed of 2800 rpm, and the smallest was 0.073 Nm given by the model with slant angle of 5° with rotating speed of 1960 rpm. The slanted blade model resulted a blowing effect that was able to carry clippings into the collector. Most of the clippings were collected in the collector. The highest collected clippings was 96.94% given by the model with slant angle of 5° and rotating speed of 2800 rpm, and the lowest was 24.76% given by the model and slant angle of 5° with rotating speed of 2700 rpm. The highest percentage of torque due to friction between blades and turf surface was 40.1% given by the model with slant angle of 10° and rotating speed of 1960 rpm, and the lowest was 3.9% given by the model with slant angle of 10° and rotating speed of 2800 rpm.

Keywords: mower, rotary, blade, turf, grass

1). Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

2). Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan pemeliharaan lapangan rumput yang sangat penting adalah pemotongan rumput. Pemotongan rumput juga sangat berkaitan erat dengan aspek kegiatan pemeliharaan yang lain (Tjahjono, 1994). Kegiatan pemotongan dilakukan dengan menggunakan alat atau mesin pemotong rumput (*mower*), baik yang manual maupun yang bermotor. Mesin pemotong rumput yang banyak digunakan untuk memotong rumput di lapangan olah raga, taman kota, halaman rumah adalah mesin pemotong rumput tipe rotari (*rotary-type mower*).

Hingga saat ini sebagian besar mesin pemotong rumput tipe rotari yang digunakan di Indonesia adalah mesin-mesin impor. Kebutuhan suku cadang dalam pemeliharaannya juga dipenuhi dengan cara impor. Di Indonesia, sekarang dan di masa yang akan datang, kebutuhan akan mesin pemotong rumput rotari ini cukup banyak dan akan semakin banyak, mengingat semakin meningkatnya luas dan kualitas lanskap dan lapangan olah raga berumput. Dengan demikian akan sangat menguntungkan jika mesin ini dapat diproduksi sendiri di dalam negeri. Penelitian yang mengarah pada kemungkinan mengembangkan mesin ini sangat penting dilakukan untuk menunjang pemenuhan kebutuhan akan mesin pemotong rumput di dalam negeri secara mandiri.

Torsi pemotongan dan kualitas hasil pemotongan merupakan informasi penting dalam merancang mesin pemotong rumput tipe rotari. Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, parameter-parameter utama pisau pemotong rumput tipe rotari yang berpengaruh terhadap efisiensi gaya dan torsi pemotongan rumput adalah kecepatan putar pisau, kecepatan maju pemotongan, jari-jari pemotongan, jumlah dan pemasangan pisau. Hasil penelitian Dogherty dan Gale (1991) yang dilakukan pada satuan batang rumput menunjukkan bahwa kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap kebutuhan energi dan hasil pemotongan. Untuk mendapatkan pemotongan yang efisien dibutuhkan kecepatan linier pada mata pisau di atas kecepatan kritis (25-30 m/s). Setiadi (2000) juga telah mencoba melihat pengaruh kecepatan putar, jumlah pisau dan sudut potong pisau terhadap kebutuhan torsi pemotongan pada saat pemotongan rumput di lapangan. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara kecepatan, jumlah pisau dan sudut potong pisau dengan gaya atau torsi pemotongan.

Selanjutnya, Suharyatun (2001) menganalisis kinematika pemotongan rumput yang bertujuan untuk memahami mekanisme pemotongan dan mendapatkan panjang efektif mata pisau yang memotong hamparan rumput setiap saat. Penelitian dilanjutkan dengan pengembangan suatu model matematik yang dapat digunakan untuk menghitung torsi pemotongan rumput dengan menggunakan pisau pemotong rumput tipe rotari.

Suharyatun (2002) juga menemukan bahwa terjadi gaya gesekan yang cukup besar pada permukaan bawah pisau dengan permukaan atas rumput yang telah dipotong. Terjadi kehilangan torsi sekitar 40% dari total kebutuhan torsi pemotongan untuk mengatasi gesekan tersebut. Gaya gesekan ini perlu diminimumkan agar diperoleh torsi pemotongan terkecil

Menurut cara budidaya rumput, potongan rumput sangat bermanfaat untuk kesuburan tanah bila ditebarkan begitu saja di atas hamparan rumput. Namun untuk kebersihan dan estetika, setelah dipotong, hamparan rumput diharapkan bersih dari helai rumput hasil pemotongan.

Mesin pemotong rumput tipe rotari tipe dorong yang ada di pasar sekarang ini banyak yang belum dilengkapi dengan sistem penampungan rumput hasil pemotongan. Penjelasan ilmiah mengenai cara pengumpulan dan penyaluran rumput hasil pemotongan masih belum banyak diteliti dan dipublikasikan.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) merancang dan membuat model pisau miring, (2) mempelajari torsi pemotongan dari model pisau miring, (3) mempelajari efek hembusan dan (4) mempelajari efek gesekan permukaan bawah model pisau miring dengan permukaan atas hamparan rumput. Hal tersebut diamati pada beberapa tingkat kecepatan putar, sudut kemiringan, dan jenis pisau.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli 2002 hingga bulan Desember 2002.

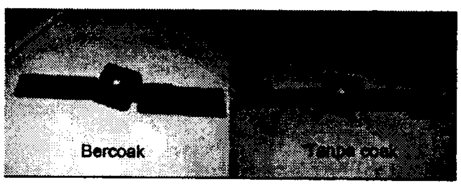
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apparatus uji pemotongan rumput (*turf bin test apparatus)* yang dilengkapi dengan transducer torsi dan instrumen perekaman data.
2. Model pisau miring (Gambar 1), dibedakan menjadi dua macam yaitu pisau bercoak dan pisau tanpa coak dengan ukuran panjang 9.1 cm, tebal 2 mm, lebar 3.5 cm dengan sudut mata pisau ±20°. Masing-masing pisau dibuat dengan kemiringan 5°, 10° dan 15°.
3. Instrumen pengukuran dan perekaman data, terdiri dari: transducer torsi dengan menggunakan *strain gage* (Kyowa, KFG-120-1-D16-

11N15C2), *slip ring* (Michigan Scientific, S4), *bridge box* (Kyowa, DB-120), *dynamic strain amplifier* (Kyowa, DPM-603A), *analog digital converter*, *handy strain meter* (Kyowa, UCAM-1A).

4. Alat-alat bantu lain seperti: katrol, *vacuum cleaner* (Heles NK-115), oven (Memmert, modell 300), timbangan (OXAUS, dial O-gram dan libror electronic scale, EL-600), jangka sorong, tacho-meter digital (Shimpo, DT-205B), multimeter digital (DT-830B), *stop watch*, kamera digital (Casio QV-10), dan lain-lain.



Gambar 1. Contoh model pisau miring

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah rumput Bermuda (*Cynodon dactylon*) varietas *tifway* yang ditanam dari lempengan rumput (*sodding*) pada kotak kayu berisi pasir dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 1495 mm, 625 mm, dan 100 mm. Untuk memperoleh kondisi tanaman yang seragam, sebelum pengujian dilakukan pemupukan, pemotongan, penyiangan, dan penaburan pasir (*top dressing*) pada rumput yang ditanam.

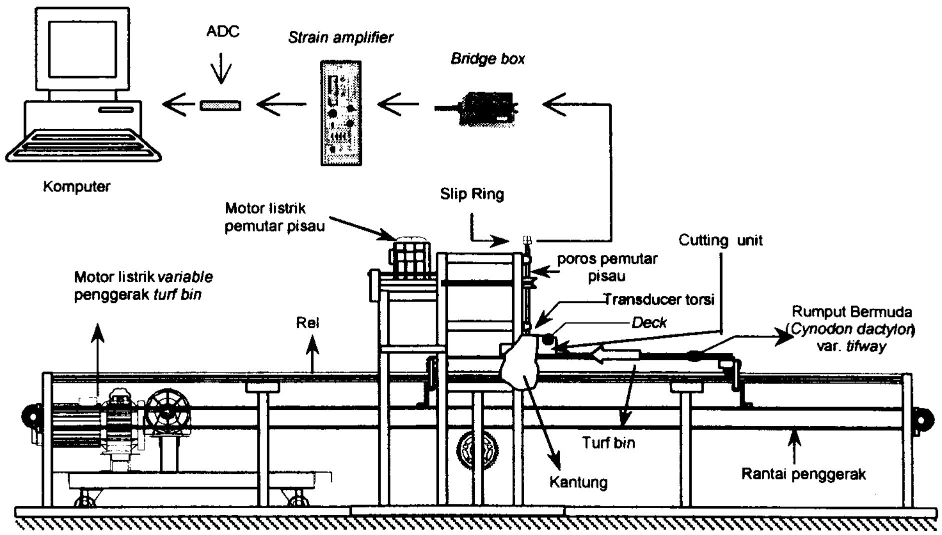
Sistem Pengukuran dan Perekaman Data

Proses pemotongan dilakukan pada kecepatan maju konstan 0.5 m/detik dengan variasi parameter lainnya antara lain : a) jenis pisau: (1) pisau tanpa coak dan (2) pisau bercoak, b) kecepatan putar: (1) 1960 rpm (2) 2177 rpm, dan (3) 2800 rpm, dan c) sudut kemiringan pemasangan pisau: (1) 5°, (2) 10°, dan (3) 15°.

Pengukuran torsi pemotongan dilakukan dengan menggunakan apparatus uji pemotongan rumput (*turf-bin test apparatus*) yang dilengkapi dengan sensor torsi pemotongan dan sistem perekaman data. Pada apparatus uji ini digunakan dua buah motor listrik, satu untuk menggerakkan pisau pemotong rumput dan satu untuk menggerakkan kotak rumput. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kecepatan putar dan kecepatan maju pemotongan yang mendekati konstan yaitu 0.5 m/detik. Instrumentas pada saat pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.

Dalam pengujian ini dilakukan pengambilan data sebanyak dua kali untuk mendapatkan data torsi pada saat terjadi pemotongan dan data torsi setelah pemotongan (gesekan antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong). Torsi pemotongan adalah selisih antara torsi pada saat pemotongan dengan torsi yang terjadi akibat gesekan antara pisau dengan rumput.

Potongan rumput hasil pemotongan (*clippings*) ditampung



Gambar 2. Apparatus uji dan instrumentasi pada pengujian model pisau miring

pada kantung yang dipasangkan pada lubang keluaran dek. Potongan rumput yang tercecer pada kotak rumput, yang melekat pada dinding bagian dalam dek dikumpulkan pada setiap percobaan pemotongan.

Selain itu dilakukan juga pengukuran kadar air pada rumput terpotong dan pengukuran kepadatan pucuk (densitas) terpotong pada masing-masing kotak setiap kali selesai pengujian.

Analisis Data

Gambar 3 menunjukkan salah satu contoh data hasil pengukuran, dimana voltase pada saat sebelum terjadi proses memotong rumput (cd) telah direset mendekati nilai nol. Dari data tersebut kemudian dapat dihitung voltase yang dibutuhkan hanya untuk pemotongan dengan persamaan berikut:

$$V_p = V_t - V_g$$

V_p= rata-rata voltase hanya untuk memotong (Volt)

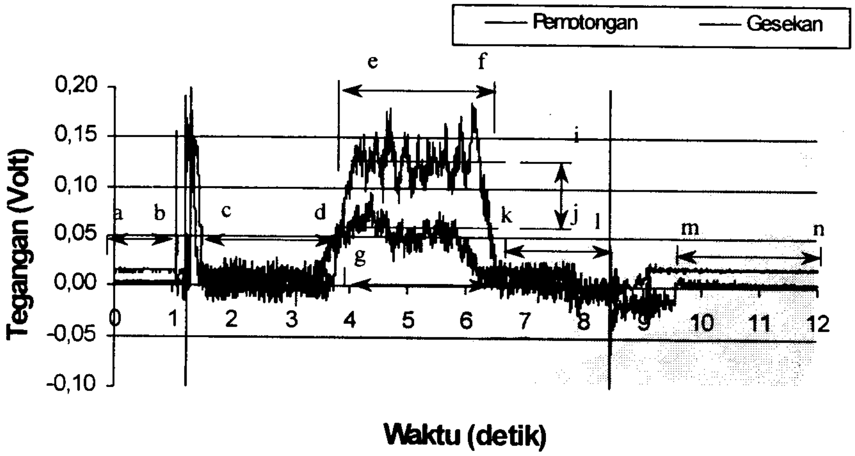
V_t = rata-rata voltase pada saat pemotongan rumput (Volt)

V_g= rata-rata voltase pada saat terjadi gesekan (Volt)

Voltase (V) dapat dikonversi menjadi torsi (T, Nm) dengan persamaan kalibrasi yang telah diperoleh sebelum percobaan dilakukan yaitu:

$$T = 2.70 \times 10^{-2} \times 256.41 \times V$$

Persentase ketertampungan potongan rumput dihitung dari berat potongan rumput yang tertampung di kantung dibagi dengan jumlah dari berat potongan rumput yang tercecer di kotak rumput dan yang tertinggal pada *deck*, dikali dengan 100.



ab : waktu komputer mulai merekam
cd : waktu perekaman torsi untuk memutar pisau (torsi tanpa beban)
ef : waktu perekaman torsi total (pemotongan + gesekan)
gh : waktu perekaman torsi gesekan pisau
ij : voltase menunjukkan torsi untuk memotong rumput
kl : waktu perekaman torsi tanpa beban
mn : waktu ketika motor dimatikan

Gambar 3. Contoh grafik hasil pengujian dengan menggunakan pisau tanpa coak, kemiringan 10° pada 2177 rpm, v = 0.5 m/s.

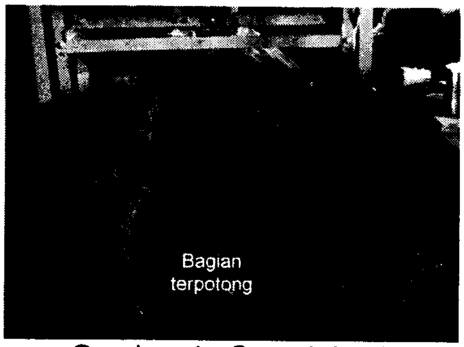
HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh model pisau miring yang telah dirancang dan dibuat dalam penelitian ini sudah dapat memotong hamparan rumput dengan kualitas pemotongan yang cukup baik. Hal ini terjadi pada semua kemiringan dan kecepatan putar pisau dan pada kadar air rumput 68% basis basah. Hasil pemotongan dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengaruh Kemiringan Pisau Terhadap Torsi Pemotongan

Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa dari berbagai kecepatan putar pisau yang dicoba, semakin cepat putaran pisau, maka torsi yang dibutuhkan hanya untuk memotong rumput, selanjutnya disebut dengan torsi pemotongan, akan semakin kecil. Torsi pemotongan paling kecil terjadi pada model pisau bercoak dengan kemiringan 15° pada kecepatan putar pisau 2800 rpm (0.073 Nm), dan torsi pemotongan paling besar pada model dengan pisau bercoak dengan kemiringan 5° pada 1960 rpm (0.659 Nm).

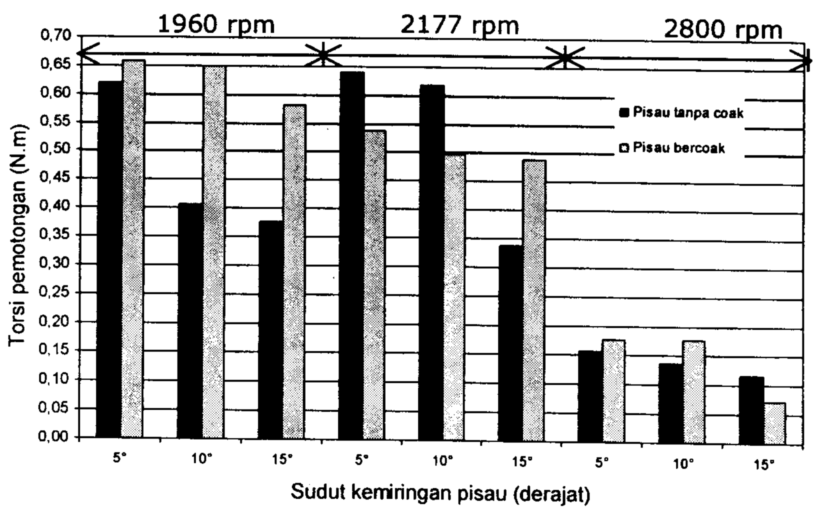
Dari hasil ini dapat pula dilihat bahwa efek tahanan udara yang ditimbulkan dengan posisi pisau yang miring tidak mempengaruhi besarnya torsi pemotongan secara signifikan, karena walaupun dengan kemiringan yang lebih besar hasil torsi pemotongan menunjukkan nilai yang semakin kecil.



Gambar 4. Contoh hasil pemotongan

Jika dilihat dari jenis pisau yang digunakan hasil torsi pemotongan menunjukkan bahwa pisau yang diberi coakan pada sisi pemotongannnya tidak memberikan pengurangan torsi pemotongan seperti yang diharapkan sebelumnya. Dari hasil yang dibandingkan pada setiap kecepatan putar pisau, hanya sebagian kecil pisau yang diberi coakan memberikan pengurangan torsi pemotongan jika dibandingkan dengan pisau tanpa coak. Hal ini mungkin disebabkan karena pada saat pemotongan hanya bagian ujung pisau yang memotong rumput.

Pengujian pada kecepatan putar pisau 2177 rpm menunjukkan adanya penurunan torsi dengan memberi coakan pada sisi pisau yang memotong, tetapi hal ini tidak terlihat saat pengujian dengan kecepatan putar lainnya. Namun kecenderungan torsi pemotongan menurun dengan semakin besarnya kecepatan putar pisau yang digunakan. (Lihat Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan antara kemiringan pisau terhadap torsi pemotongan

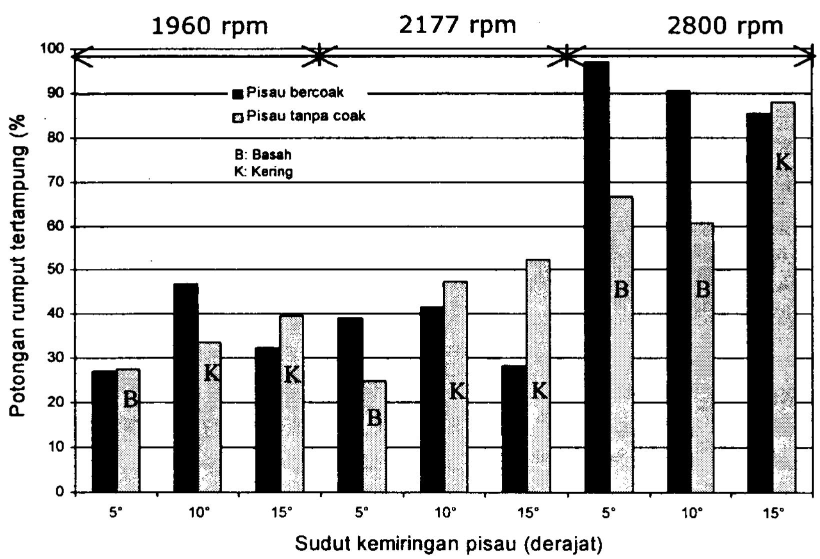
Pengaruh Kemiringan Pisau terhadap Ketertampungan Potongan Rumput

Pada pemotongan dengan menggunakan model pisau dengan kemiringan 5° terlihat kecenderungan persentase hasil potongan yang tertampung lebih banyak dengan semakin bertambahnya kecepatan putar pisau Demikian pula yang terjadi pada pisau dengan kemiringan 10° dan 15° (lihat Gambar 6), walaupun pada kecepatan putar pisau yang sama data yang dihasilkan memberikan hasil yang bervariasi. Persentase hasil potongan tertampung paling banyak diberikan oleh model dengan pisau bercoak dengan kemiringan 5° pada 2800 rpm (96.94 %) dan paling kecil diberikan oleh model dengan pisau tanpa coak dengan kemiringan 5° pada 2177 rpm (24.76 %).

Perbandingan jenis pisau juga tidak banyak memberikan keterangan. Jika diamati dari pengujian pada kemiringan pisau 5°, pisau bercoak justru memberikan persentase hasil tampungan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan pisau yang tanpa coak.

Perbedaan yang mencolok antara persentase ketertampungan pada kecepatan putar yang rendah (1960 rpm dan 2177 rpm) dengan kecepatan putar 2800 rpm. Hal ini mengindikasikan bahwa sebaiknya pemotongan dilakukan pada kecepatan putar yang lebih tinggi.

Pemotongan sebaiknya dilakukan saat kondisi permukaan rumput relatif kering, yaitu pada



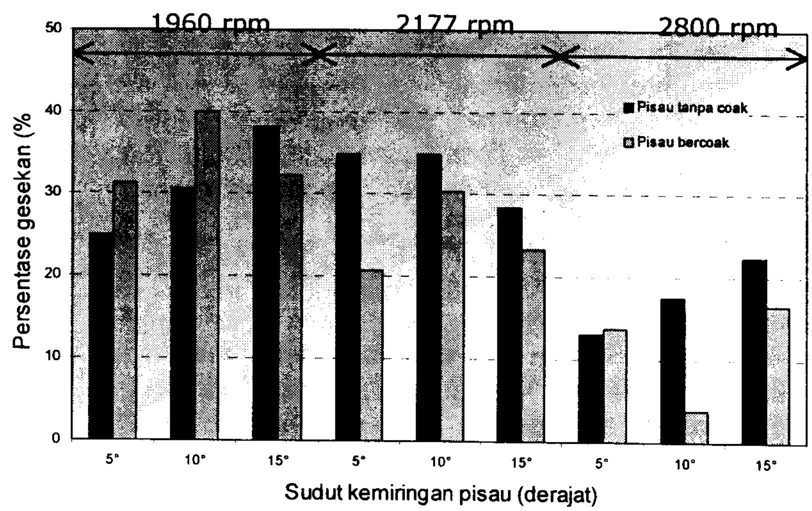
Gambar 6. Hubungan antara kemiringan pisau terhadap ketertampungan potongan rumput

permukaan rumput tidak terdapat butir-butir embun. Potongan rumput yang basah permukaannya akan cenderung menempel pada *deck*. Hal ini akan mempersulit penyaluran ke tempat penampungan. Fenomena ini terlihat jelas dalam pengujian, di mana persentase tertampung dari potongan rumput pada kondisi lebih kering yang lebih besar dibandingkan dengan persentase hasil potongan rumput yang sama pada kondisi permukaan yang basah.

Pengaruh Kemiringan Pisau terhadap Persentase Gesekan antara Permukaan Bawah Pisau dengan Permukaan Rumput yang Telah Terpotong

Dalam penelitian ini, torsi total dapat dipisahkan menjadi torsi pemotongan dan torsi gesekan. Torsi gesekan yang dimaksud adalah torsi gesekan antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong dan torsi akibat adanya tahanan udara saat pisau diputar.

Gesekan yang terjadi antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong dipengaruhi oleh luas permukaan bagian pisau yang bersentuhan dengan permukaan rumput. Dengan dimiringkannya pisau maka semakin sedikit bagian pisau yang menyentuh rumput. Namun demikian pada Gambar 7 terlihat bahwa sebagian besar data tidak menunjukkan kecenderungan yang sama, bahkan cenderung bervariasi. Demikian pula jika dilihat dari jenis pisau yang digunakan. Gesekan



Gambar 7. Hubungan antara kemiringan pisau dengan persentase gesekan antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong

terbesar terjadi pada model pisau bercoak. Gesekan terendah terjadi pada kesepatan putar 2800 rpm.

Kemiringan pisau tidak berpengaruh secara signifikan terhadap persentase gesekan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa model pisau miring dapat memberikan pengurangan gesekan karena jika dilihat dari gesekan yang terjadi antara permukaan bawah pisau dengan rumput memiliki rata-rata gesekan di bawah 40%, bahkan pada kecepatan putar 2800 rpm, gesekan yang terjadi kurang dari 20%, jauh lebih rendah dari gesekan pada pisau datar sebagaimana diperoleh oleh Suharyatun (2002) yaitu sebesar 40 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada selang percobaan yang dilakukan, semakin tinggi putaran poros maka torsi yang dibutuhkan untuk memotong rumput (torsi pemotongan) akan semakin kecil. Torsi pemotongan paling kecil terdapat pada model dengan pisau bercoak dengan kemiringan 15° pada 2800 rpm (0.073 N.m).
2. Pada selang percobaan yang dilakukan, semakin tinggi putaran poros maka persentase hasil potongan rumput yang dapat tertampung akan semakin banyak. Persentase hasil potongan tertampung paling banyak diberikan oleh model dengan pisau bercoak dengan kemiringan 5° pada 2800 rpm (96.94 %).
3. Pada selang percobaan yang dilakukan, semakin tinggi putaran poros maka persentase gesekan antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong akan semakin kecil (pada selang pengukuran). Persentase gesekan terkecil terdapat pada model dengan pisau bercoak, kemiringan 10° pada 2800 rpm (3.9 %).
4. Model pisau miring dapat memperkecil gesekan yang terjadi antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah dipotong dan dapat memberikan efek hembusan untuk mendorong potongan rumput ke tempat penampung melalui dek.
5. Pengujian jenis pisau bercoak dan tidak bercoak tidak memberikan beda hasil yang nyata terhadap torsi pemotongan dan persentase gesekan antara permukaan bawah pisau dengan rumput yang telah terpotong.

Saran

1. Perlu adanya upaya perbaikan dalam pemeliharaan rumput dalam kotak rumput agar memiliki densitas lebih seragam.
2. Pemotongan dengan memperhitungkan persentase hasil tampungan sebaiknya dilakukan pada saat permukaan rumput dalam kondisi kering

untuk memberikan hasil yang lebih memuaskan.

3. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan agar pengukuran torsi dilakukan dengan dudukan pisau yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih diucapkan kepada Proyek Due-like Institut Pertanian Bogor, Tahun Anggaran 2002 yang telah memberikan hibah dana penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Beard, J. B. 1973. Turfgrass : Science and Culture. Prentice Hall. Inc, New York.

O'Dogherty, M. J and Gale, G. E. 1991. Laboratory Studies of The Effect of Blade Parameters and Stem Configuration on The Dynamics of Cutting Grass. Journal of Agriculture Engineering Research, 49.

Setiadi, N. 2000. Pengaruh Sudut Pemotongan Pisau Terhadap Kebutuhan Torsi Pemotongan Rumput Tipe *Slasher.* Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sitkey, G. 1986. Mechanics of Agicultural Materials. Academiai Kiado. Budapest.

Suharyatun, S. 2002. Mekanisme Pemotong Rumput Dengan Menggunakan Pisau Pemotong Rumput Tipe Rotari. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Tjahjono, B. 1994. Pemangkasan Rumput Padang Golf. Progolf (1): 38-49.

Turgeon, A. J. 1991. Turf Grass Management. 3th Edition. New Jersey : Prentice-Hall Inc.