

## RANCANG BANGUN PISAU ROTARI ROBOT PEMOTONG RUMPUT

Setya Permana Sutisna<sup>1\*</sup>, Edi Sutoyo<sup>1</sup>, Dicky Nur Pariatiara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Indonesia, 16162

### ABSTRAK

Kegiatan perawatan rumput terdiri dari tiga hal yaitu pemangkasan, pemupukan, dan pengairan. Saat ini, untuk melakukan kegiatan pemotongan rumput secara luas sudah banyak digunakan mesin-mesin pemotong rumput baik menggunakan mesin berbahan bakar minyak maupun listrik. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan pengembangan robot pemotong rumput yang berfokus pada perancangan pisau pemotong. Pisau pemotong rumput dipilih agar sesuai dengan rancangan pengembangan robot pemotong rumput dengan beberapa kriteria, yaitu ringan, dapat digerakkan menggunakan motor DC, dapat memotong rumput dengan gaya pemotongan rendah. Pisau pemotong yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki lebar kerja 21.5 cm terdiri dari empat bilah pisau. Mata pisau diputar 2,000 rpm mampu memotong rumput dengan efisiensi pemotongan sebesar 83.7%.

**Kata kunci :** gaya potong; pisau pemotong rumput; robot pemotong rumput.

### ABSTRACT

*The grass is a plant that is often used to decorate the park to look beautiful, cool, and pleasing to the eye. Grass care activities comprise three things namely pruning, fertilizing, and irrigation. At present to carry out extensive lawn mowing activities there are already used lawn mowers both using oil-fired and electric engines. This research is part of the grass cutting robot development activities that focus on the design of a cutting knife. The mower blade was chosen to fit the design of the lawnmower robot development with several criteria, lightweight, can be driven using a DC motor, can cut grass with low cutting force. This study produced cutting blades which have 21.5 cm working with consisting of four blades. The blade has a rotational speed of 2,000 rpm and efficiency to cut the grass at 83.7%.*

**Keywords :** cutting force; lawn mower; lawn robot.

---

\* Setya Permana Sutisna

Email: setya.permana@uika-bogor.ac.id

Diterima 17 Januari 2020; Penerimaan hasil revisi 03 Februari 2019; Disetujui 18 Februari 2020

Tersedia online Maret 2020

AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin © 2020

## 1. PENDAHULUAN

Rumput merupakan tanaman yang saat ini banyak digunakan sebagai penghias taman agar terlihat asri, sejuk, dan bagus dipandang. Agar dapat memenuhi tujuan tersebut, taman berumput yang luas perlu dilakukan perawatan. Kegiatan perawatan rumput terdiri dari tiga hal yaitu pemangkasan, pemupukan, dan pengairan. Rumput yang tidak dipangkas akan membuat taman yang seharusnya indah menjadi tidak sedap dipandang dan terkesan kumuh. Biaya dan waktu untuk perawatan taman akan berbanding lurus dengan luasnya. Tujuan dari pemangkasan yaitu untuk mendapatkan hamparan rumput yang seragam, rapat, dan merata sehingga memberikan tampilan yang baik (Kumurur, 1998).

Secara konvensional, pemotongan rumput dapat dilakukan dengan menggunakan sabit maupun gunting. Cara ini akan efektif jika taman berupa halaman rumah yang sempit, namun untuk taman yang luas cara ini menjadi tidak efektif. Saat ini untuk melakukan kegiatan pemotongan rumput secara luas, banyak masyarakat menggunakan mesin pemotong rumput karena dapat mempermudah dan mempercepat proses pemotongan rumput. Mesin potong rumput yang banyak dijumpai yaitu berbahan bakar minyak, baik untuk tipe gendong maupun tipe dorong. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak, beberapa produsen memproduksi mesin pemotong rumput dengan menggunakan listrik AC. Keunggulan dari mesin ini, selain mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dan pengurangan dampak polusi dari gas buang motor bakar, yaitu suara yang lebih halus serta getaran yang ditimbulkan lebih kecil (Umar, Tain, & Jatmiko, 2014). Namun, mesin pemotong rumput jenis ini jarang digunakan karena membutuhkan kabel yang panjang. Penggunaan tenaga listrik AC membuat mesin harus terhubung dengan stop kontak melalui kabel. Hal ini menyebabkan penggunaan di lapangan menjadi terbatas.

Perkembangan teknologi di bidang sistem pengendalian banyak mengembangkan mesin-mesin otomatis yang mampu meringankan pekerjaan manusia, mengurangi kebutuhan waktu dalam pengoperasian, serta menggantikan pekerjaan manusia terutama pada kegiatan yang berbahaya (Yusup, Arkanuddin, & Sutikno, 2015). Pekerjaan pemotongan rumput di lahan yang luas dan terbuka membutuhkan tambahan kebutuhan tenaga dan keadaan fisik yang prima.

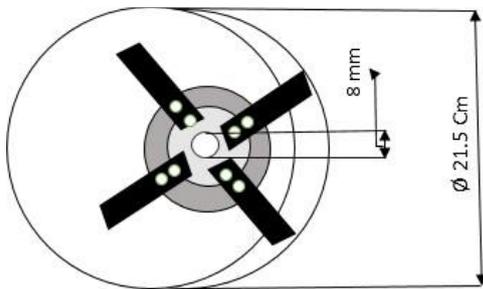
Hal ini membuat operator cepat kelelahan sehingga berdampak pada penurunan produktivitas. Hal ini juga diperparah dengan penggunaan mesin potong rumput tipe gendong (*brush cutter*) yang memiliki getaran yang tinggi. Penggunaan mesin ini dalam waktu lama dan berulang-ulang dapat menyebabkan terjadinya *hematuria*. Hematuria terjadi karena getaran akibat hemolisis yang intravaskuler yang timbul akibat adanya jejas mekanik terhadap eritrosit terdapat pada pembuluh darah telapak tangan dan lengan (Asman Sinaga, 2000).

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pengembangan robot pemotong rumput. Robot pemotong rumput yang dikembangkan menggunakan motor DC dengan tenaga baterai. Keunggulan menggunakan baterai yaitu sumber energi listrik yang mudah dibawa ke mana-mana sehingga pergerakan robot pemotong rumput tidak terbatas. Selain itu, penggunaan energi listrik baterai dapat mengurangi penggunaan bahan bakar minyak yang semakin mahal, langka, dan berpolusi. Untuk memudahkan dalam pengoperasian robot ini dikembangkan dengan tenaga penggerak dan sistem pengendalian otonom sehingga dapat beroperasi mandiri di lapangan.

Salah satu bagian penting pada sebuah robot pemotong rumput yaitu pisau pemotong. Umumnya, pisau pemotong rumput terdiri dari dua tipe, yaitu tipe *reel* dan *rotari*. Pisau pemotong tipe *reel* berbentuk silinder yang berputar dengan sumbu putar horisontal. Mata pisau terdiri dari dua bagian, yaitu mata pisau yang berputar dan mata pisau yang diam. Silinder pisau berputar ketika mesin potong rumput berjalan maju. Kecepatan pisau silinder bergantung pada kecepatan maju mesin potong rumput. Di lain sisi, pisau pemotong tipe *rotari* memiliki penggerak tersendiri yang terpisah dengan penggerak maju robot. Mata pisau harus cukup tajam sehingga benturan antara mata pisau dan rumput dapat memotong batang dan daun rumput. Meskipun demikian, pisau tipe *rotari* cukup banyak digunakan pada mesin potong rumput karena desain yang sederhana dan mudah untuk pembersihan, pergantian, dan pengasahan. Berdasarkan hal tersebut, pisau pemotong rumput yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan pisau pemotong tipe *rotari*. Pengembangan desain pisau pemotong rumput perlu dilakukan untuk memperoleh desain pisau yang sesuai.

**2. METODE PENELITIAN**

Kegiatan penelitian ini dimulai dari konsep perancangan alat, desain alat, analisis dan pengujian. Konsep perancangan alat yaitu menetapkan tujuan kegunaan alat serta kriteria desain yang dibutuhkan. Perancangan pisau pemotong ini ditujukan untuk robot pemotong rumput dengan tenaga penggerak motor DC. Pisau pemotong didesain sehingga mampu memenuhi kriteria-kriteria yang dibutuhkan oleh robot pemotong rumput. Beberapa kriteria di antaranya, yaitu terbuat dari bahan ringan, gaya pemotongan yang rendah, serta digerakkan oleh motor DC dengan daya rendah. Berdasarkan kriteria tersebut ditetapkan ukuran pisau yang didesain memiliki ukuran panjang pisau 9.5 cm, lebar pisau, 1.8 cm, tebal pisau 1 mm, terdiri dari 4 bilah pisau, serta memiliki lebar kerja 21.5 cm. Desain pisau pemotong dapat dilihat pada Gambar 1.

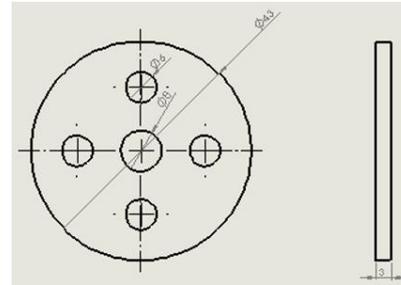


Gambar 1. Desain pisau pemotong robot pemotong rumput

Analisis yang dilakukan terhadap desain pisau pemotong rumput ini, yaitu kebutuhan torsi, kekuatan sambungan baut, dan gaya potong pisau. Selain itu, pengujian pemotongan rumput secara riil dilakukan untuk menguji kemampuan pisau pemotong dalam memotong rumput. Pengujian kemampuan pemotongan pisau dilakukan pada lapangan rumput yang terpeliharaan (taman). Lapangan rumput ditumbuhi tanaman rumput jenis gajah mini. Rumput dibiarkan tidak dipangkas dalam selang waktu dua bulan sehingga diperoleh rumput dengan ketinggian potong yang memadai. Sebelum dilakukan pemotongan, tinggi rumput diukur terlebih dahulu dan diukur kembali setelah dilalui robot pemotong rumput. Selain itu, pengukuran juga dilakukan pada lebar hasil pemotongan, kecepatan maju, dan kebutuhan waktu untuk memotong pada luas tertentu. Pengujian ini hanya dilakukan pada lapangan rumput dengan kontur datar untuk mengurangi efek ketidakseragaman hasil pemotongan akibat permukaan lapangan rumput yang tidak rata.

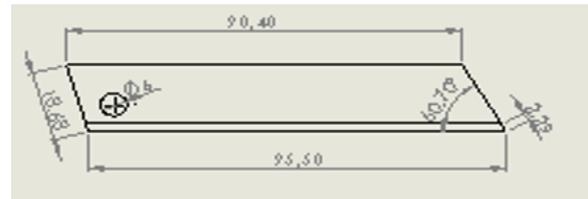
**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pisau pemotong rumput yang dibuat terdiri dari dua bagian utama, yaitu dudukan bilah mata pisau dan bilah mata pisau. Dudukan bilah mata pisau terbuat dari bahan pelat besi berbentuk lingkaran berukuran diameter 4.3 cm dan tebal 3 mm serta dilengkapi empat buah lubang sebagai dudukan bilah mata pisau. Desain dudukan pisau pemotong dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain dudukan bilah pisau pemotong rumput

Bilah pisau pemotong rumput terbuat dari bahan *stainless steel* berukuran 9,5 cm x 1,8 cm dengan tebal 1 mm. Desain bilah mata pisau dapat dilihat pada Gambar 3. Bilah pisau berjumlah 4 buah dihubungkan ke dudukan bilah pisau dengan menggunakan sambungan baut. Masing-masing bilah pisau diikat menggunakan satu buah baut berukuran diameter 8 mm.



Gambar 3. Desain bilah pisau robot pemotong rumput

Pisau pemotong rumput ini digerakkan oleh motor DC 12 V dengan kecepatan putar 2,000 rpm. Daya motor DC dihitung menggunakan Persamaan 1 dengan nilai arus maksimal sebesar 10 A diperoleh besar daya motor yang digunakan sebesar 240 W.

$$P = VI \tag{1}$$

Torsi yang dihasilkan berdasarkan Persamaan 2 diperoleh sebesar 0.57 Nm.

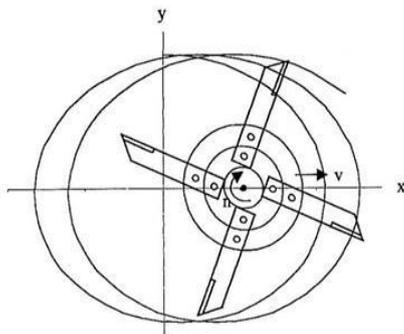
$$T = \frac{60P}{2\pi N} \tag{2}$$

Oleh karena itu, besar gaya geser yang dihasilkan untuk memotong rumput berdasarkan Persamaan 3

dengan nilai jari-jari 10.75 cm diperoleh sebesar 5.7 N.

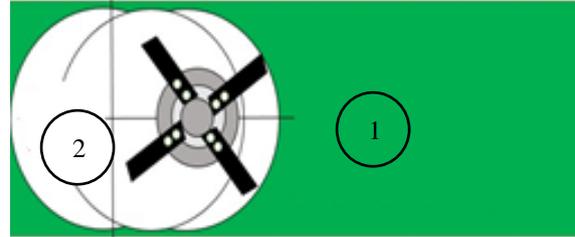
$$F = \frac{T}{R} \quad (3)$$

Pola pemotongan pisau pemotong rumput merupakan hasil dari kecepatan putaran pisau ( $n$ ), kecepatan laju ( $v$ ), jari-jari pemotong ( $R$ ), dan jumlah pisau ( $K$ ). Selisih sudut pemasangan pisau satu dengan yang lainnya sama yaitu  $90^\circ$  dan pisau bergerak maju ke arah yang sama diperoleh kesamaan kordinat lintasan pisau pemotong rumput dengan mesin pemotong rumput. Pola pemotongan pisau pemotong rumput dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola pemotongan pisau pemotong rumput.

Berdasarkan hasil pengujian pemotongan rumput dengan menggunakan ketinggian rumput awal 36 cm yang dipotong menjadi 3 cm diperoleh lebar pemotongan yaitu sebesar 18 cm. Perbedaan lebar pemotongan disebabkan karena rumput pada bagian ujung-ujung mata pisau tidak dapat terpotong sempurna. Rumput pada bagian tersebut hanya mengalami dampak menjadi rebah atau terpotong sebagian. Hal ini jelas terlihat pada bagian sisi kiri dan kanan pisau pemotong, sedangkan pada bagian sisi depan pemotong tidak menunjukkan dampak signifikan. Ilustrasi pandangan atas proses pemotongan rumput dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat pada Gambar 4, area rumput yang belum terpotong ditandai dengan warna hijau (1) dan area rumput yang telah dipotong ditandai dengan warna putih (2).



Gambar 4. Ilustrasi pandangan atas area pemotongan rumput.

Menurut (Okafor, 2013) rekomendasi untuk menghasilkan pemotongan rumput yang baik dibutuhkan daya motor minimal 628.3 W dengan kecepatan putar 2,000–3,000rpm sehingga menghasilkan gaya geser pemotongan sebesar 10.5 N. Hal ini dapat menjadi penyebab ketidakmampuan pisau pemotong rumput bekerja optimal sesuai dengan lebar kerja teoritisnya. Efisiensi pemotongan pisau dihitung menggunakan persamaan 4 diperoleh efisiensi sebesar 83.7%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang lain dengan efisiensi sebesar 89.5% (Okafor, 2013), hasil penelitian ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan kecepatan putar yang lebih rendah serta daya motor yang jauh lebih rendah dari penelitian tersebut. Namun demikian, kebutuhan daya yang lebih rendah dapat menghasilkan lama waktu kerja yang lebih besar dengan ketersediaan daya baterai yang terbatas.

$$\eta = \frac{\text{lebar kerja riil}}{\text{lebar kerja teoritis}} \times 100\% \quad (4)$$

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Penelitian ini berhasil mendesain dan membuat pisau pemotong rumput dengan lebar kerja 21.5 cm yang terdiri dari 4 bilah pisau yang dipasang  $90^\circ$  dengan panjang pisau 9.8 cm dan tebal 1 mm.
- Motor penggerak yang digunakan berupa motor DC 12 V 2,000rpm menghasilkan daya motor sebesar 120 W pada arus maksimum 10 A, torsi 0.57 Nm, serta gaya geser pemotongan 5.7 N.
- Pengujian pemotongan pada rumput dengan ketinggian potong 33 cm mendapatkan lebar kerja riil sebesar 18 cm sehingga efisiensi pemotongan pisau sebesar 83.7 %.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian selanjutnya, yaitu

- Menaikkan daya motor penggerak dengan penggunaan motor DC dengan tegangan 24 V.
- Penyesuaian lebar kerja pemotongan sehingga diperoleh gaya geser untuk pemotongan rumput

sesuai rekomendasi yang ada sehingga dapat menaikkan efisiensi pemotongan pisau.

## REFERENSI

- Asman Sinaga, T. (2000). Dampak Getaran Mesin Potong Rumput terhadap Kejadian Hematuria pada Operator Pemotong Rumput di Universitas Indonesia Depok, Jawa Barat Tahun 2000. Depok: [Tesis] Sekolah Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Kumurur, V. A. (1998). Rumput Lansekap Untuk Lapangan Olahraga, Taman dan Areal Parkir. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Okafor, B. (2013). Simple Design of Self-Powered Lawn Mower. *International Journal of Engineering and Technology*, 3(10), 933–938.
- Umar, Tain, A., & Jatmiko. (2014). Perancangan mesin listrik pemotong rumput dengan energi akumulator. *Emitor*, 14(2), 13–18.
- Yusup, A., Arkanuddin, M., & Sutikno, T. (2015). Perancangan Model Alat Pemotong Rumput Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89C51. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, 1(1), 21–32. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v1i1.2260>