

Pengembangan dan Uji Kinerja Alat Pencacah Nilam dengan Rekayasa Nilai

Rismawati ^{1*}, Irhamni Nuhardin ²

^{1, 2} Akademi Teknologi Industri Dewantara Palopo, Indonesia

* Rismawatijumain@gmail.com

Abstract

Desa Lara merupakan salah satu desa di Kabupaten Luwu Utara yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani nilam. Teknologi pengolahan tanaman nilam sampai menjadi misnyak nilam ditingkat petani umumnya masih bersifat tradisional karena terbatasnya teknologi yang ada. Salah satunya saat pasca panen proses pencacahan tanaman nilam masih bersifat manual dengan menggunakan parang. Berdasarkan penelitian dari 45 responden, 95% menginginkan adanya pengembangan alat pencacah nilam. Pendekatan yang digunakan yaitu dengan rekayasa nilai dengan beberapa tahap diantaranya: (1) tahap informasi yaitu mengumpulkan berbagai informasi seputar alat dan keinginan petani. (2) Tahap kreatif yaitu dengan memunculkan 3 alternatif alat. (3) Tahap analisa dengan mempertimbangkan keuntungan dan kerugian, matriks kelayakan untuk melakukan pertimbangan terhadap kriteria yang telah ditentukan untuk menyeleksi alternatif agar lebih memenuhi tujuan yang diinginkan, matriks evaluasi untuk memberikan penilaian pada kriteria yang berkaitan dengan desain produk. Pembobotan kriteria untuk menentukan kriteria yang diutamakan dengan menggunakan metode perbandingan berpasangan Analytical Hierarchy Process (AHP) kemudian menghitung performansi dengan meranking tiap kriteria sehingga diperoleh alternatif I sebagai ranking dengan nilai performansi tertinggi. (4) Tahap pengembangan yaitu analisa biaya yang dikeluarkan (5) Tahap presentasi, alternatif 1 dengan konsep pegas sebagai alternatif terbaik dengan nilai 1,36.

Keywords: Pengembangan, Uji Kinerja Alat, Pencacah Nilam, Rekayasa Nilai

Pendahuluan

Pengembangan teknologi pada dasarnya bertujuan untuk menjawab kebutuhan akan efisiensi peralatan, baik yang telah ada maupun yang akan dirancang. Maka suatu upaya pengembangan teknologi yang efektif, pertama-tama harus didasarkan pada permintaan pasar, baik yang telah ada atau yang mulai diperlukan oleh pasar. Hal tersebut sesuai dengan Instruksi Presiden RI no. 3 tahun 2001 tentang Penerapan dan Pengembangan Teknologi Tepat Guna (Porawati et al, 2020). Di era modern seperti sekarang, teknologi memiliki peran penting dalam kelangsungan hidup manusia. Dengan adanya teknologi dapat memudahkan aktivitas manusia yang tidak menutup kemungkinan dalam industri baik itu skala besar maupun skala rumah tangga sangat penting pengadaanya (Triadi et al, 2020). Teknologi pengolahan tanaman nilam sampai menjadi minyak nilam ditingkat petani umumnya masih bersifat tradisional karena terbatasnya teknologi yang ada (Siswati et al, 2021). Salah satunya saat pasca panen pada proses pencacahan tanaman nilam masih bersifat manual dengan menggunakan parang. Tanaman nilam yang telah dipanen sebelum

proses penyulingan biasanya dilakukan perlakuan pendahuluan terhadap bahan yang akan disuling. Perlakuan tersebut dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan pengecilan ukuran, pengeringan atau pelayuan dan fermentasi. Pencacahan atau pemotongan dilakukan dengan menggunakan parang dengan ukuran 3-4 cm tujuannya untuk memudahkan saat proses penyulingan. Proses pencacahan seperti ini yang hanya menggunakan parang membutuhkan waktu yang lama yaitu dalam sehari petani hanya mampu memotong sebanyak 6-8 karung/100 kg sedangkan untuk melakukan proses penyulingan harus sebanyak 300 kg - 400 kg (Widdakso et al, 2019). Karena lamanya waktu pemotongan untuk mendapatkan sebanyak 300 kg nilam dapat berpengaruh pada kualitas dari minyak yang dihasilkan hal ini disebabkan karena daun dan batang tanaman nilam yang lama disimpan sebelum disuling akan menguap.

Tumbuhan nilam merupakan komoditi tumbuhan penghasil minyak yang disebut dengan nilam atau minyak atsiri (Suripto et al, 2021). Pemanfaatan minyak nilam dalam dunia industri yaitu untuk bahan parfum, antiseptik serta kosmetik sehingga minyak nilam memiliki nilai jual yang tinggi yaitu 400-500 ribu rupiah untuk setiap liter minyak murni. Tumbuhan nilam yang tumbuh di daerah dataran rendah memiliki kadar minyak yang lebih tinggi di bandingkan dengan tumbuhan nilam yang tumbuh di dataran tinggi. Proses pengambilan minyak nilam diawali dengan melakukan proses pemanenan, penjemuran, pencacahan, perebusan serta pengumpulan minyak nilam. Usia panen tumbuhan nilam berkisar 7-9 bulan dengan masa antar panen 3-4 bulan (Porawati et al, 2020). Sebelum dilakukan proses pencacahan, tumbuhan nilam harus dijemur 3-4 hari dengan tujuan untuk membuat batang nilam layu sehingga tidak hancur ketika dilakukan proses pencacahan (Selan et al, 2021).

Mesin pencacah tumbuhan nilam memiliki berbagai macam variasi diantaranya daya motor penggerak, jumlah mata pisau serta ukuran dan cacahan hasil potongan. Motor penggerak mesin pencacah menggunakan motor listrik diteliti dengan daya motor 1.5 HP sedangkan menggunakan daya motor 1 HP (Kadir et al, 2022; Ziurrahman et al, 2023). Penggunaan motor listrik memiliki kekurangan yaitu membutuhkan daya energi listrik yang besar sehingga kurang efisien. Untuk lokasi penanaman tumbuhan nilam yang jauh dari pemukiman yang tidak terjangkau jaringan listrik, penggunaan motor bensin lebih mudah dalam pengoperasian alat pencacah di lokasi tanam tumbuhan nilam. Selanjutnya, menggunakan daya motor penggerak sebesar 6.5 HP dan 3 buah mata pisau pencacah (Agussationo et al, 2022). Melaporkan bahwa penggunaan mata pisau sejumlah 2 buah menghasilkan kapasitas cacahan pada mesin pencacah rumput sebanyak 69,6 kg/jam. Inovasi bentuk pisau dilaporkan dengan menggunakan pisau lengkung (Hata et al, 2023). Membuat rancang bangun mesin pencacah rumput gajah menggunakan pisau pemotong tipe Reel (Yaqin et al, 2021).

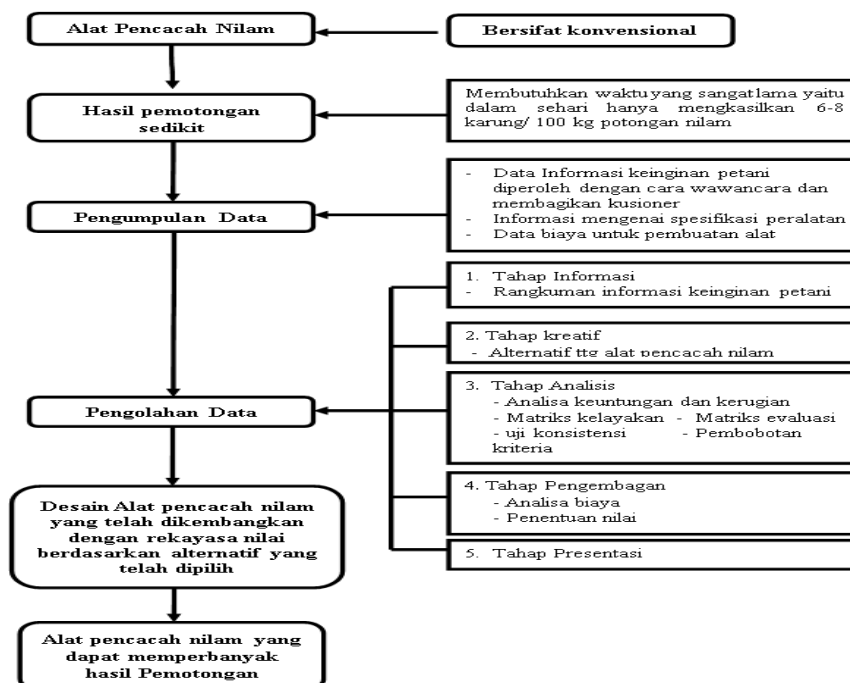
Hasil cacahan tumbuhan nilam selanjutnya dilakukan proses pembuatan minyak daun nilam yaitu dengan melalui proses penyulingan. Terdapat metode penyulingan minyak nilam diantaranya metode destilasi air, destilasi uap-air dan destilasi uap (Armanto et al, 2013; Nugraha et al, 2019). Melakukan proses pengambilan minyak atsiri dari daun nilam dengan menggunakan metode microwave distillation (Retnowati, 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil potongan yang di peroleh adalah sekitar 1-3 cm. Jumlah mata pisau pencacah terhadap kinerja mesin pencacah rumput diteliti oleh (Gumelar et al, 2022). Jumlah mata pisau yang diteliti adalah 2, 3 dan 4 buah mata pisau dengan kemiringan 00, 50 dan 100. Hasil penelitian di laporkan bahwa penggunaan mata pisau dengan jumlah 4 buah

dapat prosentase hasil cacahan yang memiliki ukuran $>1,5$ mm lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan mata pisau berjumlah 2 buah. Menggunakan motor bensin dengan daya 5.5. HP sebagai motor penggerak pada mesin pencacah Jerami (Priono et al, 2019). Hasil penelitian dilaporkan bahwa kapasitas yang dihasilkan mesin pencacah adalah 100,32 kg/jam dengan rata-rata hasil cacahan memiliki panjang <50 mm.

Keterbaruan dalam penelitian ini adalah penggunaan motor bakar dengan daya 5.5 Hp dan menggunakan pisau pemotong jenis pisau planer dengan dimensi $310 \times 30 \times 3$ mm. Jumlah mata pisau yang digunakan sebanyak 4 buah dipasang sejajar dengan posisi horizontal terhadap sumbu poros. Kemiringan pisau di pasang 30 dari sumbu horizontal. Inovasi yang di lakukan di harapkan mampu meningkatkan kapasitas produksi petani tumbuhan nilam dengan hasil cacahan tumbuhan nilam adalah $\pm 20-30$ mm dengan diameter maksimal 15 mm dan kapasitas produksi ± 120 kg/jam.

Metode

Dalam penelitian ini ini subjeknya adalah para petani nilam yang ada di dusun lara desa Lara kec. Baebunta Luwu Utara. Adapun teknik penentuan sampel yang digunakan adalah Purposive Sampling dimana penelitian ini tidak dilakukan pada seluruh populasi, tapi terfokus pada target. Adapun kerangka pemecahan masalah sebagai berikut:



Gambar 1 Kerangka Pemecahan Masalah

Metode pengumpulan data yang dilakukan melalui penelitian langsung pada objek penelitian dengan menggunakan beberapa teknik pengumpulan data antara lain:

1. Wawancara, yaitu mengadakan tanya jawab langsung kepada para petani dan pihak-pihak yang berkompeten dalam penulisan ini.
2. Survei ke lapangan dalam hal ini adalah meninjau antara keadaan dilapangan dengan topik permasalahan yang diamati.
3. Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan cara pemberian kuisisioner yang berkaitan dengan penelitian dengan para petani.

Hasil dan Pembahasan

a. Uji Kecukupan Data

Data untuk kuisioner disebar sebanyak 50 kuisioner dan yang kembali sebanyak 45 kuisioner. Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dapat memenuhi kecukupan jumlah sampel minimum. Berdasarkan perhitungan uji kecukupan data menggunakan rumus Bernoulli diperoleh N' sebesar 34,6 (35). Berarti $45 \geq 35$ menyatakan data tersebut cukup karena memenuhi kecukupan data minimum dimana $N \geq N'$.

b. Uji Validasi

Uji validitas bertujuan untuk menilai kesahihan atau kevalidan suatu data (Yohanes et al, 2023). Sebuah data dinyatakan valid apabila R hitung $>$ dari R table. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$= \frac{N(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{[(N \sum x^2) - (\sum x^2)] - (N \sum Y^2) - (\sum y)^2}}$$

Menyatakan bahwa R hitung bernilai 0,5625 sedangkan R tabel 0,2940. Berarti R hitung $\geq R$ table. Hal ini menjelaskan bahwa data tersebut valid.

c. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan agar data yang diuji memiliki tingkat keandalan atau dapat dipercaya. Data dinyatakan reliable jika nilai alpha dan standar alpha $>$ dari nilai reliabilitas murni yang ditetapkan (Sunge et al, 2019). Adapun nilai reliabilitas murni yang ditetapkan pada penelitian ini adalah 0,5. Untuk pengujian reliabilitas dengan menggunakan program SPSS 16.0 yang terlihat pada table dibawah ini terlihat bahwa semua nilai alpha dan standar alpha $>$ 0,5. Hal ini menyatakan bahwa data tersebut reliable.

d. Tahap Informasi

Pada tahap ini terdapat beberapa bagian yakni keinginan konsumen, deskripsi permasalahan dan Fungsi dan diagram FAST. Dari pembagian kuisioner pada tahap ini diperoleh keinginan konsumen hasil kuisioner menunjukkan tingkat pemilih tertinggi terdapat pada table di bawah ini:

Tabel 1. Keinginan Konsumen

No	Indikator	Pilihan	Jumlah pemilih
1.	Apakah anda menggunakan alat pencacah nilam untuk proses pemotongan	- Ya - Tidak	41 4
2.	Desain alat pencacah nilam dapat mempengaruhi kapasitas produksi	- Ya - Tidak	38 7
3.	Waktu yang digunakan untuk mencacah nilam dengan menggunakan parang secara manual tergolong cepat	- Ya - Tidak	20 25
4.	Hasil yang dicapai dengan cara manual belum maksimal	- Ya - Tidak	41 4
5.	Perlu adanya pengembangan alat pencacah nilam	- Ya - Tidak	41 4

Selain itu pembagian kuisioner juga dilakukan untuk tingkat kepentingan untuk setiap kriteria. Adapun kriteria tersebut adalah teknologi yang digunakan, waktu penyelesaian, elemen yang digunakan, kecepatan mencacah nilam, hasil cacah, kemudahan penggunaan dan biaya pengembangan (Domodite et al, 2022).

e. Tahap Kreatif

Tahap ini akan dikembangkan berbagai alternatif yang dapat menjawab keinginan dari para petani. Berdasarkan data hasil rekapitulasi informasi keinginan petani, penulis mengusulkan 3 alternatif desain alat untuk dinilai memiliki potensi untuk dikembangkan, berdasarkan faktor rancangan alat pencacah nilam bahan dan alat yang digunakan dalam proses penyelesaiannya dengan menggunakan konsep pegas.

f. Tahap Analisa

Kuisiener yang berisi pertanyaan tingkat kepentingan dari setiap kriteria dapat di urutkan berdasar tingkat kepentingan ini akan digunakan untuk analisis matriks kelayakan dan matriks evaluasi. Ketiga kriteria urutan terakhir yakni teknologi dan penggunaan, waktu penyelesaian, dan elemen yang digunakan. Sedangkan keempat kriteria urutan pertama yakni kecepatan mencacah nilam, hasil cacahan, biaya pengembangan dan kemudahan penggunaan untuk analisa matriks evaluasi. Berdasarkan analisa penilaian yang telah diberikan pada tahap matriks kelayakan kemudian dilakukan perhitungan total kelayakan untuk setiap alternatif dan diurutkan berdasarkan rangkingnya dari hasil tersebut terpilih 2 alternatif dari urutan 2 rangking teratas yaitu (1) Rangking 1 alternatif I dengan total nilai 910, dan (2) Rangking 2 alternatif II dengan total nilai 879.

Tabel 2. Matriks Kelayakan

Alternatif	Teknologi yang digunakan	Kriteria Waktu penyelesaian	Elemen yang digunakan	Total Kelayakan	Rangking
I	199	364	347	910	1
II	150	369	360	879	2
III	299	183	259	741	3

Analisa matriks evaluasi terhadap 2 alternatif terpilih dan ditambahkan alternatif awal sebagai pembanding. Pada matriks evaluasi digunakan 4 kriteria sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian. kriteria yang diperoleh berdasarkan data kuisiener dalam pertimbangan tingkat kepentingan dari tiap kriteria. Hasil dari analisa matriks evaluasi yaitu (1) Rangking 1 alternatif I dengan total nilai 1403, (2) Rangking 2 alternatif II dengan total nilai 1271, dan (3) Rangking 3 alternatif Awal dengan total nilai 1237

Tabel 3. Matriks Evaluasi

Alternatif	Kriteria				Total	Rangking
	1	2	3	4		
Awal	250	272	376	342	1237	3
I	396	390	312	305	1403	1
II	401	398	232	240	1271	2

Selanjutnya dilakukan pembobotan criteria dengan menggunakan metode perbandingan berpasangan Analytic Hierarchy Process (AHP) berdasarkan tingkat kepentingan dengan berpedoman pada tabel banding berpasangan (Margono et al, 2021). Untuk mengetahui konsistensi data dapat diketahui dengan nilai rasio konsistensi (CR) dan indeks konsistensi (CI) dimana sesuai hasil perhitungan menunjukan bahwa ratio consistensi sebesar 0,033 dibawah 10% berarti maka disimpulkan bahwa data tersebut konsisiten.

Selanjutnya dilakukan perhitungan performansi, berdasarkan hasil perhitungan. Rangking 1 untuk alternatif I dengan nilai performansi (Pn) 371,325, rangking 2 untuk alternatif II (Pn) 362,977 dan rangking 3 alterantif III (Pn) 273,097.

g. Tahap Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan interpretasi biaya dan penghitungan nilai dengan mengambil nilai performansi dari hasil analisa evaluasi untuk alternatif terpilih. Berdasarkan data yang diperoleh dari Toko Agung Jaya dan Toko Besi Andika berikut data perbandingan biaya produksi alternatif yang terpilih.

Tabel 4. Matriks Biaya Produksi

No.	Alternative	Biaya produksi	Rangking
1.	Awal	Rp. 50.000	1
2.	I	Rp. 590.000	2
3.	II	Ro. 790.000	3

Selanjutnya dilakukan penentuan nilai berdasarkan rekayasa nilai dimana alternative awal diasumsikan sama dengan 1 seperti terlihat pada table dibawah ini.

Tabel 5. Alternatif Biaya Produksi

Alternatif	Pn	Cn	Cn'	Vn
Awal	273,097	50.000	50.000	1
I	371,325	590.000	802.212,22	1,36
II	362,977	790.000	1.049.999,92	1,33

Alternatif dengan nilai terbesar adalah alternatif yang terpilih. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa semua alternatif memiliki nilai performansi yang tertinggi dari alternatif awal. Alternatif I memiliki nilai performansi lebih tinggi dari alternatif II.

h. Tahap Presentasi

Tahap presentasi merupakan tahap akhir pada rencana rekayasa nilai, dimana akan dipresentasikan alternatif terbaik yaitu alternatif I yang mempunyai nilai tertinggi yakni 1,36 Alternatif ini mempunyai kelebihan dibanding dengan desain awal antara lain (Fatkhurrohman, 2020):

1. Kecepatan dalam mencacah nilam lebih maksimal jika dibandingkan dengan alat sebelumnya yang masih konvensional.
2. Hasil cacahan pastinya akan lebih banyak dari sebelumnya.

Tumbuhan nilam atau dikenal dengan patchouli yang tumbuh di Pulau Sumatera memiliki karakteristik morfologi batang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik fisik tumbuhan nilam

Karakteristik	Kisaran		
Diameter Batang	10.5	- 15	Mm
Tinggi Batang	58	- 75	Cm
Lebar Tajuk	62	- 72.8	Cm
Panjang Ruas Batang	4.1	- 5.8	Cm
Jumlah Cabang Primer	13	- 22	

Tumbuhan nilam yang siap untuk dipanen yaitu pada usia tanam 6 bulan. Proses pemanenan dilakukan dalam kurun waktu 3 bulan sekali dengan usia tanam selama 2 tahun.

Pemotongan batang nilam yaitu 5 cm dari permukaan tanah yang bertujuan agar terdapat tunas baru untuk proses pemanenan selanjutnya. Tumbuhan nilam setelah dipanen harus dijemur terlebih dahulu dalam waktu 1 – 2 jam sampai layu guna untuk

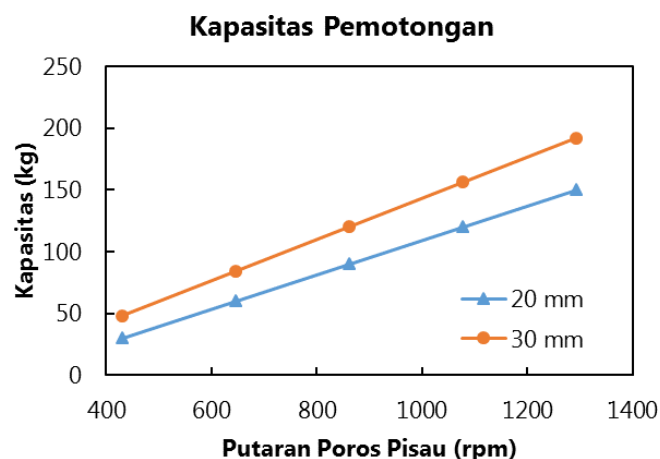
Hasil Pengujian Mesin Pencacah

Pencacahan tumbuhan nilam dilakukan setelah proses penjemuran selama 1 – 2 jam. Tumbuhan nilam di sortir berdasarkan ukuran diameter batang dan dimasukkan ke saluran masuk pisau pencacah. Hasil cacahan di tampung ke dalam wadah terpal untuk dapat dilakukan penimbangan sehingga diperoleh kapasitas aktual dari analisis teknik yang dilakukan pada saat perencanaan mesin pencacah tumbuhan nilam. Pengujian dilakukan pada variasi putaran poros mata pisau 400–1293 rpm dan jarak gap pemotongan mata pisau 20 – 30 mm. Hasil pengujian mesin pencacah (Tabel 7).

Tabel 7. Kapasitas Hasil Cacahan

Putaran Poros (rpm)	Kapasitas (kg/jam)	
	20 mm	30 mm
431	30	48
636.5	60	84
862	90	120
1077.5	120	156
1293	150	192

Membuat batang nilam tidak hancur ketika dilakukan proses pencacahan di dalam mesin pencacah. Selanjutnya pemotongan hanya dilakukan untuk diameter batang $\pm 15\text{mm}$, hal tersebut dilakukan sesuai dengan kemampuan potong dari mesin pencacah. Photograph tumbuhan nilam siap panen dan yang sudah dipanen ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas meningkat seiring dengan meningkatnya putaran poros mata pisau. Peningkatan hasil cacahan disebabkan oleh frekuensi pemotongan menjadi lebih cepat. pengaruh landasan potong yaitu sebagai penentu hasil potongan, semakin pendek gap pemotongan maka panjang tumbuhan nilam yang melewati landasan akan semakin kecil sehingga hasil potongan akan lebih kecil dibandingkan dengan jarak gap yang 30 mm. Hasil cacahan dengan gap 30 mm memiliki nilai kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan jarak gap 20 mm. Peningkatan kapasitas cacahan yaitu sebesar 30%. Pengaruh putaran poros pisau pencacah terhadap Kapasitas hasil cacach dengan pengaturan gap pemotongan 20 dan 20 mm dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Kapasitas Mesin Pencacah Tumbuhan Nilam

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, diperoleh hasil cacahan ± 120 kg/jam dengan variasi hasil cacahan 20–30 mm. Efektifitas kapasitas mesin pencacah tumbuhan nilam tergolong kedalam mesin kelas A, sesuai dengan SNI 7580:2010 tentang syarat mutu dan metode uji dari mesin pencacah (chopper) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. SNI Kapasitas efektif mesin pencacah

Kelas	Kapasitas
A	< 600 kg/jam
B	600 – 1500 kg/jam
C	> 1500 kg/jam

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan rekayasa nilai melalui tahap kreatif diperoleh 3 alternatif dengan menggunakan konsep pegas. Kemudian dieliminasi menggunakan pembobotan nilai, analisa biaya diperoleh alternatif I dengan nilai rekayasa nilai tertinggi dengan nilai 1,48. Keuntungan yang diperoleh dari alternatif ini dibandingkan alternatif awal adalah dari segi kecepatan dan hasil cacahan, alat pencacah nilam yang baru lebih unggul. Mesin pencacah tumbuhan nilam dengan menggunakan mata pisau planer, maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas mesin pencacah tumbuhan nilam adalah ± 120 kg/jam untuk putaran poros mata pisau >1000 rpm. Pengeturan jarak gap pemotongan 30 mm menghasilkan kapasitas cacahan yang lebih banyak dibandingkan dengan jarak gap pemotongan 20 mm.

Acknowledgment

Daftar Pustaka

- Agussationo, Y., & Idris, M. (2022). Uji Kinerja Mesin Pemotong Botol Plastik Portabel Semi Otomatis. *METANA*, 18(1), 46-56. <https://doi.org/10.14710/metana.v18i1.45646>
- Armanto, E., & Khijazi, A. (2013). Rancang Bangun Mesin Pencacah Jerami Dengan Kapasitas 25 Kg/Jam. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.32497/rm.v8i2.402>
- Domodite, A., Sholih, H., Indrawan, R., & Ramdani, F. (2022). Desain Alat Pencacah Sampah Organik Berkapasitas 40 Kg/Jam. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(2), 108-114. <https://doi.org/10.30596/rmme.v5i2.10380>
- Fatkurrohman, D. (2020). Perancangan Alat Pencacah Pepaya Muda Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 4(1). <https://doi.org/10.30738/iejst.v4i1.9503>
- Gumelar, A. M., Ersan, E., & Supriyatdi, D. (2022). Pengaruh Lama Pelayuan dan Pencacahan Daun Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor) pada Rendemen dan Mutu Citronella Oil. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 1-8. <https://doi.org/10.25181/jaip.v10i1.1644>
- Hata, A., Azmy, I., Adityo, H. D., & Murhaban, M. (2023). Rancang Bangun Alat Pelebur Sampah Plastik Jenis PET Berbahan Bakar Oli Bekas. *Jurnal Mekanika: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 9(2), 162-169. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v9i2.6825>
- Kadir, M., Rahmad, D., Sari, A. M., & Riswan, A. F. (2022). Produksi Kompos dari Limbah Penyulingan Nilam Sebagai Pemberdayaan Masyarakat dengan Konsep Zero Waste

- di Dusun Lajoanging Desa Harapan Kabupaten Barru. *Center of Knowledge: Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 217-227.
<https://doi.org/10.51178/cok.v2i2.1047>
- Margono, M., Atmoko, N. T., Priyambodo, B. H., Suhartoyo, S., & Awan, S. A. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Peningkatan Efektivitas Konsumsi Pakan Ternak Di Sukoharjo. *Abdi Masya*, 1(2), 72-76.
<https://doi.org/10.52561/abma.v1i2.132>
- Nugraha, N., Pratama, D. S., Sopian, S., & Roberto, N. (2019). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 3(3). <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i3.3428>
- Porawati, H., & Darmuji, D. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Tumbuhan Nilam dengan Menggunakan Pisau Planer. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(2), 175-185.
<http://dx.doi.org/10.35449/teknika.v7i2.140>
- Porawati, H., Darmuji, D., & Rifa'i, A. I. (2020). Uji Kinerja Mesin Pencacah Tumbuhan Nilam dengan Kapasitas 120 Kg/Jam. *METANA*, 16(2), 68-74.
<https://doi.org/10.14710/metana.v16i2.34010>
- Priono, H., Ilyas, M. Y., Nugroho, A. R., Setyawan, D., Maulidiyah, L., & Anugrah, R. A. (2019). Desain pencacah serabut kelapa dengan penggerak motor listrik. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 3(1), 23-28.
<http://dx.doi.org/10.30588/jeemm.v3i1.494>
- Retnowati, S. F. (2018). Perancangan Alat Digital Pengukur Intensitas Radiasi Matahari Dan Lama Penyinaran Matahari. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 9(1), 143-150.
<https://doi.org/10.37859/jp.v9i1.1069>
- Selan, R. N., Maliwemu, E. U., & Boimau, K. (2021). Perancangan Sistem Transmisi Mesin Pencacah Sampah Plastik dengan Putaran Mesin 2800 RPM. *AL JAZARI: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 6(1). <http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v6i1.5014>
- Siswati, L., Ariyanto, A., Setiawan, D., Wardi, J., & Yandra, A. (2021). Mesin Pencacah Daun dan Pelepa Kelapa Sawit Untuk Peternak Sapi di Desa Pancar Gading Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar-Riau. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(5), 1286-1292. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i5.7741>
- Sunge, R., Djafar, R., & Antu, E. S. (2019). Rancang Bangun Dan Pengujian Alat Pencacah Kompos Dengan Sudut Mata Pisau 450. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 4(2), 62-70. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v4i2.461>
- Suripto, H., Rizal, Y., & Anwar, S. (2021). Pembuatan Mesin Pencacah Single Blade Kapasitas 100 kg/jam dengan Metode Pahl & Beitz. *Aptek*, 83-89.
<https://doi.org/10.30606/aptek.v13i2.830>
- Triadi, N. Y., Martana, B., & Pradana, S. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 144-153.
<http://dx.doi.org/10.32497/jrm.v15i2.1892>
- Widdakso, I., Fadelan, F., & Winangun, K. (2019). Perancangan Alat Pencacah Rumput Gajah dengan Pisau Lengkung Kapasitas 110 Kg/Jam. *KOMPUTEK*, 3(1), 22-32.
<https://doi.org/10.24269/jkt.v3i1.199>
- Yaqin, R. I., Umar, M. L., Pranoto, S. H., Prasetyo, A. B., & Priyambodo, B. H. (2021). Studi Perancangan Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Finite Element Analysis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 44-53.
<https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.320>

- Yohanes, E. E. F. S., Diniardi, E. A., Radian, M. S., Prasetyo, A. B., Hati, D. A. P., & Rachmanita, R. E. (2023). Rancang Alat Pencacah Rumput Pakan Ternak Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroller Dengan Sinar UV Sebagai Penghigienis Rumput. *Journal of Engineering Science and Technology*, 1(2), 44-52. <https://doi.org/10.47134/jesty.v1i2.6>
- Ziurrahman, U., Idkham, M., & Bulan, R. (2023). Rancang Bangun Mesin Pencacah Limbah Sabut Pinang Kering Terintegrasi Dengan Mesin Pengupas Buah Pinang Kering. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 427-436. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i3.25595>