



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654

JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Pengembangan Alat Grading Limbah Serbuk Gergaji untuk Pemanfaatannya sebagai Bahan Campuran Komposit

Muhammad Makky^{1)*}, Leo Saputra Napitu¹⁾, Khandra Fahmy¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

*Email: muh_makky@yahoo.com

Abstrak

Sampai saat ini kegiatan pemanenan dan pengolahan kayu di Indonesia masih menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Pada umumnya serbuk gergaji dari industri perkayuan memiliki bentuk, ukuran dan jumlah yang beragam, sedangkan untuk pemanfaatannya sebagai bahan baku campuran komposit dibutuhkan ukuran bahan serbuk gergaji yang berbeda dengan ukuran tertentu. Adapun ukuran umum yang digunakan untuk pembuatan bahan campuran komposit terdiri partikel berukuran 80 mesh, 40 mesh, 20 mesh, dan 10 mesh. Pemisahan ukuran serbuk gergaji berdasarkan keempat ukuran mesh tersebut diperlukan agar mempermudah dalam memperoleh bahan baku komposit. Penelitian bertujuan untuk merancang alat grading limbah serbuk gergaji untuk digunakan sebagai bahan baku campuran komposit. Proses penelitian ini meliputi pembuatan alat grading serbuk gergaji serta melakukan uji fungsional. Penelitian ini menghasilkan alat grading yang dapat memisahkan serbuk gergaji berdasarkan empat ukuran berbeda dalam satu kali proses pengayakan. Hasil dari pengujian alat grading ini adalah: (1) alat grading limbah serbuk gergaji, yang memiliki kapasitas kerja sebesar 28,49 Kg/jam, (2) didapatkan nilai rata-rata modulus kehalusan dari masing-masing mesh 10, 20, 40 dan 80 berturut-turut yaitu : 889 gram, 651 gram, 431 gram, dan 168 gram. Sedangkan untuk indeks keseragaman hasil ayakan kasar (80 mesh), sedang (20 mesh dan 40 mesh), dan halus 80 mesh berturut – turut dari ulangan 1, ulangan 2, dan ulangan 3 adalah 5 : 4 : 1, 5 : 4 : 1, dan 5 : 4 : 1. (3) Daya spesifik yang dibutuhkan untuk mencapai kapasitas kerja 28,49 kg/jam adalah 0,0001568 kW.jam/kg. (4) didapatkan nilai rendemen sebesar 77,37 %. (5) alat grading limbah serbuk gergaji dengan biaya pokok alat grading sebesar Rp. 243,36/kg.

Kata kunci : Serbuk gergaji, grading, mesh, limbah padat.

Development of Sawmill-Waste Grading for Composite Material Utilization

Muhammad Makky^{1)*}, Leo Saputra Napitu¹⁾, Khandra Fahmy¹⁾

¹⁾Department of Agricultural Engineering, School of Agricultural Technology, Andalas University, Campus UNAND Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat

*Email: muh_makky@yahoo.com

Abstract

Timber harvesting and wood processing in Indonesia produces wastes in large quantities. The waste materials come in variety of shapes, sizes and quantities. For adding the value of these wastes, such as for composite raw material, the particle-size should be uniform, and segregated into different categories. The general particle-size for manufacturing composite materials are 80, 40, 20 and 10 mesh. Therefore, separating the saw mills wastes based on these sizes is necessary in order to utilize it as raw materials for composite production. The study aims

to develop a prototype of sawmill-waste grading machine for composite material utilization, and added the value of the waste for application as a raw material for the composite design. The methods included design and manufacturing of a sawmill-waste grading machine as well as performing different tests. The prototype successfully grade and segregate the sawmills-wastes into four different particles-sizes in a single operation process. The results showed that the machine working capacity is 28.49 kg.hr^{-1} , while the materials segregate into four particle-sizes obtained mean of modulus of fineness for each group-size (10, 20, 40 and 80 mesh) are 889, 651, 431, and 168 grams respectively. While for the uniformity index of large (10 mesh), medium (20 and 40 mesh), and fine (80 mesh) particles are 5, 4, and 1 respectively, obtained from three replication tests. The specific power required to achieve the working capacity of 28.49 kg / hr is $0.0001568 \text{ kW.hr.kg}^{-1}$. Overall, the machine performance achieved the efficiency of 77.37 %, and the cost for grading the sawmill-waste material is Rp. 243.36 kg^{-1} .

Keywords : Sawmill-waste, grading, particle-size, solid waste utilization.

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan kayu sebagai bahan bangunan baik untuk keperluan konstruksi, dekorasi maupun furniture terus meningkat, seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk. Priyono (2001) menyatakan kebutuhan industri kayu di Indonesia sebesar 70 juta m^3 per tahun, dengan kenaikan rata-rata sebesar 14,2 %. Sampai saat ini kegiatan pemanenan dan pengolahan kayu di Indonesia masih menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Limbah kayu yang dihasilkan dalam pengolahannya dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu limbah eksploitasi dan limbah industri pengolahan kayu. Limbah industri pengolahan kayu terbesar berasal dari limbah industri penggergajian dan industri kayu lapis. Sanusi (1993) mendefinisikan limbah industri penggergajian sebagai bagian kayu yang dihasilkan dari proses penggergajian karena bentuk, ukuran dan cacat yang dimiliki tidak memungkinkan lagi dibuat sebagai sortimen kayu gergajian.

Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro sehingga bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsurnya yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan bahan komposit diantaranya adalah ukuran serbuk gergaji yang digunakan. Pada umumnya serbuk gergaji dari industri perkayuan memiliki bentuk, ukuran dan jumlah yang beragam, sedangkan untuk pemanfaatannya sebagai bahan baku campuran komposit dibutuhkan ukuran bahan serbuk gergaji yang berbeda, namun dengan ukuran tertentu. Adapun ukuran umum yang digunakan untuk pembuatan bahan campuran komposit terdiri partikel berukuran 80 mesh, 40 mesh, 20 mesh, dan 10 mesh. Pemisahan ukuran serbuk gergaji berdasarkan keempat ukuran mesh tersebut diperlukan agar mempermudah dalam memperoleh bahan baku komposit, untuk mempermudah proses pemisahan ini diperlukan alat grading yang mampu memisahkan

ukuran serbuk gergaji yang beragam. Peranan penting alat ini nantinya akan mempercepat proses pemisahan ukuran serbuk gergaji yang akan dijadikan bahan baku campuran komposit, sehingga dapat mendukung industri papan partikel.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat grading limbah serbuk gergaji untuk digunakan sebagai bahan baku campuran komposit. Manfaat yang didapat akan menjadi solusi untuk pemanfaatan limbah serbuk dan dapat mengurangi polusi lingkungan akibat limbah serbuk gergaji yang tidak termanfaatkan. Disamping itu, penelitian ini mampu mempercepat proses grading limbah serbuk gergaji menurut ukuran, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku campuran komposit, untuk menambah nilai produk.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2016 - Agustus 2016 di CV. Citra Dragon, dan Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat Mesin Pertanian, Universitas Andalas. Penelitian terbagi atas dua tahap, yaitu desain dan pembuatan mesin serta tahap pengujian alat.

1. Alat Dan Bahan

Bahan – bahan digunakan pada penelitian ini adalah: besi siku, besi as (poros baja) tempa, rantai, besi stalbus, sprocket, dempul, cat, dan serbuk gergaji kayu. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah: mesin las, alat pembengkok besi, gergaji besi, gerinda, gerinda potong, meteran, mistar siku dan sound level meter, timbangan. Stopwatch digunakan untuk mencari lama pengayakan, tacho meter digunakan untuk mentukan kecepatan (RPM) motor, sound level meter digunakan untuk menentukan bunyi kebisingan alat dan lingkungan.

2. Prosedur Penelitian

Metode penelitian ini adalah pengembangan alat sederhana yang sudah ada, selanjutnya akan dilakukan uji kerja alat yang sudah jadi tersebut. Prinsip kerja alat ini adalah dengan menggunakan tenaga manusia, mengerakkan pedal sebagai sumber gerakan ayakan, dihubungkan dengan tuas engkol sebagai penggerak alat.

Perancangan dilakukan dengan membuat alat grading yang menggunakan ayakan empat tingkat yang disusun secara seri dimulai dari ayakan lubang paling besar berturut-turut ke bawah. Untuk penggeraknya sendiri menggunakan tenaga manusia yang dihubungkan transmisi sprocket sebagai penghubung daya terhadap bak pengayak. Pemasukan bahan yang akan di grading dibuat diatas alat dan cara memasukkannya dengan menaburkan serbuk gergaji sebanyak setengah volume alat pada bagian ayakan yang paling atas. Desain rangka

dibuat untuk menopang semua komponen alat, rangka harus dapat menahan getaran dan tekanan sewaktu proses grading berlangsung.

Proses perancangan alat grading limbah serbuk gergaji ini hal utama yang perlu dilakukan adalah membuat desain atau gambar dari alat grading tersebut, hal ini bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam proses perancangan dan tidak mengalami kesalahan yang fatal pada pelaksanaannya. Pembuatan desain atau gambar yang perlu diperhatikan adalah tinggi, panjang, lebar dan bentuk alat yang akan dirancang tersebut. Proses perancangan ini ketelitian merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan tujuannya adalah agar hasil dan tujuan dari perancangan alat ini sejalan dan sesuai yang diinginkan peneliti.

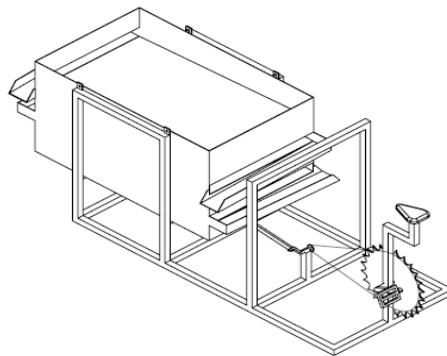
Prinsip kerja alat ini adalah memanfaatkan tenaga manusia untuk menggerakkan pengayak dengan transmisi daya menggunakan sprocket. Sehingga alat ini tidak perlu menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga. Analisis rancangan fungsional dilakukan dengan tujuan untuk merancang fungsi dan letak komponen alat grading serbuk gergaji. Alat ini terdiri dari 7 bagian utama, yaitu :

- a. Rangka utama (frame) merupakan kerangka dasar alat yang berfungsi untuk mendukung dan sekaligus sebagai dudukan dari komponen-komponen, sehingga harus dibuat kuat agar alat ini stabil.
- b. Poros engkol berfungsi untuk menahan beban dari ayakan serta untuk mentransmisikan daya dari pedal ke pengayak sebagai penggerak ayakan.
- c. *Sprocket* berfungsi sebagai penyalur daya, pada alat ini sistem transmisi yang digunakan *sprocket*. Daya yang berasal dari pedal sepeda kemudian akan memutar poros engkol sehingga dapat menarik dan mendorong ayakan.
- d. Rantai berfungsi sebagai penerus energi gerak yang dihasilkan pada pedal, energi gerak pada pedal akan disalurkan ke gear kecil yang berada pada depan pengayuh.
- e. Corong pengeluaran berfungsi sebagai tempat keluarnya hasil grading bahan serbuk gergaji.
- f. *Saddle* berfungsi sebagai tempat duduk bagi operator ketika mengayuh pedal penggerak ayakan.
- g. Ayakan dari kawat logam yang ditenun (woven metal wire) berfungsi sebagai pemisah serbuk gergaji berdasarkan ukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Rancangan Alat Grading Mekanis Limbah Serbuk Gergaji

Alat yang dihasilkan (Gambar 1) terdiri dari beberapa komponen utama. Rangka utama berbentuk persegi panjang terbuat dari besi siku dengan ukuran panjang 150 cm, tinggi 73 cm, dan lebar 68 cm. Ukuran kerangka berdasarkan besar ayakan yang digunakan. Penggunaan besi siku bertujuan agar rangka dapat lebih kokoh pada saat menahan berat komponen penyusun alat dan getaran pada saat pengayakan serbuk gergaji kayu. Ukuran kotak pengayak mampu menampung kapasitas bahan hingga 60 liter. Kendala yang dihadapi pada saat alat beroperasi adalah besarnya getaran, kebutuhan tenaga penggerak, serta jarak translasi gerakan ayakan yang masih jauh.



Gambar 1. Desain Prototipe yang dihasilkan

Getaran alat dapat mengurangi kenyamanan dan efisiensi saat dioperasikan. Penyesuaian ukuran tuas engkol penggerak dari 10 cm menjadi 8 cm dapat mengatasi masalah tersebut. Dengan modifikasi, jarak translasi alat menjadi lebih kecil, dan kecepatannya meningkat. Akibatnya tenaga yang dibutuhkan semakin kecil. Dalam rancangan alat juga diperhatikan faktor penting produksi, yaitu tenaga kerja, alat kerja, dan objek kerja. Sebagai alat dengan sumber tenaga penggerak manusia, perlu diperhatikan keamanan dan kesehatan operator saat mengoperasikan alat ini

Bagian alat kedua adalah ayakan. Bagian ini terbuat dari kawat logam yang ditunen berdasarkan 4 (empat) macam ukuran dalam satuan mesh yang berbeda, yaitu halus (80 mesh), sedang (40 mesh), kasar (20 mesh), dan besar (10 mesh). Ayakan didesain agar dapat kokoh menahan beban serbuk gergaji yang diayak dan tidak terjadi tumpahan pada saat pengayakan. Ayakan disusun secara paralel sebanyak tiga tumpukan, masing masing terbuat dari besi plat dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 68 cm, dan tinggi 7 cm. Bagian bak ayakan dipasang pada gantungan stik ayun yang disanggah oleh kerangka bak ayakan.

Bagian alat ketiga adalah casing. Casing berfungsi sebagai tempat meletakkan komponen ayakan yang disusun secara bertingkat dan melindungi agar serbuk gergaji tidak berterbangan ketika proses grading berlangsung. Pada casing ayakan ini juga terdapat 4 buah

corong pengeluaran hasil grading, hal ini bertujuan agar mempermudah memisahkan hasil ayakan, casing ini memiliki ukuran lebar 60 cm, tinggi 50 cm, dan panjang 100 cm. Corong atau outlet pengeluaran berfungsi sebagai tempat keluarnya hasil grading bahan serbuk gergaji. Pada alat pengayak ini terdapat 4 buah corong pengeluaran yang terdapat pada sisi depan dan belakang alat pengayak. Landasan corong pengeluaran dibuat miring agar mempermudah proses pengambilan hasil ayakan, untuk ukuran corong pengeluaran sendiri yaitu memiliki lebar 10 cm, dan panjang 65 cm. Outlet pengeluaran hasil ayakan pada alat ini dibuat pada bagian samping, untuk keluarnya hasil ayakan 10 mesh, 20 mesh, dan 40 mesh dengan kemiringan 10° , berdasarkan uji angel of friction serbuk gergaji. Sedangkan untuk ayakan ukuran 80 mesh outletnya berada pada sisi bawah bak pengayak dengan kemiringan yang sama. Outlet pengeluaran ini terbuat dari besi plat dengan ukuran panjang 64 cm, lebar 8 cm.

Bagian *saddle* berfungsi sebagai tempat duduk bagi operator ketika mengayuh Pedal penggerak ayakan. Saddle disesuaikan dengan ukuran dudukan orang dewasa dengan bahan dudukan yang nyaman. Untuk menyalurkan tenaga penggerak digunakan system transmisi rantai dan sprocket. Rantai berfungsi sebagai penerus energi gerak yang dihasilkan pada pedal. *Sprocket* pada pedal berukuran besar dihubungkan dengan sprocket penggerak berukuran kecil menggunakan sebuah rantai. energi gerak yang disalurkan terhubung dengan engkol penggerak pengayak. Tenaga putar yang dihasilkan pada poros ayakan lebih besar dan mampu menghasilkan gerakan horizontal dengan kecepatan yang tinggi. Pada alat pengayakan ini digunakan ukuran rantai dengan nomor 40, sesuai dengan perhitungan ukuran rantai. Rasio ukuran sprocket kecil dan sprocket besaryang digunakan pada alat adalah 1:25, sesuai dengan hasil perhitungan ukuran sprocket dan rantai. Diameter sprocket besar 21 cmdengan jumlah mata 48 buah, dan sprocket kecil 7 cm dengan jumlah mata 20 buah. Jarak sumbu poros adalah 45 cm. Sprocket digerakkan dengan cara mengayuh pedal pada alat searah jarum jam.

Bagian poros engkol berfungsi sebagai penerus daya yang diterima oleh sprocketkecil, untuk menggerakkan pengayak. Tuas engkol merupakan penghubung sekaligus sumber penggerak dari pengayak, dengan ukuran panjang tuas engkol 8 cm. Tuas engkol digerakkan oleh sprocket kecil yang dihubungkan dengan bearing agar mempermudah gerakan tuas engkol.

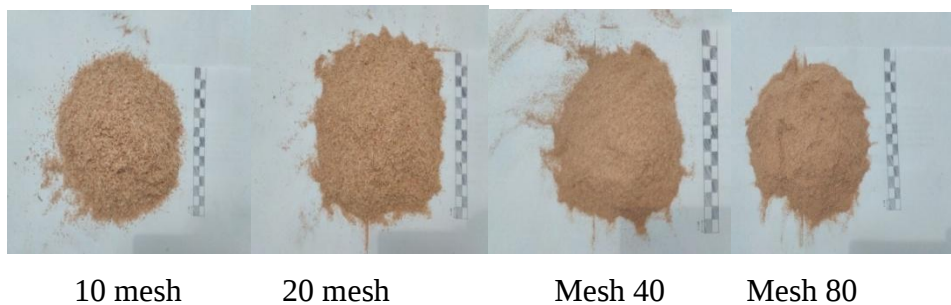
2. Hasil Pengujian Pengayakan

Hasil pengayakan yang diperoleh dari masing-masing mesh berbeda. Pada penelitian ini rendemen hasil pengayakan yang terbesar terdapat pada ukuran mesh 10, sedangkan rendemen terkecil terdapat pada ukuran mesh 80. Berbagai factor yang mempengaruhi hasil ini antara lain adalah lamanya proses pengayakan, intensitas getaran pengayak dan metode pengambilan sampel. Jika dilihat hasil ayakan 20 mesh dan 40 mesh memiliki kualitas hasil ayakan yang seragam dan bersih, berbeda dengan hasil ayakan 10 mesh dan 80 mesh yang masih terdapat campuran bahan serbuk gergaji yang beterbangan pada saat pengayakan berlangsung (Gambar 2). Hasil penelitian ini merupakan tahap awal dari proses pemanfaatan limbah serbuk gergaji. Tahap selanjutnya hasil pengayakan ini dapat dipergunakan sebagai bahan baku campuran komposit

Input



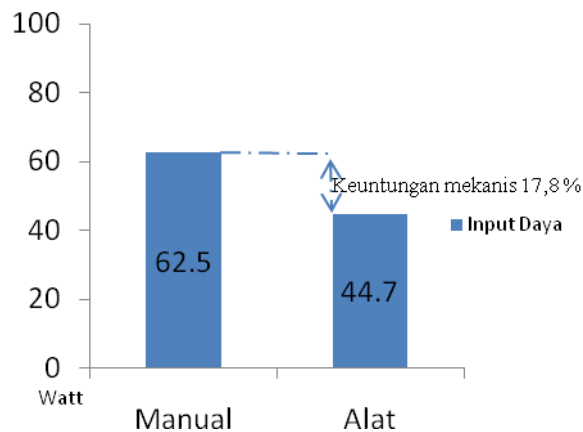
Output



Gambar 2. Hasil Pengayakan 4 Ukuran (Acuan skala tertera berukuran 15 cm × 1 cm)

Kebutuhan daya operator untuk mengoperasikan pengayak dihitung berdasarkan denyut nadi operator per menit. Dari pengamatan diperoleh denyut nadi operator setelah mengayak adalah 95 kali denyutan permenit. Dengan demikian, pekerjaan pengayakan serbuk gergaji dikategorikan kedalam kelompok kerja ringan, dengan energi 0,0447 kW. Perbedaan daya manusia yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan menggunakan cara manual, yang telah dihitung dalam penelitian awal yaitu sebesar 0,0625 kW. Akan tetapi alat ini dapat melakukan pengayakan dengan empat mesh sekaligus dengan input energi 0,0447 kW dan sangat efektif jika dibandingkan dengan

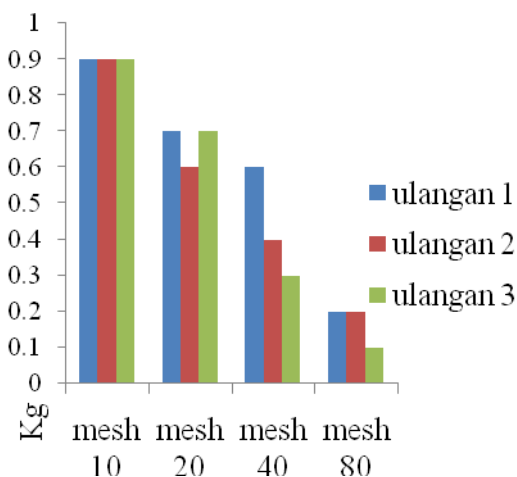
pengayak secara manual yang membutuhkan 0,0625 kW untuk melakukan pengayakan satu mesh saja (Gambar 3). Nilai energi yang dikeluarkan tersebut kemudian dihubungkan dengan kapasitas kerja alat, sehingga diperoleh kebutuhan daya spesifik sebesar 0,0001568 kW.jam/Kg.



Gambar 3. Keuntungan Mekanis Prototipe Alat

3. Hasil Pengujian Kinerja Alat

Pada pengujian alat, jumlah bahan serbuk gergaji adalah 8,4 kg. Pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan, masing-masing menggunakan bahan sebanyak 2,8 Kg dengan kadar air terukur serbuk gergaji sebesar 20 %. Dari hasil pengukuran diperoleh kapasitas kerja alat seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kapasitas Kerja Alat Dengan 3 Ulangan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh rata – rata kapasitas alat grading untuk serbuk gergaji adalah 28,49 Kg/jam. Hasil ini diperoleh dari percobaan yang dilakukan

dengan menggunakan sampel serbuk gergaji sebanyak 2.8 Kg dengan rata-rata waktu mengayak serbuk gergaji tersebut adalah 4 menit 6 detik. Kapasitas kerja alat ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya lamanya waktu pengayakan yang terjadi, massa sampel, dan intensitas getaran ayakan. Tumpukan bahan pada mesh alat ini cukup tinggi yaitu sekitar 5-7 cm, hal ini dapat mempengaruhi kapasitas pengayakan dan memperlama waktu pengayakan, oleh karena itu semakin luas ukuran mesh yang digunakan akan mempercepat proses pengayakan dan kapasitas alat semakin meningkat. Untuk menambah kapasitas alat grading perlu memperbesar volume pengayak, sehingga sebaran bahan akan banyak dan mempercepat proses pengayakan.

Rendemen pengayakan dihitung berdasarkan rasio berat serbuk gergaji yang terayak dengan berat bahan. Dari hasil pengujian, persentase rendemen bahan dipengaruhi oleh waktu kerja alat. Semakin lama proses pengayakan berlangsung, rendemen bahan akan menurun, karena bahan yang diayak semakin sedikit. Rata – rata rendemen hasil dari bahan limbah serbuk gergaji yang degrading adalah sebesar 77.37 %. Hasil rendemen ini menunjukkan kinerja alat yang belum optimum karena pembuatan ayakan dengan empat ukuran mesh tersebut membutuhkan ukuran lubang ayakan yang harus presisi. Pada alat yang dirancang, kawat pada lubang pengayak kurang terpasang secara ketat, sehingga banyak terdapat bahan serbuk gergaji yang tertinggal. Untuk itu perlu dilakukan penyempurnaan pada alat agar rendemen hasil pengayakan dapat meningkat.

Modulus kehalusan bahan diukur untuk mengetahui indeks ukuran kehalusan atau kekasaran butir – butir agregat partikel bahan yang diayak. Modulus kehalusan butir (FM) didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif sisa saringan diatas ayakan. Modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8 (SNI 03 – 1750 – 1990) (Putro, 2007). Untuk menganalisa hasil pengayakan, dilakukan uji perbandingan dengan ayakan standar yang disusun secara seri dalam satu tumpukan. Penyusunan ayakan dimulai dari ayakan memiliki ukuran mesh yang lebih kecil sampai ukuran yang lebih besar berturut – turut (10 mesh 20 mesh, 40 mesh dan 80 mesh). Setiap ukuran mesh memiliki modulus kehalusan yang berbeda, tergantung dari bahan yang tertahan pada mesh ayakan tersebut. Makin besar nilai modulus kehalusan menunjukkan bahwa makin besar butir - butir agregatnya. Hasil pengujian modulus kehalusan bahan tersaji pada Tabel 1.

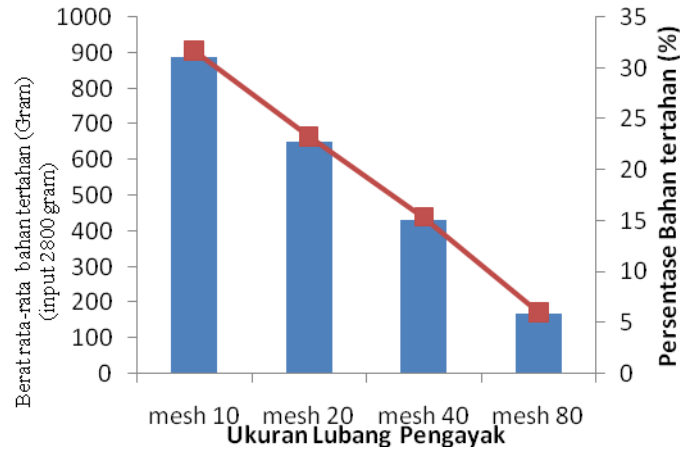
Tabel 1. Modulus Kehalusan Bahan Hasil Pengayakan

Ukuran Mesh	Ukuran Lubang (mm)	Ulangan	Berat Bahan Tertahan (gram)	Persentase Kehalusan (%)
10	2	1	940	37,5
		2	861	42,85
		3	866	45
		Rata-rata	889	41,78
20	0,842	1	612	29,16
		2	635	28,57
		3	707	35
		Rata-rata	651,3	35,31
40	0,4	1	612	25
		2	411	19,04
		3	272	15
		Rata-rata	431,6	21,11
80	0,177	1	171	8,33
		2	229	9,52
		3	105	5
		Rata-rata	168,3	7,61

Pada pengujian, modulus kehalusan bahan serbuk gergaji yang telah diayak menunjukkan bahwa bahan dengan ukuran partikel terkecil memiliki tingkat hasil persentase ayakan yang paling kecil. Pada ukuran mesh 80 diperoleh hasil persentase bahan yang tertahan pada ulangan ketiga yaitu sebesar 5 %. Hal ini menunjukkan bahwa bahan serbuk gergaji yang diayak masih kurang halus. Secara keseluruhan, ukuran ayakan lainnya menunjukkan hasil modulus kehalusan dengan persentase terbesar adalah 45%, 35%, 25% dan 9.52% untuk ukuran ayakan mesh 10, 20, 40, dan 80.

Modulus kehalusan ini berkaitan dengan sisa bahan yang tertahan oleh ayakan. Karena perbedaan mesh untuk setiap lapisan ayakan cukup besar, maka jumlah bahan yang tertahan karena memiliki ukuran partikel yang lebih besar dari lubang ayakan berbeda untuk tiap tingkatan pengayakan (Gambar 5). Semakin besar ukuran lubang ayakan, maka bahan serbuk gergaji yang tertahan semakin banyak. Hal ini terjadi karena variasi ukuran bahan serbuk gergaji yang diperoleh. Walalupun demikian, pada pengujian alat ini, bahan yang diayak memiliki ukuran partikel yang seragam, sesuai dengan tingkat pengayakan yang dibuat (10, 20, 40, dan 80 mesh). Perbandingan fraksi bahan (kasar, sedang, dan halus) memiliki rentang 10 mesh dan kelipatannya (Irfan dan Sarif 1989). Indeks keseragaman

hasil yang terbesar diperoleh dari hasil pengayakan dengan ukuran lubang ayakan 2mm (mesh 10), kemudian berurut sesuai dengan ukuran lubang ayakan yang mengecil (mesh 20, 40, dan 80). Dengan demikian, ukuran lubang ayakan mempengaruhi indeks keseragaman hasil. Hasil pengukuran Indeks keseragaman bahan tersaji pada Tabel 2.



Gambar 5. Grafik Berat Bahan Tertahan Pada Tiap Ukuran Ayakan

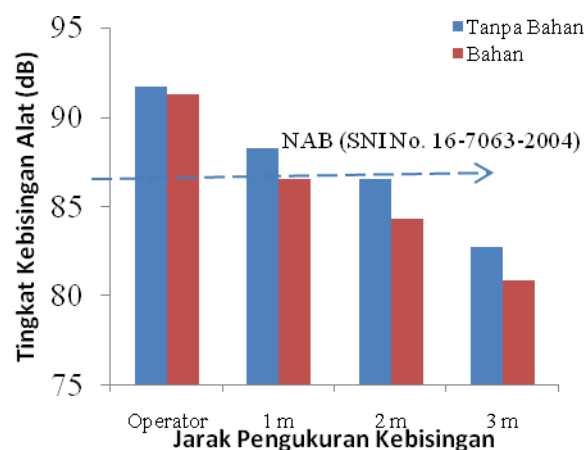
Tabel 2. Indeks Keseragaman Pengayakan

Ulangan	Indeks keseragaman (kasar, sedang, halus)
1	5 : 4 : 1
2	5 : 4 : 1
3	5 : 4 : 1

Tabel 3. Uji Kebisingan Alat

Ulangan	Operator		1 meter dari alat		2 meter dari alat		3 meter dari alat	
	Tanpa Bahan (dB)	Bahan (dB)	Tanpa Bahan (dB)	Bahan (dB)	Tanpa Bahan (dB)	Bahan (dB)	Tanpa Bahan (dB)	Bahan (dB)
1	91,8	90	88,5	86,5	87,7	84,4	83,3	82,4
2	92,9	92,4	87,6	85,9	86,3	86	82,3	79
3	90,6	91,5	88,7	87,2	85,7	84,2	82,6	81,2
Rata-rata	91,76	91,3	88,26	86,53	86,56	84,33	82,73	80,86
SD	1,14	1,21	0,57	0,65	1,01	1,17	0,5	1,72

Pengujian kebisingan saat alat beroperasi dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan suara yang tidak dikehendaki (dinyatakan dalam satuan desibel (Db)) terpapar pada operator saat alat dioperasikan. Kebisingan terjadi karena terdapat bagian alat yang bergesekan dan lentingan bak pengayak yang keras saat pengayakan berlangsung. Tingkat kebisingan pada alat ini ditentukan dengan menggunakan alat sound level meter. Hasil kebisingan yang didapat berkisar antara 79 – 92,9 Db. Dapat dilihat pada tabel tingkat kebisingan menggunakan bahan dan tanpa bahan tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan bahan serbuk gergaji yang diolah memiliki bobot yang ringan, sehingga tidak mampu meredam suara yang dihasilkan alat pengayak. Beberapa komponen yang menjadi sumber kebisingan pada alat adalah terjadinya gesekan antara tuas ayun terhadap bak pengayak, bunyi gerakan tuas engkol, serta bunyi bak pengayak. Tingkat kebisingan alat ini masih berada diatas ambang batas yang diijinkan sesuai dengan standard keselamatan kerja (Gambar 6). Untuk itu, maka operator alat perlu menggunakan alat pelindung suara selama pengoperasian alat berlangsung.



Gambar 6. Tingkat Kebisingan Alat Saat Beroperasi

Tingkat kebisingan sebesar 85 dB merupakan nilai ambang batas (NAB) keamanan kerja yang didefinisikan pada SNI No. 16-7063-2004, untuk tenaga kerja Indonesia yang bekerja selama 8 jam perharinya. Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan, maka saat beroperasi, tingkat kebisingan alat melampaui ambang batas yang diijinkan. Dalam 1405/MENKES/SK/XI/2002 disebutkan persyaratan lingkungan kerja perkantoran dan industri, untuk menghindari ketulian, ambang batas kebisingan diizinkan untuk pengoperasian alat selama 8 jam sehari pada ruangan tertutup. Untuk itu perlu dilakukan kontrol kebisingan

pada tingkat penerima dengan memakai penutup telinga agar dapat menurunkan tingkat kebisingan hingga 25 – 45 dB. Penyempurnaan desain alat perlu dilakukan untuk meminimalkan tingkat kebisingan yang ditimbulkan. Khususnya memberikan bantalan poros (bearing) pada bagian yang bergesekan secara rotasional.

Proses pengayakan serbuk gergaji menggunakan cara manual, mengakibatkan operator harus bekerja dengan cara mengayuh pedal alat agar bisa menggerakkan ayakan. Ukuran tempat duduk dan rangka pada alat ini disesuaikan dengan posisi antropometri orang Indonesia. Beberapa ukuran antropometri yang digunakan diantaranya, jangkauan rentang kedepan, dimensi tinggi badan saat duduk, dimensi tinggi lutut dan dimensi panjang tangan. Perbandingan antara dimensi Antropometri operator dengan kondisi ideal disajikan pada Table 4.

Tabel 4. Data Dimensi Antropometri

Pengukuran dimensi	Data Antropometri Ideal (cm)	Data Antropometri alat (cm)
Jangkauan rentang kedepan	69,45	70
Tinggi badan saat duduk	81,58	82,5
Dimensi tinggi lutut	52,02	53
Panjang genggam tangan kedepan	67,02	68
Dimensi panjang tangan	18,11	19

Sumber : Antropometri Indonesia (2016)

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan dimensi tempat duduk dan posisi pengayuh, diantara antropometri dan kekuatan bahan alat. Pada Tabel 4, tidak terdapat beda signifikan antara posisi antropometri operator alat dengan standar ukuran orang Indonesia. Pengaturan tinggi alat, tinggi posisi duduk dan jangkauan pegangan pada alat didesain agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan operator. Dengan demikian, operator dapat mengatur posisi kerjanya senyaman mungkin sehingga dapat mengoperasikan alat dalam waktu yang cukup lama. Pada alat ini operator menggerakkan alat dengan posisi duduk dan kaki yang tidak terlalu menekuk, dengan demikian, mengoperasikan alat dalam jangka waktu yang lama tidak menyebabkan peregangannya yang ekstrim pada otot operator..Posisi operator pada saat melakukan pengayakan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi Kerja Operator

4. Analisa Tekno-Ekonomi Alat

Biaya pokok alat terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tidak tetap meliputi biaya biaya perawatan atau pemeliharaan (Rp. 540/jam), dan biaya operator (Rp. 6.250/jam). Alat menggunakan tenaga manusia, sehingga tidak terdapat biaya bahan bakar dalam pengoperasian alat. Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan alat dan biaya bunga modal. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh biaya penyusutan sebesar Rp. 540.000/tahun. Biaya penyusutan ini dikarenakan lama pemakaian alat sehingga teradinya penurunan dari harga awal alat. Biaya bunga modal yang didapat sebesar Rp. 148.500/tahun sehingga biaya tetap yang harus dikeluarkan dalam satu tahun adalah sebesar Rp. 668.500/tahun. Dengan demikian, biaya pokok yang dikeluarkan dalam setiap pengoperasian alat ini (ulangan 1, 2, dan 3) adalah sebesar Rp. 243,36/Kg, Rp. 247,99/Kg, dan Rp 249,84/Kg.

Titik impas (BEP) menyatakan jumlah minimum bahan yang diolah oleh alat (serbuk gergaji) agar terjadi keseimbangan antara untung dan rugi per unit waktu. Dari analisis data didapatkan titik impas alat pengayak serbuk gergaji pada ulangan 1, 2 dan 3 berturut - turut sebesar 21.000 Kg/tahun, 24.598 Kg/tahun, dan 26.278 Kg/tahun. Titik impas ini juga dipengaruhi oleh kapasitas pengayak, harga jual serbuk gergaji setelah diayak, rendemen, biaya tetap, dan biaya tidak tetap alat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka alat grading limbah serbuk gergaji yang dihasilkan memiliki kapasitas kerja sebesar 28,49 Kg/jam. Alat dapat memisahkan limbah serbuk gergaji dengan ukuran partikel 2 mm (mesh 10), 0,842 mm (mesh 20), 0,4 mm (mesh 40), dan 0,177 mm (mesh 80) dengan nilai rata-rata modulus kehalusan

dari masing-masing mesh berturut-turut adalah 889 gram, 651 gram, 431 gram, dan 168 gram. Sedangkan indeks keseragaman hasil ayakan kasar (10 mesh), sedang (20 dan 40 mesh), dan halus (80 mesh) berturut – turut adalah 5, 4, dan 1. Daya spesifik yang dibutuhkan untuk mencapai kapasitas kerja 28,49 Kg/jam adalah 0,0001568 kW.jam/Kg, dan dihasilkan rendemen sebesar 77,37 %. Biaya pokok operasional alat sebesar Rp. 243,36/Kg, lebih murah jika dibandingkan dengan cara manual. Dari penelitian ini dihasilkan desain alat yang dapat disesuaikan dengan kondisi antropometri orang Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. USP XXI-NF XVI. Washington D.C.: The United StatePharmacopeia
ConventionInc
- Brown. 1950. Screening distanika. U.S Sieve Series and tyler Equivalentents.Inc.
- Depertemen Kehutanan, 2006, Eksekutif, Data Strategis Kehutanan 2006, Pusat Rencana
Statistik Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan.
- Leo, S.N. 2016. Pengembangan Alat Grading Limbah Serbuk Gergaji Sebagai Bahan
Campuran Komposit. Skripsi. Universitas Andalas
- Priyono SKS, 2001, komitmen Berbagai Pihak dalam Menanggulangi Ilegal Logging,
Kongres Kehutanan Indonesia III, Jakarta.
- Sanusi, Dj, 1993. Komposisi Limbah Industri Penggergajian dan UpayaPemanfaatannya.
Buletin Penelitian UNHAS. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin. Vol VII.
No.23.
- Schwartz, M.M, 1984, Composite Material Handbook, Mc Graw Hill, Singapore
- Sidabutar, N. Pekaruh Parafin Pada pembuatan Papan Partikel Serat Acak Sabut Kelapa.
2009. Universitas Suamatera Utara. Medan.