

# KONFIGURASI MESIN-MESIN PABRIK MINI PENGOLAHAN SORGUM SEBAGAI BAHAN BAKU PAKAN UNGGAS DAN RUMINANSIA

**ANA NURHASANAH**



**ILMU KETEKNIKAN PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

## PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Konfigurasi Mesin-Mesin Pabrik Mini Pengolahan Sorgum Sebagai Bahan Baku Pakan Unggas dan Ruminansia adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2024

*Ana Nurhasanah*

NIM F1603222010

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

## RINGKASAN

ANA NURHASANAH. Konfigurasi Mesin-Mesin Pabrik Mini Pengolahan Sorgum Sebagai Bahan Baku Pakan Unggas dan Ruminansia. Dibimbing oleh WAWAN HERMAWAN, TINEKE MANDANG, dan ASTU UNADI.

Ketergantungan Indonesia pada produk bahan pakan unggas import berpengaruh pada ketersediaan serta harganya yang tinggi, sehingga peternak unggas seringkali merugi karena biaya produksi tinggi sementara harga produknya baik berupa ayam potong, telur maupun doc (*day one chicken*) rendah. Demikian pula pakan ruminansia apabila musim kemarau akan kesulitan untuk mendapatkan hijauan segar, sehingga solusi silase sangat mendukung ketersediaan pakan unggas dan ruminansia berkelanjutan. Sementara itu Indonesia sesungguhnya kaya akan sumber bahan pakan lainnya yang dapat dikembangkan, yaitu sorgum. Sorgum dapat tumbuh dengan baik di lahan marginal, lahan kering dengan curah hujan rendah, serta mudah dalam perawatan. Dalam skala produksi pabrik pakan, untuk mendapatkan keuntungan yang optimal maka diperlukan teknologi yang dapat memproses keseluruhan tanaman sorgum, yaitu biji sorgum (10-17 %) menjadi pakan unggas, batang dan daun (83-90 %) untuk silase pakan ruminansia. Untuk memproses sorgum menjadi pakan dibutuhkan rangkaian mesin, yaitu mesin perontok, *grinder*, pengering serta pencacah/*chopper* dan pengemasan silase.

Penelitian ini bertujuan umum untuk mengembangkan konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum yang terintegrasi antara perontok dan pencacah dengan menggunakan dua konveyor. Tujuan khususnya adalah menganalisis secara teknis dan ekonomis konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan sehingga mendapatkan kapasitas dan kualitas hasil terbaik, mengidentifikasi karakteristik teknik tanaman sorgum, mengevaluasi kinerja mesin perontok dan mesin pencacah. Lingkup penelitian meliputi aktivitas-aktivitas untuk menjawab dan menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi dan dirumuskan. Ada 5 tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu 1) pengukuran karakteristik teknik tanaman sorgum sebagai dasar perancangan mesin perontok dan pencacah yang terintegrasi; 2) perancangan dan evaluasi kinerja mesin perontok; 3) modifikasi dan evaluasi kinerja mesin pencacah; 4) perancangan dan evaluasi serta pemodelan konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan; 5) mengevaluasi teknis dan ekonomis konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum. Pengukuran karakteristik teknik tanaman sorgum yang meliputi karakteristik fisik dan mekanik dengan menggunakan metode eksperimental, dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan dan juga di laboratorium. Parameter fisik yang diperoleh adalah rata-rata tinggi tanaman 222,7 cm; diameter batang utama 1,88 cm; massa batang 317 g; massa pertumpukan 1,2 kg; dan *bulk density* 327,25 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian karakteristik mekanik antara lain: gaya tarik biji 6,0-16,7 N; kekerasan batang 290,64-350 N; sudut curah 32,34°; dan koefisien gesek 0,31. Kekuatan tarik biji dari malai menurun secara signifikan dari 80 sampai 108 HST (hari setelah tanam) dengan nilai rata-rata masing-masing 16,7, 11,8 dan 6,0 N. Selain itu, kekerasan biji meningkat dari waktu ke waktu dari 8,2 menjadi 44,9 N sementara kekerasan batang juga meningkat mulai dari 290,64–350 N. Selanjutnya, gaya potong menunjukkan peningkatan keseluruhan dari 270 menjadi 290 N seiring dengan peningkatan HST. Pengetahuan tentang karakteristik teknik tanaman



sorgum digunakan untuk desain konfigurasi mesin-mesin perontok tipe *hold-on* serta konveyor dan mesin pencacah. Perancangan dan evaluasi kinerja unit perontok menggunakan metode perancangan secara umum yaitu secara fungsional dan struktural. Perancangan unit perontok tipe *hold-on* dengan gigi perontok tipe jari *spike-tooth*. Perancangan mesin perontok digunakan untuk merontokkan biji dari malai sorgum yang langsung dilakukan setelah dipanen tanpa mengalami proses pengeringan sebelumnya. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa mesin perontok sudah bekerja dengan baik. Hasil uji kinerja memperoleh biji bersih hasil perontokan 90-95 %, kapasitas aktual terbesar 200,74 kg biji/jam, efisiensi motor listrik 93,63 %, kebutuhan daya perontokan 2769,29 watt pada kecepatan putar poros perontok 700 rpm.

Modifikasi dan evaluasi kinerja mesin pencacah batang-daun sorgum dilakukan pada beberapa komponen seperti jarak *clearance* pisau, putaran silinder pencacah dan ketajaman pisau. Metode modifikasi perancangan teknik dilakukan dengan analisis kebutuhan daya, analisis sistem transmisi dan poros. Pada penelitian ini telah berhasil dirancang konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum terintegrasi antara perontok dan pencacah, serta secara fungsional telah diuji dan bekerja dengan baik. Konstruksi konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan sorgum terbagi atas 4 sub sistem yaitu konveyor 1, perontok, konveyor 2, dan pencacah. Mekanisme pengangkutan tanaman sorgum dimulai dari sub sistem konveyor 1 menuju perontok menggunakan mesin perontok tipe *hold-on*, merontokkan biji dari malai sorgum sekitar 20-50 cm dari ujung tanaman untuk selanjutnya oleh konveyor 2 menuju sub sistem pengumpan dan pencacah untuk menghasilkan cacahan sorgum ukuran 2-5 cm dan dikeluarkan melalui saluran outer. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa mesin pencacah sudah bekerja dengan baik. Hasil uji kinerja memperoleh hasil cacahan batang sorgum yang terpotong 95 % dengan panjang potongan antara 2-5 cm. Pencacahan menghasilkan kapasitas aktual terbesar 2000,74 kg/jam, efisiensi motor listrik 95,35 %, kebutuhan daya pencacahan 7080 watt dan konsumsi energi pencacahan spesifik 1,1 kJ/kg pada kecepatan putar tertinggi 2000 rpm. Model persamaan sangat tepat untuk memprediksi pendugaan kapasitas perontok dan pencacah, untuk pendugaan kebutuhan daya konveyor, penjepit perontok, mesin perontok serta mesin pencacah.

Analisis teknis dan ekonomis dilakukan dengan metode perbandingan keuntungan antara petani sorgum secara eksisting dibandingkan dengan keuntungan petani menggunakan sistem konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem konfigurasi akan lebih menguntungkan 93,5% dibandingkan menggunakan sistem pengolahan sorgum eksisting yang biasa dilakukan oleh petani. Berdasarkan analisa kelayakan dan manfaat sistem konfigurasi didapatkan nilai NPV sebesar Rp7.500.000.000,00, IRR 46,2 %, PBP 3,02 tahun, dan BEP akan diperoleh pada tahun ke 4 sehingga kegiatan ini sangat layak. Teknologi konfigurasi mesin-mesin pengolahan sorgum saat ini telah dimanfaatkan/diaplikasikan oleh Kelompok Tani Sorgum Margo Santoso Desa Radji, Kecamatan Demak, Kabupaten Demak.

Kata kunci: konfigurasi, perontok, pencacah, pakan, tanaman sorgum



## SUMMARY

ANA NURHASANAH. *Configuration of Mini Factory Machines Processing Sorghum as Raw Material for Poultry and Ruminant Feed. Supervised by WAWAN HERMAWAN, TINEKE MANDANG, and ASTU UNADI.*

*Indonesia's reliance on imported poultry feed products significantly affects their availability and leads to high prices, resulting in poultry farmers frequently incurring losses due to elevated production costs while the prices of their products, including broiler chickens, eggs, and DOC (day-old chicks), remain low. Similarly, during the dry season, ruminant feed faces challenges in obtaining fresh forage, making silage an essential solution for ensuring a sustainable supply of ruminant feed. Furthermore, Indonesia possesses abundant alternative sources of feed ingredients that can be developed, such as sorghum. Sorghum thrives on marginal and dry land with low rainfall and requires minimal care. On an industrial scale, technology capable of processing the entire sorghum plant is essential for achieving optimal profitability. This includes converting sorghum seeds into poultry feed and transforming leaves and stems into silage for ruminant feed. To process sorghum into feed, a comprehensive series of machines is required, including a thresher, grinder, dryer, chopper, and silage packaging machine.*

*The general objective of this research is to develop a configuration of sorghum-based feed processing machines that integrates a thresher and a chopper using two conveyors. The specific objectives are to analyze technically and economically to produce the capacity and quality of results from the best machine configurations, identify the technical characteristics of sorghum plants, evaluate the performance of threshing machines, and functionally test the performance of chopping machines. The scope of research activities includes activities to answer and resolve problems that have been identified and formulated. There were 5 stages carried out in this research. These stages consist of: 1) characterization of sorghum plant techniques as a basis for designing integrated threshing and chopping machines; 2) measuring the technical properties of sorghum plants; 3) design and evaluation of threshing units; 4) modification of the design of the sorghum stem-leaf chopping machine; 4) design and evaluation of configuration of sorghum-based feed processing machines; 5) evaluate the technical and economic configuration of sorghum-based feed processing machines.*

*Measurement of the technical properties of sorghum plants, which include physical and mechanical properties using experimental methods, is carried out by direct measurements in the field and also in the laboratory. The physical characteristic parameters obtained were plant height 222.7 cm; main stem diameter 1.88 cm; stem mass 317 g; stack mass 1.2 kg; and bulk density 327.25 kg/m<sup>3</sup>. Mechanical characteristic tests include: tensile strength of seeds 6.0-16.7 N; stem hardness 290.64-350 N; bulk angle 32.34°; and friction coefficient 0.31. The seed tensile strength of the panicle decreased significantly from 80 to 108 DAP with mean values of 16.7, 11.8 and 6.0 N, respectively. In addition, seed hardness increased over time from 8.2 to 44.9 N while the bar hardness also increases from 290.64–350 N. Furthermore, the cutting force shows an overall increase from 270 to 290 N as the HST increases. Knowledge about the physical and mechanical*



characteristics of sorghum plants can be used to design the configuration of hold-on type threshing machines as well as conveyors and chopping machines.

The design and performance evaluation of the threshing unit uses engineering design method, namely functional and structural. Design of a hold-on type threshing unit with spike-tooth finger type threshing teeth. The design of a threshing machine is used to thresh seeds from sorghum panicles which is done immediately after harvest without undergoing a prior drying process. Based on research results, it shows that Bioguma sorghum seeds are safe for consumption by livestock without polishing because the tannin content is low at around 0.2%. The functional test results show that the threshing machine is working well. The performance test results obtained threshing seeds with 95% seed cleanliness, the largest actual capacity of 200.74 kg of grain/hour, electric motor efficiency of 93.63%, threshing power requirement of 2769.29 watts, and specific threshing energy consumption of 1.45 kJ/kg at the highest rotational speed of 700 rpm.

The engineering design modification method is carried out using design analysis which includes power requirements analysis, transmission system design and shaft design. In this research, an integrated sorghum chopping machine between the thresher and chopper has been successfully designed, functionally it has been tested to work well. Construction configuration of sorghum feed processing machines is divided into 4 sub systems, namely conveyor/transporter 1, thresher, conveyor/transporter 2, chopper. The mechanism for transporting sorghum plants starts from the first conveyor sub system to the thresher using a hold-on type threshing machine, threshing the seeds from the sorghum panicles about 20-50 cm from the end of the plant to then be transported by the second conveyor belt to the feeder and chopper sub system to produce 2 size sorghum chops -5 cm and is excreted through the outer channel. The functional test results show that the chopping machine is working well. The performance test results obtained 95% for pieces with a length of between 2-5 cm, the largest actual capacity of 2000.74 kg/hour, electric motor efficiency of 95.35%, chopping power requirement of 7080 watts, and specific chopping energy consumption of 1.1 kJ/kg at the highest rotational speed of 2000 rpm. The equation model is very appropriate for predicting the capacity of threshers and choppers, for estimating power requirements for conveyors, threshing clamps, threshing machines and chopping machines.

Engineering economic analysis was carried out using the method of comparing the profits of existing sorghum farmers compared to the profits of farmers from the configuration system for feed processing machines. The research results show that using a configuration system will be 93.5% more profitable than using the existing sorghum processing system which is usually used by farmers. Analysis of the feasibility and benefits of a configuration system for sorghum-based feed processing machines. The NPV value is Rp7,500,000,000.00, IRR 46.2 %, PBP 3.02 years, and BEP will be obtained in the 4th year so this activity is very feasible. The technology for configuring sorghum processing machines has now been utilized/applied by the Margo Santoso Sorghum Farmers Group, Radji Village, Demak District, Demak Regency.

**Keywords:** chopper, configuration, feed, sorghum, thresher



@Hak cipta milik IPBUniversity

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2024 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

IPBUniversity



IPB University

Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

# KONFIGURASI MESIN-MESIN PABRIK MINI PENGOLAHAN SORGUM SEBAGAI BAHAN BAKU PAKAN UNGGAS DAN RUMINANSIA

**ANA NURHASANAH**

Disertasi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada  
Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian

**ILMU KETEKNIKAN PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR**

**2024**

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.





Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi :

1. Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr
2. Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr
2. Sandi Darniadi, S.P, M.T, Ph.D.

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Judul Disertasi : Konfigurasi Mesin-Mesin Pabrik Mini Pengolahan Sorgum  
Sebagai Bahan Baku Pakan Unggas dan Ruminansia

Nama : Ana Nurhasanah

NIM : F1603222010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S



Digitally signed by:  
Wawan Hermawan

Date: 28 Jun 2024 08:18:30 WIB  
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Tineke Mandang, M.S



Digitally signed by:  
Tineke Mandang

Date: 28 Jun 2024 10:39:49 WIB  
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Pembimbing 3:

Dr. Ir. Astu Unadi, M.Eng



TT ELEKTRONIK

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr

NIP. 19590720 198601 1 002



digitally signed

dsign.ipb.ac.id

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr

NIP. 19610502 198603 1 002



digitally signed

dsign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian : 20 Juni 2024

Tanggal Lulus : 14 Juli 2024

Tanggal Sidang Promosi : 9 Juli 2024



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR-E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini. Tema yang dipilih pada penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2023-Juli 2023 ini adalah Konfigurasi Mesin-Mesin Pabrik Mini Pengolahan Sorgum Sebagai Bahan Baku Pakan Unggas dan Ruminansia.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Wawan Hermawan, MS., Prof. Dr. Ir. Tineke Mandang, MS., dan Dr. Ir. Astu Unadi, MEng. yang telah bersedia menjadi komisi pembimbing penulis dalam mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian dan penulisan disertasi ini. Kepada Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr dan Dr. Ir. Agus Sutejo, MSi, selaku penguji luar komisi pada ujian tertutup doctor yang telah memberi saran dan koreksi perbaikan disertasi. Kepada Dr. Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr dan Sandi Darniadi, SP, MT, Ph.D selaku penguji sidang terbuka doctor. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr.Ir. Sutrisno, MAgr selaku Ketua PS Ilmu Keteknikan Pertanian IPB dan Bapak Ahmad Mulyatullah atas segala dukungan dan layanan dalam pelaksanaan perkuliahan dan penelitian. Kepada Dekan dan wakil Dekan Fateta, atas dukungan untuk melaksanakan pendidikan di IPB. Selanjutnya penulis sampaikan terima kasih kepada Bpk Achmat Sarifudin, S.TP, M.Sc, Ph.D selaku Kepala Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset Inovasi Nasional, Kepala Organisasi Riset Pertanian dan Pangan BRIN Dr. Puji Lestari, S.TP, M.Sc, Direktur Manajemen Talenta DBR BRIN, Kepala Balai Besar Pengembangan Standarisasi Instrumen Alat Mesin Pertanian Dr. Agung Prabowo, M.Eng atas dukungan yang diberikan selama penulis mengambil program Doktor di IPB. Tak lupa pula ucapan terima kasih kepada rekan-rekan PR TTG BRIN, PR KKE BRIN dan BSIP Alsip Pertanian, dan TEP IPB 2022-2023 atas semangat kekeluargaan dan kebersamaan kita selama ini.

Terima kasih dan do'a tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua, Ayah alm.H.Mulyadi Prayogi dan Ibu almh.Hj.Mimin Hamimah dan keluarga besar di Serpong untuk pelajaran hidup, motivasi hidup yang selalu penulis ingat dan sebagai sandaran berpikir untuk menjalani semua tahapan kehidupan. Penulis mengucapkan terima kasih untuk Wahidudin, sebagai suami siaga, tawa canda penghibur duka dan penambah kebahagiaan selama penulis menempuh pendidikan. Terima kasih buat keluarga besar H.Arsyid di Palu untuk do'a, motivasi dan dukungan selama ini kepada penulis dan suami selama menempuh pendidikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pengguna teknologi terakhir yakni petani dan pihak-pihak lainnya untuk pengembangan konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum ini.

Bogor, Juli 2024

*Ana Nurhasanah*

F1603222010

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	XII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR GAMBAR	XVI
DAFTAR LAMPIRAN	XX
DAFTAR SIMBOL	XXII
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Kebaruan Penelitian ( <i>Novelty</i> )	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1 Tanaman Sorgum Sebagai Bahan Baku Pakan	6
2.2 Proses Penanganan Pasca Panen Tanaman Sorgum	9
2.3 Produk Pakan Unggas Berbasis Sorgum	10
2.4 Produk Pakan Silase Ruminansia Berbasis Sorgum	10
2.5 Mekanisasi Penanganan Pasca Panen Tanaman Sorgum	12
2.6 Model Simulasi/Simulasi Pemodelan Matematik	16
2.7 Analisa Ekonomi	17
<b>III KARAKTERISTIK TEKNIK TANAMAN SORGUM VARIETAS BIOGUMA UNTUK PERANCANGAN MESIN PERONTOK DAN PENCACAH TEPAT GUNA</b>	<b>20</b>
3.1 Abstrak	20
3.2 Pendahuluan	20
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Hasil dan Pembahasan	28
3.5 Sudut curah dan koefisien gesekan	33
3.6 Kecepatan terminal	33
3.7 Kekuatan potong batang sorgum	34
3.8 Simpulan dan Saran	35
<b>IV PERANCANGAN DAN EVALUASI KINERJA MESIN PERONTOK SORGUM TIPE <i>HOLD-ON</i></b>	<b>36</b>
4.1 Abstrak	36
4.2 Pendahuluan	36
4.3 Metode Penelitian	37
4.4 Analisis Data	55
4.5 Hasil dan Pembahasan	55
4.6 Simpulan	63



V MODIFIKASI DAN EVALUASI KINERJA MESIN PENCACAH	64
5.1 Abstrak	64
5.2 Pendahuluan	64
5.3 Metode Penelitian	65
5.4 Hasil dan Pembahasan	78
5.5 Simpulan	83
VI PERANCANGAN DAN EVALUASI KINERJA SERTA PEMODELAN KONFIGURASI MESIN-MESIN PENGOLAHAN PAKAN BERBASIS SORGUM	84
6.1 Abstrak	84
6.2 Pendahuluan	84
6.3 Metode Penelitian	85
6.4 Validasi Model	106
6.5 Hasil dan Pembahasan	106
6.6 Simpulan dan Saran	121
VII ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONFIGURASI MESIN- MESIN PENGOLAHAN PAKAN BERBASIS SORGUM	124
7.1 Abstrak	124
7.2 Pendahuluan	124
7.3 Metode Penelitian	125
7.4 Analisis Ekonomi	126
7.5 Evaluasi hasil	128
7.6 Hasil dan Pembahasan	129
7.7 Harga Produk	146
7.8 Analisis Keuntungan	146
7.9 Analisis Sensitivitas	147
7.10 Simpulan dan Saran	147
VIII PEMBAHASAN UMUM	149
IX SIMPULAN UMUM DAN SARAN	155
9.1 Simpulan Umum	155
9.2 Saran	156
DAFTAR PUSTAKA	157
LAMPIRAN	164

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bagian-bagian sorgum	7
Tabel 2.2	Komposisi nutrisi bagian-bagian sorgum	7
Tabel 2.3	Kandungan mineral biji sorgum dan jenis serealia lainnya	7
Tabel 2.4	Kandungan serat, gula dan tanin komponen sorgum	9
Tabel 2.5	Nutrisi sorinfer silase sorgum plus indigofera	11
Tabel 2.6	Dosis pemberian sorinfer pada kambing dan sapi (5 % dari bobot tubuh)	11
Tabel 2.7	Nutrisi hijauan dan silase sorgum varietas <i>Bioguma</i> PT HISDI Bima (2019)	12
Tabel 3.1	Kriteria perancangan berdasarkan pengukuran karakteristik teknik	24
Tabel 3.2	Rata-rata karakteristik fisik batang sorgum varietas bioguma berdasarkan umur setelah tanam (HST) dan kadar air	29
Tabel 3.3	Rata-rata karakteristik fisik biji sorgum varietas bioguma berdasarkan umur setelah tanam (HST) dan kadar air	29
Tabel 3.4	Rata-rata karakteristik mekanik batang sorgum varietas bioguma berdasarkan umur setelah tanam (hst) dan kadar air	30
Tabel 3.5	Rata-rata karakteristik mekanik batang sorgum varietas bioguma berdasarkan umur setelah tanam (hst) dan kadar air	31
Tabel 4.1	Fungsi bagian mesin perontok biji sorgum	44
Tabel 4.2	Rancangan fungsional <i>blower</i> penghisap	44
Tabel 4.3	Perbedaan prototipe perontok sorgum tipe <i>throw-in</i> dengan tipe <i>hold-on</i>	56
Tabel 4.4	Karakteristik awal tanaman sorgum awal (varietas bioguma)	57
Tabel 4.5	Hasil uji kinerja mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i>	58
Tabel 4.6	Kapasitas mesin perontok biji sorgum tipe <i>hold-on</i> pada putaran silinder perontok 700 rpm serta nisbah biji-tanaman sorgum 10%	59
Tabel 4.7	Kapasitas konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum pada rpm silinder <i>chopper</i> 2000 rpm, <i>tresher</i> 700 rpm, konveyor 70 rpm dan nisbah biji-tan 10%	60
Tabel 4.8	Pengaruh putaran penjepit batang malai dan kadar air dada kinerja perontok <i>hold-on</i> dada kondisi nisbah biji-tanaman sorgum sekitar 10%	60
Tabel 4.9	Pengaruh putaran penjepit batang malai dan kadar air pada kinerja perontok <i>hold-on</i> pada kondisi nisbah biji-tanaman sorgum sekitar 10%	61
Tabel 5.1	Data hasil pengujian pendahuluan mesin pencacah PT BPI	69
Tabel 5.2	Fungsi bagian mesin pencacah batang-daun sorgum	69
Tabel 5.3	Analisa kebutuhan daya pada mesin pencacah secara otomatis	75
Tabel 5.4	Hasil rata-rata uji kinerja mesin pencacah batang-daun sorgum	80
Tabel 5.5	Hasil rata-rata kinerja pada putaran silinder pencacah 2000 rpm	80
Tabel 6.1	Fungsi bagian konfigurasi mesin-mesin pengolahan sorgum	89
Tabel 6.2	Spesifikasi komponen konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	90



Tabel 6.3	Transmisi kecepatan putar dari motor ke konveyor	93
Tabel 6.4	Parameter input konveyor menuju <i>tresher</i>	98
Tabel 6.5	Parameter input kapasitas dari rantai penjepit menuju kapasitas <i>tresher</i>	98
Tabel 6.6	Hasil perhitungan output konveyor menuju <i>tresher</i>	99
Tabel 6.7	data teknis perancangan konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	101
Tabel 6.8	Parameter input konveyor menuju <i>chopper</i>	101
Tabel 6.9	Hasil perhitungan output konveyor menuju <i>chopper</i>	102
Tabel 6.10	Hasil pengujian konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	111
Tabel 6.11	Perubahan putaran konveyor terhadap kebutuhan daya	112
Tabel 6.12	Pengaruh perubahan putaran penjepit terhadap kinerja mesin perontok	113
Tabel 6.13	Hasil pengujian konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	114
Tabel 6.14	Hasil simulasi model pendugaan kapasitas perontok, pencacah, kebutuhan daya motor konveyor, penjepit, perontok dan pencacah	128
Tabel 6.15	Hasil simulasi model pendugaan kapasitas perontok, pencacah, kebutuhan daya motor pencacah dan perontok pada jarak antara tanaman sorgum 110 mm	128
Tabel 6.16	Hasil simulasi model pendugaan kapasitas perontok, pencacah, kebutuhan daya motor pencacah dan perontok pada putaran konveyor 70 rpm	128
Tabel 6.17	Prediksi model persamaan dan nilai mape	128
Tabel 7.1	Beberapa asumsi yang digunakan dalam analisis ekonomi	128
Tabel 7.2	Biaya usaha tani pengolahan tanaman sorgum model alternatif satu eksisting petani (lingga tani, garut) 2023	130
Tabel 7.3	Pendapatan usaha tani pengolahan tanaman sorgum model alternatif satu eksisting petani dalam satu tahun per hektar (lingga tani, garut) 2023	131
Tabel 7.4	Perkiraan pendapatan perusahaan akibat pemanfaatan tanaman sorgum	134
Tabel 7.5	Pendapatan dari unit pengolahan pakan unggas selama 10 tahun	136
Tabel 7.6	Pendapatan dari unit pengolahan silase selama 10 tahun	136
Tabel 7.7	Nilai sisa beberapa barang pada akhir kegiatan model alternatif dua	137
Tabel 7.8	Biaya investasi pengolahan tanaman sorgum model alternatif dua	137
Tabel 7.9	Reinvestasi alat tahun ke-4, 6, 8 dan ke-10 model alternatif dua	138
Tabel 7.10	Biaya tenaga kerja pengolahan tanaman sorgum model alternatif dua	139
Tabel 7.11	Kelayakan finansial pengolahan tanaman sorgum model alternatif dua	139
Tabel 7.12	Biaya pokok pengoperasian konfigurasi mesin perontok dan pencacah	140
Tabel 7.13	Biaya penggilingan, pengeringan, pencampuran, pengemasan pakan unggas	141
Tabel 7.14	Biaya proses pengolahan pakan silase ruminansia	143



Tabel 7.15	Biaya investasi konfigurasi pengolahan tanaman sorgum	144
Tabel 7.16	Biaya investasi konfigurasi pengolahan tanaman sorgum	144
Tabel 7.17	Biaya operasi dan perawatan pengolahan sorgum	145
Tabel 7.18	Biaya operasi dan perawatan konfigurasi pengolahan silase sorgum	145
Tabel 7.19	Komposisi bahan komponen pembuatan pakan unggas dan silase	146
Tabel 7.20	Analisis sensitivitas	147





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Alur proses penanganan tanaman sorgum sebagai bahan baku pakan	3
Gambar 2.1	Persentase bagian komponen tanaman sorgum varietas <i>Bioguma</i> (dimodifikasi dari Rahardi 2022)	6
Gambar 2.2	Biji dan tepung sorgum sebagai bahan baku pakan unggas	7
Gambar 2.3	Biji untuk unggas besar dan tepung sorgum untuk unggas kecil	8
Gambar 2.4	Batang dan daun sorgum sebagai hijauan dan silase pakan ruminansia	8
Gambar 2.5	Produk silase pakan transportasi dan pakan khusus sapi	10
Gambar 2.6	Produk silase pakan transportasi dan pakan khusus domba	11
Gambar 2.7	Perontok sorgum manual (dimodifikasi dari Bedada (2017) ISJAR (2)9:12-13	12
Gambar 2.8	Perontok sorgum tipe <i>throw in</i> (dimodifikasi dari Bedada (2018) ISJAR (2)9:12-13	12
Gambar 2.9	Mesin perontok sorgum tipe <i>throw in</i> (dimodifikasi dari Sale <i>et al.</i> (2016) CIGR J. 18(3):119-125)	13
Gambar 2.10	Mesin perontok sorgum kecil (a) dan mesin perontok sorgum mobile (b) tipe <i>throw in</i> (dimodifikasi dari Suparlan <i>et al.</i> (2018) Laporan Akhir:75-78)	13
Gambar 2.11	Berbagai model mesin pencacah jerami tipe <i>axial flow</i> yang telah berkembang dan diproduksi di dalam negeri (dimodifikasi dari Unadi <i>et al.</i> (2021) Laporan Akhir: 5-65)	14
Gambar 2.12	Sistem <i>adjuster belt conveyor</i>	16
Gambar 3.1	Komponen tanaman sorgum	22
Gambar 3.2	Tahapan pengukuran karakteristik tanaman sorgum	23
Gambar 3.3	Dimensi biji sorgum (h: tinggi; l: panjang; t: tebal).	25
Gambar 3.4	Pengukuran diameter batang utama dan batang malai	25
Gambar 3.5	Pengukuran kekuatan tarik biji sorgum diambil dari serasah batang kecil malai	26
Gambar 3.6	Pengukuran sudut curah biji sorgum	26
Gambar 3.7	Metode pengukuran kecepatan terminal biji, kotoran sorgum	27
Gambar 3.8	Alat Ukur TA-XT <i>Plus Texture Analyzer</i> (Stable Micro Systems, UK) Kapasitas 50 Kg dengan kecepatan 10 mm/s	27
Gambar 3.9	Uji kekuatan tarik biji dari malai sorgum pada berbagai kadar air biji dan umur tanam	31
Gambar 3.10	Hubungan antara kadar air biji terhadap kebutuhan daya dan umur tanam (HST)	32
Gambar 3.11	Hubungan antara kekerasan biji sorgum terhadap kadar air dan umur tanam (HST)	32
Gambar 3.12	Hubungan antara kekerasan batang sorgum terhadap kadar air dan umur tanam (HST)	33
Gambar 3.13	Hubungan antara gaya potong batang sorgum terhadap kadar air dan umur tanam	34
Gambar 4.1	Tahapan penelitian perancangan mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i>	38



Gambar 4.2	Tanaman sorgum setelah dipanen potong bawah kemudian langsung dirontok menggunakan perontok tipe <i>hold-on</i>	39
Gambar 4.3	Konsep konveyor dengan rantai penjepit pada mesin perontok	41
Gambar 4.4	Konsep perontokan biji oleh gigi perontok pada silinder yang berputar	42
Gambar 4.5	Konsep pemisahan biji dengan kotoran melewati saringan	42
Gambar 4.6	Konsep arah aliran udara blower pemisah biji dan kotoran sorgum	43
Gambar 4.7	Konsep pemisahan biji dengan kotoran	43
Gambar 4.8	Desain mesin perontok biji sorgum tipe <i>hold-on</i>	45
Gambar 4.9	Desain rantai penjepit dan motor penggerak rantai penjepit	46
Gambar 4.10	Desain <i>cover</i> mesin perontok	46
Gambar 4.11	Komponen motor penggerak silinder perontok	47
Gambar 4.12	Rancangan jari-jari silinder perontok mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i>	47
Gambar 4.13	Rangka mesin perontok dan blower penghisap kotoran	48
Gambar 4.14	Blower penghisap kotoran	48
Gambar 4.15	Ukuran rantai penjepit	50
Gambar 4.16	Gigi perontok dan rantai penjepit mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i>	55
Gambar 4.17	Prototype mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i> kadar air biji. (20-30%)	55
Gambar 4.18	Perontokan biji tanaman sorgum dengan mesin perontok tipe <i>hold-on</i>	59
Gambar 4.19	Biji sorgum hasil perontokan mesin perontok sorgum tipe <i>hold-on</i>	59
Gambar 5.1	Uji pendahuluan mesin pencacah batang-daun sorgum milik PT BPI	66
Gambar 5.2	Tahapan penelitian modifikasi mesin pencacah batang-daun sorgum	66
Gambar 5.3	Spesifikasi mesin pencacah batang-daun sorgum PT BPI	68
Gambar 5.4	Desain modifikasi mesin pencacah batang dan daun sorgum	70
Gambar 5.5	Komponen pisau pencacah tipe <i>blade</i>	71
Gambar 5.6	Posisi <i>clearance</i> pisau dinamis dan pisau statis	71
Gambar 5.7	Ukuran <i>hopper</i> modifikasi	72
Gambar 5.8	Komponen mesin pencacah tipe <i>cross-flow</i> setelah modifikasi	74
Gambar 5.9	Batang-daun sorgum siap dicacah	76
Gambar 5.10	Mesin pencacah setelah modifikasi	79
Gambar 5.11	Batang-daun hasil cacahan, (a) sebelum modifikasi, (b) setelah modifikasi	79
Gambar 5.12	Hubungan putaran silinder pencacah dengan daya maksimum motor pencacah	80
Gambar 6.1	Tahapan perancangan sistem konfigurasi mesin pengolahan pakan	87
Gambar 6.2	Konsep konveyor pembawa tanaman sorgum menuju perontok dan pencacah	88
Gambar 6.3	Desain konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	91

Gambar 6.4	Rancangan unit konveyor kesatu dan kedua	92
Gambar 6.5	Konveyor kesatu dan kedua	93
Gambar 6.6	Konveyor kesatu pembawa tanaman sorgum menuju mesin perontok	94
Gambar 6.7	Konveyor kedua pembawa tanaman sorgum menuju mesin pencacah	94
Gambar 6.8	Kerangka konveyor kedua pembawa tanaman sorgum menuju mesin pencacah	95
Gambar 6.9	Ukuran konveyor kesatu menuju <i>Tresher</i>	95
Gambar 6.10	Ukuran konveyor kedua menuju <i>chopper</i>	96
Gambar 6.11	Hubungan antara waktu, kecepatan putaran serta kapasitas dan kebutuhan daya motor konveyor menuju <i>tresher</i>	103
Gambar 6.12	Hubungan antara waktu, kecepatan putaran serta kapasitas dan kebutuhan daya motor konveyor menuju <i>chopper</i>	103
Gambar 6.13	Algoritma pemodelan masukan-keluaran (input-output diagram) konfigurasi mesin pengolahan pakan berbasis sorgum	104
Gambar 6.14	Diagram alir pemodelan pendugaan kapasitas dan kebutuhan daya konfigurasi mesin pengolahan pakan berbasis sorgum	105
Gambar 6.15	Prototype awal konveyor sebelum ada pengarah ujung tanaman serta penjepit perontok belum sempurna	108
Gambar 6.16	Prototipe konveyor setelah ada pengarah ujung tanaman	108
Gambar 6.17	Prototipe mesin perontok sorgum setelah perbaikan penjepit serta hasil biji setelah perontokan pada kadar air biji 30-31% (terkena air hujan)	108
Gambar 6.18	Sistem transmisi pada konfigurasi mesin pengolahan pakan sorgum	109
Gambar 6.19	Unit prototipe konveyor kesatu dan kedua, perontok dan pencacah	109
Gambar 6.20	Pencacah hasil modifikasi pada kecepatan putar silinder pencacah	110
Gambar 6.21	Pengujian kinerja konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan	111
Gambar 6.22	Pengujian kinerja konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan (lanjutan)	111
Gambar 6.23	Model simulasi pendugaan kapasitas dan daya pencacah, perontok dan konveyor	117
Gambar 6.24	Model pendugaan kapasitas perontok pada putaran <i>pulley</i> 70 rpm dan jarak bahan 110 mm	119
Gambar 6.25	Model Pendugaan kapasitas pencacah pada putaran <i>pulley</i> 70 rpm dan jarak bahan 110 mm	120
Gambar 6.26	Pendugaan massa dan jarak bahan pada kapasitas pencacah 2,53 ton/jam	120
Gambar 6.27	Model pendugaan kebutuhan daya konveyor pada putaran <i>pulley</i> 70 rpm dan jarak bahan 110 mm	121
Gambar 6.28	Model pendugaan daya penjepit batang malai pada perontok pada putaran <i>pulley</i> 70 rpm dan jarak antara bahan 110 mm	121
Gambar 7.1	Sistem panen pertama potong malai sorgum	129
Gambar 7.2	Pengeringan malai sorgum	129
Gambar 7.3	Sistem panen kedua potong batang bawah tanaman sorgum	130

Gambar 7.4	Perontokan biji sorgum menggunakan perontok tipe <i>thraw-in</i>	130
Gambar 7.5	Sorgum bioguma 100-110 HST	133
Gambar 7.6	Konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum	140
Gambar 8.1	Pembangunan awal pabrik pengolahan sorgum kelompok tani Margo Santoso Demak	154
Gambar 8.2	Progress pembangunan dan setting mesin-mesin pabrik pengolahan sorgum kelompok tani Margo Santoso Demak (20 Mei 2024)	154

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Deskripsi Sorgum varietas Bioguma 1, 2 dan 3 (Gati dan Nur 2018)	165
Lampiran 2	Perancangan <i>impeller blower</i>	168
Lampiran 3	Analisis teknik perhitungan poros silinder mesin perontok	169
Lampiran 4	Analisis teknik perhitungan sabuk V dan puli mesin perontok	170
Lampiran 5	Analisis teknik perhitungan poros blower mesin perontok	171
Lampiran 6	Perancangan kapasitas, kebutuhan daya penjepit, daya mesin perontok	172
Lampiran 7	Karakteristik tahanan potong dari tumpukan (4 batang sorgum) dengan metode <i>shear cutting</i> (hidrolis)	174
Lampiran 8	Hasil identifikasi dan perhitungan rancangan desain mesin pencacah tipe <i>cross-flow</i> PT BPI	175
Lampiran 9	Parameter perhitungan desain modifikasi mesin pencacah PT BPI	176
Lampiran 10	Perhitungan kebutuhan daya mesin pencacah tipe <i>cross-flow</i> hasil modifikasi PT BPI	178
Lampiran 11	Analisis teknik perhitungan konfigurasi mesin-mesin pengolahan sorgum	179
Lampiran 12	Perancangan transmisi rantai sproket pada konveyor	186
Lampiran 13	Tabel Model Matematik Konfigurasi Mesin-Mesin Pengolahan Pakan	193
Lampiran 14	Kualitas biji awal sorgum pada nisbah biji-tanaman sorgum 12,4%, kadar air 28%	209
Lampiran 15	Data pengukuran kinerja mesin perontok	210
Lampiran 16	Kapasitas mesin perontok biji sorgum tipe <i>hold-on</i> pada putaran silinder perontok 700 rpm serta nisbah biji-tanaman sorgum 10%	211
Lampiran 17	Kapasitas mesin pencacah batang-daun sorgum tipe <i>cross-flow</i>	212
Lampiran 18	Kapasitas konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum pada rpm silinder <i>chopper</i> 2000 rpm, <i>thresher</i> 700 rpm, konveyor 70 rpm dan nisbah biji-tan 10%	213
Lampiran 19	Kualitas biji awal sorgum pada nisbah biji-tanaman sorgum 12,4%, kadar air 28%	214
Lampiran 20	Kualitas biji hasil konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum pada putaran silinder <i>thresher</i> 700, konveyor 70 rpm dan nisbah biji tanaman 12,4% dan kadar air biji 29%	215
Lampiran 21	Desain detail rancangan mesin Perontok Sorgum tipe <i>hold-on</i>	216
Lampiran 22	Desain detail rancangan mesin Pencacah Sorgum tipe <i>cross-flow</i>	219
Lampiran 23	Desain detail rancangan konveyor dan konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum	227
Lampiran 24	Rumus-rumus mendapatkan harga dasar tanaman sorgum dari petani sampai pabrik	230
Lampiran 25	Rumus-rumus Perhitungan Biaya Mesin Pertanian	231



Lampiran 26	Kapasitas mesin perontok biji sorgum tipe <i>hold-on</i> pada putaran silinder perontok 700 rpm serta nisbah biji-tanaman sorgum 10%	232
Lampiran 27	Kapasitas mesin pencacah batang-daun sorgum tipe <i>cross-flow</i>	233
Lampiran 28	Kapasitas konfigurasi mesin-mesin pengolahan pakan berbasis sorgum pada putaran silinder <i>chopper</i> 2000 rpm, <i>thresher</i> 700 rpm, konveyor 70 rpm dan nisbah biji-tan 10%	234
Lampiran 29	Analisis Keuntungan Sistem Eksisting Petani Sorgum	235
Lampiran 30	Analisis Keuntungan Sistem Konfigurasi Mesin-mesin Pengolahan Pakan berbasis Sorgum	236
Lampiran 31	Perhitungan biaya operasional pengolahan pakan unggas	238

## DAFTAR SIMBOL

$\rho$	:	bulk density (kg/m <sup>3</sup> )
$m$	:	berat sampel sorgum (g)
$V$	:	volume yang ditempati oleh sampel (cm <sup>3</sup> )
$\sigma_{max}$	:	tegangan tarik maksimal (N/m <sup>2</sup> )
$F_t$	:	gaya tarik (N)
$A$	:	luas penampang batang sorgum (m <sup>2</sup> )
$d$	:	diameter batang sorgum (m)
$E$	:	modulus elastisitas (GPa)
$\varepsilon$	:	Regangan
$F_{BN}$	:	tahanan potong batang sorgum (N)
$FLI$	:	gaya yang terukur pada lengan ( $N$ )
$LTP$	:	lengan tahanan potong (m)
$R_b$	:	jari-jari batang sorgum (m)
$LF$	:	lengan gaya (m)
$H$	:	tinggi kerucut curahan biji sorgum (cm)
$R$	:	jari-jari lingkaran dasar kerucut curahan biji sorgum (cm)
$F_g$	:	gaya gesekan (N)
$\mu$	:	koefisien gesekan
$N$	:	gaya normal (N)
$C_p$	:	jumlah titik potong dibatang sorgum yang terjadi
$LN$	:	panjang tanaman sorgum yang dipanen (m)
$CN$	:	panjang cacahan dari tanaman sorgum (m)
$F_{maxnp}$	:	gaya potong batang sorgum maksimum n-titik (N)
$PCH$	:	kebutuhan daya implemen unit pencacah (W)
$R_{pisau}$	:	jari-jari pisau (m)
$n_c$	:	kecepatan putar poros pencacah (rpm)
$n_m$	:	kecepatan putar pada motor penggerak (rpm)
$dm$	:	diameter pada pulley motor (inci)
$dc$	:	diameter pada pulley silinder pencacah (inci)
$K_a$	:	kapasitas kerja aktual (kg/jam)
$t$	:	total waktu perncacahan (jam).
$\eta$	:	rendemen perncacahan (%),
$\eta_m$	:	efisiensi daya motor (%),
$P_a$	:	daya aktual pencacahan (W),
$P_s$	:	suplai daya (W)
$E_c$	:	energi pencacahan spesifik (kJ/kg)
$h$	:	ketebalan pisau (mm)

$P_{CT}$	:	kebutuhan daya unit pemotong (W)
$f_m$	:	frekuensi operasional inverter (Hz)
$f_t$	:	frekuensi maksimum inverter (Hz)
$n_o$	:	putaran keluaran maksimum motor (rpm)
$n_m$	:	putaran keluaran operasional motor (rpm)
$n_{md}$	:	putaran keluaran drum miller pada roda gigi pacu (rpm)
$n_{mdl}$	:	putaran keluaran drum miller pada sproket (rpm)
$n_{ck}$	:	putaran keluaran pisau pencacah (rpm)
$z_m$	:	jumlah gigi sproket pada motor (th)
$z_{mdl}$	:	jumlah gigi sproket pada miller drum (th)
$z_{ck}$	:	jumlah gigi sproket pada pisau pencacah (th)
$z_{sgl}$	:	jumlah gigi spur gear pinion pada miller drum (th)
$z_{sg}$	:	jumlah gigi roda gigi pacu pada miller drum (th)
$D_{md}$	:	diameter drum miller (mm)
$D_{ck}$	:	diameter pisau pencacah (mm)
$V_{md}$	:	kecepatan Miller (m/s)
$v_{ck}$	:	kecepatan pencacah (m/s)
$L$	:	panjang pencacahan (m)
$Q_m$	:	kapasitas maksimum (ton/jam)
$A$	:	luas penampang material yang dipindahkan ( $m^2$ )
$\rho$	:	massa jenis material yang dipindahkan ( $kg/m^3$ )
$W_m$	:	massa material yang dipindahkan per panjang (kg/m)
$F_e$	:	gaya efektif material yang dipindahkan (N)
$L$	:	jarak tempuh (m)
$P$	:	daya yang dibutuhkan (W)
$P_m$	:	daya motor yang dibutuhkan (W)
$\eta_m$	:	efisiensi motor (0,85)

