UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN *PNEUMATIC SEPARATOR*

UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH

Disusun Oleh:

Rozzaq Habib Amrullah

17/415254/TP/11990

DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA

YOGYAKARTA

2022

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN *PNEUMATIC SEPARATOR* UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH

SKRIPSI

Program Studi Teknik Pertanian

Diajukan kepada :

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada sebagai syarat kelengkapan dalam memperoleh derajat Sarjana Teknologi Pertanian

Program Studi Teknik Pertanian

Oleh :

ROZZAQ HABIB AMRULLAH

17/415254/TP/11990

DEPARTEMEN TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA

YOGYAKARTA

2022

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281 Telp. +62274 589797, 551220
Faks. +62274 589797, http://tp.ugm.ac.id, *E-mail*: fateta@ugm.ac.id

SURAT KETERANGAN
Nomor: 397/UN1/FTP.1.1/AKMS/TA/2022

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada menerangkan bahwa mahasiswa di bawah ini:

nama	: Rozzaq Habib Amrullah
NIM	: 17/415254/TP/11990
program studi	: Teknik Pertanian
judul karya akhir	: Perancangan dan Optimasi Mesin *Pneumatic Separator* untuk Meningkatkan Kebersihan Gabah
tanggal ujian	: 07 Januari 2022
pembimbing I	: Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D.
pembimbing II	: Dr. Radi, S.T.P., M.Eng.
penguji	: Prof. Dr. Ir. Bambang Purwantana, M.Agr.

telah mendapatkan persetujuan dari para pembimbing dan penguji SKRIPSI, sehingga dinyatakan telah menyelesaikan revisi final pada tanggal 13 Januari 2022.

Surat keterangan ini dibuat dan berlaku pada masa tanggap darurat Covid-19 dan dapat dipergunakan sebagai pengganti lembar pengesahan, serta persetujuan karya tulis akhir sebagai syarat yudisium atau wisuda program SARJANA.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

17 Januari 2022
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan,

Prof. Dr.Yudi Pranoto, S.T.P., M.P.
NIP. 19730826 199903 1 002

FO-UGM-FTP-QP-3/L5

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Rozzaq Habib Amrullah
NIM	: 17/415254/TP/11990
Tahun terdaftar	: 2017
Program Studi	: Teknik Pertanian
Fakultas	: Teknologi Pertanian

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/ lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 7 Januari 2022



Rozzaq Habib Amrullah
17/415254/TP/11990

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Penulis dapat menyusun skripsi dengan judul **PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN *PNEUMATIC SEPARATOR* UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH.** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Stratum Satu (S-1) Derpartemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Petanian, Universitas Gadjah Mada. Dengan selesainya skripsi ini, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Eni Harmayani, M. Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada.
2. Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing Penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan sangat baik.
3. Dr. Radi, STP, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan untuk mendampingi Dosen Pembimbing I dalam membimbing Penulis.
4. Prof. Dr. Ir. Bambang Purwantana, M.Agr selaku Dosen Penguji yang telah bersedia untuk menguji.
5. Prof. Dr. Ir. Bambang Purwantana, M.Agr selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan dan memberi nasihat selama masa perkuliahan
6. Seluruh dosen Departemen TPB FTP UGM yang telah memberikan ilmu dan pengalaman diberbagai bidang.
7. Seluruh teknisi Laboratorium TPB FTP UGM yang dengan sabar telah membantu Penulis dalam melaksanakan penelitian.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

9. Bapak, Ibu, dan adik yang selalu mendukung penulis dalam meyelesaikan skripsinya.
9. Terimakasih kepada Muhammad Dzulkifli sebagai patner dan teman dalam mengerjakan skripsi
10. Terimakasih kepada Irham Tri Putra selaku teman pembimbing penelitian
11. Terimakasih kepada saudara yusuf, aji, yudi dan ampi yang telat memhibur saya
12. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi Penulis maupun bagi pembaca

Yogyakarta ,7 Januari 2022

Rozzaq Habib Amrullah
17/415254/TP/11990

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

SKRIPSI i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2. 1. Gabah 7
2. 2. Separasi Produk Biji-bijian 9
2. 3. Pembersihan Awal (*Precleaning)* 12
2. 4. Mesin Pneumtik Separator 14
2. 5. Faktor dan Parameter Proses Separasi 21
2. 6. Multi Objektif Optimasi 23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 27
3. 1. Waktu dan Lokasi Penelitian 27
3. 2. Alat dan Bahan 27
3.2.1 Alat Penelitian 27
3.2.2 Bahan 35
3. 3. Prosedur Penelitian 36
3.3.1 Penelitian Pendahuluan 36

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.2 Rancangan Penelitian 41
3.3.3 Penelitian Utama.....43
3. 4. Data yang diamati 48
3. 5. Analisis Data.....49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 50
4.1 Desain Alat.....50
4.2. Pengaruh Faktor-faktor terhadap nilai Efisiensi Separasi 54
4.3 Pengaruh Faktor-faktor terhadap Kehilangan Pemisahan (Loses).....59
4.4 Interaksi antar Faktor 61
4.5 Optimasi Multi-Objektif Menggunakan RSM 63
BAB V 70
5.1 Kesimpulan.....70
5.2 Saran.....71
DAFTAR PUSTAKA 72
LAMPIRAN.....76

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Precleaning 14
Gambar 3. 1 Mesin Pneumatik Separator 30
Gambar 3. 2 *Kabinet drayer* 32
Gambar 3. 3 *Tachometer* 33
Gambar 3. 4 *Anemometer* 33
Gambar 3. 5 Timbangan 34
Gambar 3. 6 Ember 34
Gambar 3. 7 Semprotan air 35
Gambar 3. 8 Inverter 35
Gambar 3. 9 Diagram Alir Prosedur Penelitian 40
Gambar 4. 1. Mesin Pneumatik Separator 50
Gambar 4. 2 Unit Saluran Input 52
Gambar 4. 3 Unit Saluran Pemisahan 53
Gambar 4. 4 Unit Ayakan 54
Gambar 4. 5. Grafik pengaruh faktor-faktor terhadap efisiensi separasi 55
Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh faktor-faktor terhadap Loses 59
Gambar 4. 7 Pengaruh kecepatan udara dan kadar air efisiensi pemisahan 66
Gambar 4. 8 Pengoptimal permukaan respons untuk meningkatkan efisiensi pemisahan 67
Gambar 4. 9 Pengoptimal permukaan respons untuk meminimumkan nilai loses 68
Gambar 4. 10 Pengoptimal permukaan respons dengan meningkatkan efisiensi pemisahan dan menurunkan nilai loses 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Standar Mutu Gabah 8
Tabel 3. 1 Desain percobaan menggunakan RSM 41
Tabel 4. 1 Analisis variasi pada interaksi antar faktor 61
Tabel 4. 2 data hasil pengukuran pada pengaruh 3 variabel terhadap efisiensi separasi 63
Tabel 4. 3 *analysis of variance (*anova) dua arah nilai efisiensi separasi 65

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1 hasil pengambilan data 76
lampiran 2 Tabel level faktor pada penelitian..... 77
lampiran 3 Interaksi kecepatan udara vs Debit Pengumpanan 77
lampiran 4. Analisi Anova lebih lanjut dengan general linier model 77
lampiran 5. Interaksi Keceptan udara vs kadar air..... 79
lampiran 6. Analisi Anova lebih lanjut dengan general linier model 79
lampiran 7. Grafik probabilitas normal (SE) 81
lampiran 8. Grafik probabilitas normal (SL) 81
lampiran 9. Tingkat Signifikansi faktor-faktor terhadap nilai (SE)..... 82
lampiran 10. Tingkat Signifikansi faktor-faktor terhadap nilai (SL)..... 82
lampiran 11. Desain mesin *pneumatic separator* 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN *PNEUMATIC SEPARATOR*

UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH

INTISARI

Oleh : Rozzaq Habib Amrullah
17/415254/TP/11990

Gabah pada saat setelah proses pemanenan, pada umumnya masih memiliki kontaminan pengotor yang berupa batang/daun sisa panen, gabah hampa, sekam, debu, kerikil dll. Dibutuhan suatu proses untuk membersihkan sekaligus memisahkan antara produk gabah dengan kontaminan untuk meningkatkan mutu dan rendemen gabah. Mesin pneumatik separator merupakan salah satu metode alternatif yang digunakan untuk proses pembersihan biji gabah. Penelitian ini mencoba merancang dan mengoptimalkan parameter proses mesin pneumatik separator pada pembersihan benih padi dari kontaminan pengotor ringan untuk mencapai efisiensi pemisahan dan nilai loses yang optimal. Rancangan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *Respons Surface Methodology (*RSM) dengan desain Box-Behnken 3 *Continuous Factor* dimana setiap faktor memiliki 3 level. Dilakukan variasi *feeding rate* berupa 1.7 kg/min, 2.5 kg/min dan 2.7 kg/min, variasi pada kadar air bahan berupa 8%,10% dan 12% (Wb), serta variasi pada kecepatan udara pada suction chanel sebesar 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s. Eksperimen menegaskan bahwa kecepatan udara, kadar air dan debit pengumpanan signifikan pada efisiensi pemisahan sementara interaksi antara faktor ditemukan tidak signifikan. Hasil statistik menegaskan bahwa R^2 model polinomial kuadrat adalah 0,83 untuk efisiensi pemisahan. Menurut pengoptimal respon (*Response Optimizer*) dalam desain permukaan respon dengan menggunakan metode RSM adalah pada kondisi kecepatan udara 5.5152 m/s, debit pengumpanan 2.1545 kg/min dan kadar air bahan 8%. Pendekatan ini memungkinkan untuk perancangan dan mengoptimalkan kinerja mesin pneumatik separator untuk berbagai kondisi material biji-bijian dengan menggunakan analisis metode RSM.

Kata kunci : Proses pembesihan bijian, *Pneumatic separator* , Gabah, Optimasi Proses, RSM.

Dosen Pembimbing : Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D.
Dr. Radi, STP. M.Eng

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DESIGN AND OPTIMIZATION OF *PNEUMATIC SEPARATOR* MACHINERY TO IMPROVE GRAIN CLEANLINESS

ABSTRACT

Oleh : Rozzaq Habib Amrullah
17/415254/TP/11990

Grain after harvesting generally still has contaminants in the form of leftover stems/leaves, empty grain, husks, dust, gravel etc. A process is needed to clean as well as separate the grain product from contaminants to improve the quality and yield of the grain. The *pneumatic separator* machine is one of the alternative methods used for the process of cleaning grain seeds. This study tries to design and optimize the process parameters of the *pneumatic separator* machine for cleaning rice seeds from light impurities to achieve separation efficiency and optimal losses. The research design carried out in this study uses the Response Surface Methodology (RSM) with the Box-Behnken 3 Continuous Factor method where each factor has 3 levels with independent variables. Variations in the feeding rate were carried out in the form of 1.7 kg/min, 2.5 kg/min and 2.7 kg/min, variations in the moisture content of the material in the form of 8%, 10% and 12% (Wb), and variations in air velocity in the form of 4 m/s, 5 m/s and 6 m/s. The experiment confirmed that air velocity, moisture content and feed rate were significant on the separation efficiency while the interaction between the factors was found to be insignificant. The statistical results confirmed that the R2 of the quadratic polynomial model was 0.83 for the separation efficiency. According to the response optimizer in the design of the response surface using the RSM method, the air velocity is 5.5152 m/s, the feed rate is 2.1545 kg/min and the moisture content of the material is 8%. This approach allows us to design and optimize the performance of *pneumatic separator* machines for various grain material conditions.

Keywords : Grain cleaning process, *Pneumatic separator* , Grain, Process Optimization, RSM

Dosen Pembimbing : Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D.
Dr. Radi, STP. M.Eng

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gabah merupakan hasil pertanian yang menjadi salah satu makanan pokok masyarakat Indonesia. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, maka kebutuhan bahan baku beras juga akan semakin meningkat. Menurut Kementrian Pertanian pada tahun 2020 produksi komoditas utama yakni padi diperkirakan sebesar 59,15 juta ton Gabah Kering Giling (GKG) dengan target jumlah produksi padi ditahun 2021 adalah 63,50 juta ton GKG. Sehingga diperkirakan kebutuhan masyarakat pada produk padi masih tercukupi dengan baik.

Biji gabah diperoleh dengan melakukan proses pemanenan dan perontokan menggunakan mesin thresher. Hasil panen tersebut masih mengadung material-material yang tidak diinginkan (kontaminan) seperti gabah hampa, sekam, daun/batang sisa pemanenan, batu kerikil dan juga debu yang menyebabkan kualitas dari produk menjadi kurang maksimal. Sehingga dibutuhan suatu proses untuk membersihkan sekaligus memisahkan antara produk gabah dengan kontaminan tersebut. Kualitas gabah yang baik dapat dicapai ketika kadar kontaminan pada produk hanya sebesar 1% - 6%, hal ini sesuai dengan standar SNI01-0224-1987 untuk standar mutu gabah. Selain untuk meningkatkan mutu gabah, proses pemisahan produk dan kontaminan tersebut juga untuk memudahkan dalam penyimpanan biji-bijian, menambah nilai jual dan juga untuk proses lebih lanjut.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pada sebagian besar masyarakat Indonesia, proses pemisahan masih dilakukan menggunakan metode pemisahan secara tradisional. Yakni dilakukan dengan meletakkan biji-bijian di dalam tampih yang kemudian digerakkan dengan kedua tangan mengikuti gerakan naik turun secara berulang-ulang. Sehingga kapasitas yang diperoleh hanya sebesar 6 kg/jam untuk satu orang tenaga kerja (Rofasyam, 2008). Selain itu pemisahan mengunakan metode tradisional masih kurang efisien dan tidak efektif. Sehingga diperlukan proses pemisahan secara mekanis dengan bantuan mesin agar kapasitas persatuan waktu dapat ditingkatkan dan efisiensi pemisahannya lebih optimal.

Prinsip kerja dari proses pemisahan dan pembersihan pada biji-bijian adalah dengan mengacu perbedaan karakteristik terutama massa antara produk dan kontaminan pengotor (ringan) yang akan dipisahkan/dibuang, dimana tenaga yang digunakan adalah hembusan udara. Pemisahan kontaminan dengan hembusan udara akan optimal apabila hebusan udara yang digunakan sesuai dengan kecepatan terminal (Sudirman, 2014). Sementara itu, menurut Choszcz (2020), sifat pemisahan yang membedakan produk dengan kontaminan yang digunakan dalam proses pembersihan dan pernyortiran biji-bijian. Sifat tersebut meliputi *geometric parameter*, *aerodynamic properties, mass, density, electrostatic* dan *mechanical properties*. Penggunaan berbagai perangkat dan mesin dalam proses pemisahan berpengaruh/berkompromi terhadap akurasi klasifikasi biji-bijian. Perangkat dan mesin pemisah dan pembersihan yang sudah digunakan secara konvensional adalah sebagai berikut; (winnower, grain grader, separator, aspirator, dll).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang desain dan perancangan perangkat dan mesin separasi biji-bijian yang berdasarkan pada sistem pneumatic dan juga untuk melihat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efisiensi pemisahan. Sudirman (2014) merancang sebuah alat pembersih gabah berkapasitas 127,07 kg/jam dengan sumber tenaganya menggunakan kipas listrik. Prinsip kerja alat ini yaitu produk diberi hembusan udara yang akan memisahkan gabah bernas dan gabah hampa karena perbedaan berat dari masing-masing material tersebut. Penelitian ini menggunakan tiga variasi kecepatan udara, yaitu pada kecepatan putar motor listrik di 850 rpm, 670 rpm dan 1300 rpm. Windarta (2016) merancang alat sortasi dengan prinsip kerja yang sama tetapi melakukan modifikasi pada motor listrik menjadi motor bensin dengan kapasitas lebih besar sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja alat yang sebelumnya sebesar 127,07 kg/jam menjadi 600kg/jam. Dengan membandingkan hasil dari kinerja alat diatas, tingkat kebersihan dan keseragaman ukuran biji-bijian kurang optimal. Hal ini disebabkan pada kedua rancang bangun alat sortasi tersebut masih mengandalkan satu atribut yaitu aspek dari mesin dan belum mempertimbangankan aspek material yang digunakan untuk memisahkan gabah bernas dan gabah hampa. Selain itu pada penelitian tersebut hanya berfokus pada produktivitas persatuan waktunya saja, sehingga mengabaikan keefektifan dan efisiensi dari alat sortasi.

Berdasarkan literatur diatas, perlu dilakukan upaya untuk peningkatan efektifitas dan efisiensi pada alat sortasi mekanis adalah melalui perancangan dan optimasi pada sistem pneumatic (*suction channel).* Adapun untuk mendapatkan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

hasil yang optimal maka perlu juga diamati faktor-faktor yang berpengaruh terhadap hasil pembersihan dan sortasi bahan. Untuk itu pada penelitian juga mempelajari pengaruh kecepatan udara, kelembapan bahan dan juga *feeding rate* terhadap indeks kebersihan dan efisiensi separasi. Melalui penelitian ini diharapkan akan diperoleh sebuah analisis pengaruh *set up* dari alat mesin *pneumatic separator* untuk meningkatkan indeks kebersihan produk biji-bijian hasil pertaninan dan meningkatkan keseragaman ukuran produk dalam satu proses yang berkesinambungan. Sehingga, pengembangan rancangan alat separator kedepannya dapat mengacu tidak hanya pada aspek mesin, tapi juga mengacu pada aspek material yang menjadi objek separasi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian dilakukan atas dasar beberapa masalah yang dirumuskan meliputi :

1. Bagaimana rancangan mesin separator tipe *pneumatic* untuk dapat meningkatkan indeks separasi produk biji-bijian ?
2. Bagaimana pengaruh dari faktor kecepatan udara, kadar air bahan dan debit pengumpanan bahan pada efiensi separasi alat *pneumatic separator*?
3. Bagaimana setup parameter yang optimal mesin *pneumatic separator* berdasarkan efisien dan loses separasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian adalah untuk merancanga alat separator dengan untuk meningkatkan keseragaman biji-bijian dan indeks kebersihan produk. Secara khusus, penelitian bertujuan untuk:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Merancang model prototipe alat *pneumatik separator* untuk meningkatkan indeks kebersihan padi untuk pembersihan awal (*precleaning*)
2. Menganalisis pengaruh faktor kecepatan udara, kadar air bahan dan debit pengumpanan terhadap parameter efisiensi separasi dan loses pada proses separasi menggunakan mesin *pneumatik separator*
3. Menentukan setup parameter optimal alat *pneumatik separator* berdasarkan tingkat efisiensi separasi dan tingkat kehilangan separasi.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Setup parameter optimal didasarkan hanya pada efisiensi dan loses proses separasi pada alat *pneumatic separator* .
2. Parameter yang dianalisis terbatas pada analisis anova untuk faktor: *feeding rate,* kadar air dan keceptan udara pada parameter efisien separasi dan loses separasi.
3. Bahan yang digunakan terbatas pada padi dengan karakterisitik gabah varietas Situ Bagendit dari Balai Pengembangan Perbenihan dan Pengawasan Mutu Benih Tanaman Pertanian Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Pengaruh lingkungan seperti RH, kecepatan angin dan suhu ruang dalam penelitian ini diabaikan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan keuntungan bagi semua pihak meliputi (dari sisi teknis dan sisi ekonomis). Sebagai bahan informasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya, terutama yang berkaitan dengan masalah efisiensi pada alat separator.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Gabah

Gabah merupakan komoditas hasil produksi padi yang menjadi bahan pangan pokok masyarakat di Indonesia (Harini, 2013). Sedangkan, tanaman padi merupakan tanaman yang memiliki Family dari *Graminae*. Tanaman padi diklasifikasikan dari Kingdom *Plantae* (tumbuh-tumbuhan), Divisio *Spermatophyta*, Subdivisio *Angiospermae*, Class *Monokotil* (monocotyledoneae), Ordo *Glumiflorae* (poales), Familia *Gramineae* (poaceae), Subfamilia *Oryzoideae*, Genus : *Oryza*, Spesies *Oryza sativa L*. Pada tanaman padi, terdapat 25 Spesies Oryza, adapun species yang terkenal adalah Oryza sativa dengan dua species yaitu yaponica (padi bulu yang ditanam di daerah subtropis) dan indica (padi cere yang ditanam di Indonesia). Budidaya padi dibedakan menjadi dua yaitu padi gogo (dilahan kering dan tidak digenangi air) dan padi sawah (padi yang selalu digenangi air) (Nasution, 2013). Di Indonesia sendiri budidaya padi yang paling banyak digunakan adalah tipe padi sawah karena perawatan yang mudah dan rentang waktu pemanenan yang lebih singkat daripada padi gogo.

Struktur fisik gabah umumnya memiliki bentuk oval memanjang, berwarna kuning kecokelatan dan memiliki tekstur kasar (Prasetyo, 2003). Stuktur gabah terdiri dari tiga bagian yaitu kulit biji, butir biji dan lembaga. Gabah tersusun dari 15-30% kulit luar (sekam), 4-5% kulit ari, 12-14% katul, 65-67% endosperm dan 2-3% lembaga (Koswara, 2009). Kulit padi terdiri atas *hull* yang merupakan kulit bagian terluar dan bran (bekatul) yang merupakan kulit bagian

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dalam atau selaput biji (Andoko,2005). Adapun untuk mendapatkan gabah dengan kualitas yang baik, adalah dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada kerusakan biji-bijian gabah. Menurut (Apriliani, 2016) Faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan biji gabah antara lain adalah keadaan biji, lama penyimpanan, faktor biologis dan oksigen. Detail parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas gabah dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Standar Mutu Gabah

Komponen mutu	Kualitas		
	I	II	III
Kadar air (% maksimum)	14	14	14
Gabah hampa (% maksimum)	1	2	3
Butir rusak + Butir kuning (% maksimum)	2	5	7
Butir mengapung + Gabah muda (% maksimum)	1	5	6
Butir merah (% maksimum)	1	2	4
Benda asing (% maksimum)	-	0,5	1
Varietas lain (% maksimum)	2	5	6

Sumber: SNI 01-0224-1987

Biji tanaman padi yang baru saja dipanen dan telah dilepas dari tangkainya (batang padi) dengan cara dirontokkan biasa disebut dengan gabah kering panen (GKP). Gabah yang sudah dipanen masih memiliki kontaminan-kontaminan yang tidak diinginkan yaitu gabah hampa, batang atau daun, butir rusak, benda asing dan juga varietas gabah lain. Hal ini mengakibatkan rendemen gabah rendah dan juga penurunan mutu gabah. Jumlah kontaminan dan kadar air dalam gabah berpengaruh terhadap harga gabah dan beras ditingkat petani (Supriatna, 2003). Artinya, diperlukan upaya untuk memperoleh kondisi gabah yang sesuai dengan standar mutu gabah (SNI 01-0224-1987) dari pemerintah. Untuk meningkatkan mutu dan rendemen gabah secara signifikan, separasi dan sortasi menjadi komponen yang sangat diperlukan. Tanpa menggunakan proses separasi, nilai

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

rendemen gabah kering giling (GKG) akan rendah sehingga beras yang dihasilkan juga kurang optimal. Selain meningkatkan nilai rendemen dan mutu gabah, proses separasi juga dapat memudahkan proses penyimpanan dan memudahkan proses selanjutnya.

2. 2. Separasi Produk Biji-bijian

Separasi merupakan proses pemisahan dua fasa atau lebih dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan kecepatan fluida, serta bergantung pada besarnya densitas bahan yang dipisahkan (Kelik dkk, 2003). Separasi adalah salah satu proses pengolahan bahan yang dilakukan di dalam industry, tidak terkecuali industry dengan komoditas pertanian seperti biji-bijian (Bulgakov et al., 2020). Proses separasi juga digunakan sebagai proses pengolahan bahan terutama pada bahan pangan. Pemisahan miliki peranan penting dalam proses pengolahan bahan pangan mulai dari kegiatan pemanenan, pasca panen, pengolahan bahan baku, sampai dengan proses pembuatan suatu produk juga memerlukan suatu proses separasi. Proses separasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan suatu bahan tertentu dari suatu campuran. Wiraatmadja (1981) menyatakan bahwa teknik untuk pemisahan komponen-komponen pada suatu campuran dapat dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama meliputi metode-metode operasi difusional yang melibatkan perubahan fasa atau pemindahan bahan dari satu fasa ke fasa lainnya. Jenis kedua meliputi metode-metode yang disebut pemisahan mekanis yang biasanya berguna untuk pemisahan partikel padat atau bahan cair tetes. Pemisahan secara mekanis digunakan untuk campuran yang heterogen (terlihat batas pemisahannya), terutama pada partikel yang berukuran lebih besar dari 1 mm.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Metode dalam pemisahan mekanis ini dapat dilakukan antara lain dengan proses pengayakan, penyaringan, pengendapan dan sentrifusi (Sediawan, 2000).

Berdasarkan ukurannya partikel yang akan dipisahkan dibagi menjadi 2 yaitu, untuk bahan padatan/ukurannya lebih dari 0.1 mm campuran menggunakan metode penyaringan dan sentrifusi. Kegiatan penyaringan dapat dilakukan dengan menggunakan ayakan yang disesuaikan dengan ukuran bahan yang akan dipisahkan. Komponen bahan yang lebih kecil dari ukuran lubang ayakan akan jatuh akibat gaya gravitasi sehingga akan terpisah dengan komponen yang memiliki ukuran lebih besar. Metode ini akan lebih cepat dilakukan apabila dibantu dengan gaya getar/goyang pada ayakan, baik secara mekanik maupun elektris (Kharitonov dkk., 2019). Prinsip kerja dari metode penyaringan adalah pada perbedaan ukuran komponen-komponen dalam campuran. Sedangkan untuk metode sentrifusi merupakan metode pemisahan yang menggunakan prinsip perbedaan massa bahan, densitas bahan dan juga ukuran bahan (Badretdinov dkk., 2019). Proses pemisahan dengan metode ini juga memerlukan aliran udara sebagai alat pemisahan campuran bahan tersebut. Kombinasi dari perbedaan faktor-faktor tadi akan disesuaikan dengan kecepatan aliran udara yang dihembuskan pada campuran bahan. Sehingga komponen yang tidak dinginkan di dalam campuran bahan akan ditiup/dihisap untuk dihilangkan dari produk gabah.

Salah satu proses separasi pada bidang pertanian adalah separasi pada biji-bijian hasil pemanenan. Seringkali biji-bijian hasil pemanenan masih memiliki pengotor-pengotor yang akan mempengaruhi kualitas dan rendemen produk hasil panen. Adapun yang termasuk pada golongan pengotor pada hasil panen biji-

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bijian adalah debu, daun/batang sisa pemanenan, kerikil, biji tidak isi, biji pecah kulit, dll. Untuk itu diperlukan proses separasi sehingga biji-bijian hasil pemanenan memiliki kualitas yang baik, salah satunya memiliki keseragaman ukuran dan juga tingkat kebersihannya. Proses separasi pada biji-bijian yaitu pada tamanan padi, jagung, kedelai, dll. Pada tanaman padi sendiri, proses separasi biasanya dilakukan sebelum atau sesudah proses pengilingan. Separasi yang dilakukan sebelum proses pengilingan biasanya disebut pembersihan awal (*precleaning),* sedangkan separasi yang dilakukan setelah pengilingan adalah cleaning/*paddy separator* (Rofarsyam, 2008)

Secara umum, proses separasi dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu separasi alami dan separasi buatan/mekanis. separasi alami pada umumnya dilakukan oleh petani menggunakan wadah untuk menjatuhkan gabah kering panen (GKP) pada ketinggian tertentu sehingga gabah dan kontaminan akan terpisah dengan tenaga udara. Metode separasi dengan tenaga udara alami banyak digunakan karena metodenya yang sederhana dan tidak memakan banyak biaya, namun proses separasi jenis ini masih memiliki banyak kerugian diantaranya adalah kebersihan yang tidak terjamin dan waktu separasinya cenderung lama karena sesuai kondisi angin ditempat tersebut (Mudjisihono, 1986) Selain itu terdapat batasan dalam proses pemisahannya, yaitu seperti arah udara yang tidak bisa ditebak, kecepatan dan kontinunitasnya, serta tingkat pemisahan yang kurang tepat/optimal (Winaya, 2016).

Metode separasi buatan biasanya menggunakan energi yang lebih banyak, tetapi metode separasi ini dapat menghasilkan gabah dengan mutu yang lebih

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

baik. Mutu gabah yang dibersihkan dengan separasi buatan dapat lebih baik karena proses seprasi dilakukan dengan kecepatan udara dan frekuensi getaran yang dapat diatur dan disesuaikan (Umar, 2014). Pemisahan biji-bijian yang baik dari kontaminannya akan membantu pada saat peningkatan mutu, memudahkan penyimpanan biji-bijian dan pemprosesan.

2. 3. Pembersihan Awal (*Precleaning)*

Pembersihan awal (*precleaning)* merupakan alat untuk membersihkan gabah berkualitas (bernas) dari gabah hampa, kotoran, debu, sekam dan benda-benda asing lainnya yang terikut selama pengeringan. Proses ini dilakukan untuk mendapatkan gabah yang bersih dari pengotor, sehingga gabah yang akan digiling merupakan gabah yang bernas saja. HaI ini selain akan meningkatkan rendemen dan kualitas beras giling juga akan meningkatkan efisiensi penggunaan mesin penggiling dan juga menambah nilai jual dari beras (Chernyakov, 2021). Prinsip pembersihan ini adalah memisahkan gabah bernas dari gabah hampa maupun kotoran lainnya berdasarkan perbedaan berat atau perbedaan ukuran. Berdasarkan ukurannya, benda asing pada gabah kering dapat digolongkan dalam tiga golongan yaitu benda asing yang berukuran sama, lebih besar dan lebih kecil dari ukuran gabah. Benda asing yang berukuran besar diantaranya adalah jerami, gumpalan tanah, butiran batu, benang karung, dan terkadang benda logam. Benda asing yang berukuran kecil antara lain adalah debu, pasir, serangga, atau batuan kecil. Sedangkan benda asing yang berukuran hampir sama dengan gabah hampa, batu, dan logam. Pemisahan benda asing yang ringan seperti debu dapat dilakukan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

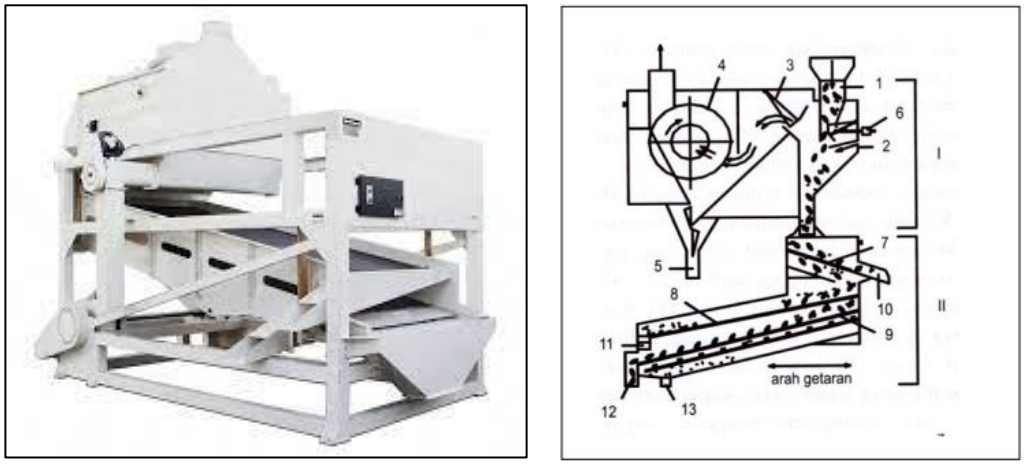
dengan isapan udara atau dengan ayakan. Sedangkan benda asing yang berat seperti batu dapat dipisahkan dengan prinsip gravitasi.

Mekanisme kerja precleaner adalah dengan memisahkan benda-benda asing maupun gabah hampa yang memiliki ukuran atau berat jenis yang berbeda dengan gabah. Pada tahap awal pengotor yang ringan diisap dengan blower/*suction channel* dan kemudian dikeluarkan melalui siklon, sedangkan pengotor yang berukuran besar dan berat akan dipisahkan dengan ayakan atau berdasarkan perbedaan berat untuk selanjutnya ditampung di dalam suatu tempat penampungan terpisah. Tahapan proses pembersihan awal secara umum adalah sebagai berikut, gabah masuk precleaner akan terlebih dahulu masuk ke dalam hooper. Hooper merupakan penampung sementara biji gabah untuk selanjut dimasukkan dengan membuka sekat pengatur masukan bahan. Aliran pemasukan gabah umumnya diatur oleh suatu rol yang membuat aliran gabah merata dan lancar. Pada beberapa tipe precleaner digunakan kipas pengisap (aspirator) untuk memisahkan debu dan kotoran ringan sebelum aliran gabah diayak. Bagian aspirator umumnya dilengkapi dengan tuas pengatur aliran udara dan siklon untuk memudahkan proses pembuangan debu dan kotoran yang diisap (Giyevskiy,2018)

Aliran gabah selanjutnya masuk ke ayakan pertama yang memiliki ukuran lubang yang lebih besar daripada ukuran gabah. Pada ayakan ini kotoran (seperti tangkai padi, tali, dan benda lain) yang memiliki ukuran lebih besar daripada lubang ayakan akan tertahan, sedangkan gabah dan kotoran lain (seperti pasir, debu dan bendalain) yang sama atau lebih kecil dari gabah akan lolos pada ayakan ini. Gabah beserta kotoran yang tersisa yang melewati ayakan pertama akan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

masuk ke ayakan kedua. Ayakan kedua memiliki lubang lebih kecil daripada ukuran gabah sehingga akan menahan gabah dan meloloskan kotoran-kotoran yang kecil ke suatu penampung di bawah ayakan. Gabah bersih akan ditampung dalam suatu wadah yang lain. Ayakan datar bergetar sering disebut *oscillating sieve* atau *oscillating screen* sedangkan ayakan berupa drum disebut *rotating drum cleaner*. Pada beberapa tipa precleaner juga dapat ditemukan magnet atau elektromagnet untuk memisahkan butiran-butiran logam dan batu-batu keciI dalam gabah yang dipasang pada saluran pemasukan gabah. Selain juga terdapat perangkat yang digunakan untuk memisahkan gabah dari batu kerikil yang dinamakan *destoner.*



(a) Mesin Precleaner (b) Skema Kerja

Sumber : *https://smartbisnis.co.id*

Gambar 2. 1 Mesin Precleaning

2. 4. Mesin Pneumtik Separator

Mesin pneumatik separator merupakan alat yang digunakan untuk membersihkan biji padi setelah proses pemanenan. Pemisahan pneumatic merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan untuk proses pembersihan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

campuran benih atau biji (Panasiewicz dkk., 2020). Proses pembersihan padi ini dapat dilakukan sebelum atau sesudah proses pengeringan. Apabila pemanenan padi dilakukan dengan mesin *Combine Harvester,* teknologi pembersihan padi tidak diperlukan lagi karena *output* dari mesin *combine harvester* telah menghasilkan padi yang bersih dari kontaminannya. Tetapi apabila pemanenan padi dilakukan secara tradisional atau semi mekanis, yaitu menggunakan alat gebot atau mesin *thresher.* Maka proses pembersihan biji padi dengan mesin preclening perlu dilakukan untuk memperoleh gabah yang bersih dari kontaminan.

Mesin *pneumatic separator* dirancang untuk melakukan kerja proses separasi dengan menfaatkan aliran angin buatan (*artificial wind)* secara laminar dengan bagian utama berupa *blower tipe centrifugal.* Mesin *pneumatic separator* memiliki ragam jenisnya, antara lain *winnower, separator, aspirator dan grain greader* (Crepon, 2020*).* Beragam jenis mesin tadi merupakan alat atau perangkat yang dipakai untuk memisahkan produk padi dari kontaminan pengotor ringan yang terikut (jerami, butir hampa, debu dan benda-benda ringan lainnya), alat-alat tadi memiliki prinsip pemisahan yang berlangsung secara gravitasi berdasarkan atas bobot bahan dan ukuran bahan. Material-material yang memiliki ukuran kecil dan juga bobot ringan akan diterbangkan menjauh dari pusat hembusan udara, sedangkan material-material dengan bobot relative lebih berat dan ukuran yang lebih besar akan jatuh vertical ke bawah.

Salah satu metode yang seringkali digunakan dalam proses sortasi, pembersihan, dan juga pemisahan terhadap beranekaragam campuran biji-bijian pada komoditas pertanian adalah dengan pemisahan pneumatik. Dalam proses

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pemisahan dengan metode pneumatik, sifat-sifat aerodinamik pada partikel merupakan komponen penting agar produk utama dapat terpisahkan dengan kontaminannya. Kemampuan aliran udara untuk menerbangkan/mengangkat material-material kontaminan dapat disebut dengan *critical velocity/lift velocity.*

Pada mesin pneumatik separator juga mempunyai 2 tipe, yaitu tipe hembusan dan isapan. Perbedaan dari kedua tipe tersebut adalah motor yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara separasi. Pada mesin pneumatik separator tipe hembus aliran udara dihasilkan melalui *blower centrifuge*, sedangkan pneumatik separator tipe hisap menggunakan *fan aspiration.* Prinsip kerja pada kedua tipe tersebut hampir sama, yaitu gabah yang dijatuhkan dari hooper akan turun secara grafitasi untuk kemudian kontaminan yang berukuran kecil akan diterbangkan ataupun dihisap untuk dibuang keluar. Perbedaan dari kedua tipe tersebut, pada mesin pneumatik separator tipe hisap proses pemisahannya berlangsung secara tertutup dan juga pada saluran pembuangan kontaminannya dapat diintegrasikan dengan alat yang disebut siklon (*cyclone*). Fungsi dari siklon adalah untuk memisahkan partikel-partikel pengotor dengan udara. Hal ini bertujuan agar partikel-partikel pengotor dapat ditampung, sehingga udara yang dikeluarkan akan bebas dari kontaminan agar tidak mencemari lingkungan. Separasi tipe hisap ini akan lebih efektif dibandingkan dengan separasi tipe hembus. Hal ini dikarenakan keseluruhan proses pembersihan berada dalam rungan tertutup dan tidak terpengaruh oleh faktor-faktor yang berasal dari luar mesin (Saitov dkk., 2018).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Mekanisme kerja mesin *pneumatic separator* adalah dengan memasukkan gabah kotor ke dalam bak penampungan. Selanjutnya membuka pengatur debit pengumpanan dengan disesuaikan pada kinerja mesin separator. Gabah yang turun secara gravitasi akan masuk ke ruang pemisahan, putaran *suction fan* akan menghasilkan aliran udara laminar di dalam ruang pemisahan, akibat adanya hisapan udara, material-material pengotor yang massa jenisnya ringan dan juga berukuran kecil akan terhisap. Sedangkan gabah yang massanya relative lebih besar akan tetap jatuh ke bawah untuk proses pembersihan lebih lanjut dengan menggunkan *sieve oscilation (*ayakan getar). Material-material pengotor yang berukuran besar dan lebih berat dari massa jenis debu seperti halnya gabah hampa dan muda akan dipisahkan dengan menggunakan ayakan getar. Sistem ini miliki 2 level ukuran ayakan, yaitu untuk ayakan level pertama memiliki ukuran lubang sebesar 6mm dan dapat menahan kotoran berukuran besar untuk kemudian dibuang pada corong pengeluaran. Sedangkan untuk gabah dan kotoran berukuran kecil lolos dari ayakan pertama dan akan jatuh pada ayakan kedua. Untuk ayakan kedua memiliki ukuran kecil yaitu 4 mm yang dapat menahan gabah dan meloloskan pasir atau debu. Gabah dikeluarkan melalui corong pengeluaran gabah. Gabah bernas akan keluar melalui lubang output pada ayakan kedua ini. Sedangkan pasir, debu atau kotoran kecil lainnya dikeluarkan melalui corong pengeluarannya.

Pada penelitian terdahulu, para peneliti telah melakukan berbagai penelitian dengan topik analisis efisiensi mesin *pneumatic separator* dan parameter produktivitas kerja proses separasi. Dalam hal ini, penelitian terdahulu

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dapat membantu dalam mencermati masalah yang akan diteliti dengan mempertimbangkan dan membandingkannya dengan penelitian sebelumnya. Berikut beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini :

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	Penulis	Judul	Rancang Alat	Hasil
1	Windarta1*, Efrizal Amami. 2016	Rancang Bangun Mesin Pemisah Padi Isi Dengan Padi Kosong Kapasitas 10 Kg/Menit	Winnower (gabah)	Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan mesin pemisah padi, mampu memisahkan padi isi dengan padi kosong sebanyak 100 kg dengan membutuhkan waktu 10 menit atau rata-rata tiap menitnya sebesar 10 kg dan kapasitas rata-rata sebesar 600 kg/jam
2	A. Musawwirul Munir Syasmar1), Lahming[2]) , Jamaluddin P[3]). 2019	Modifikasi Alat Sortasi Gabah (Orizae Sativa L) Modification Of Grain Sorting Tools (Orizae Sativa L)	Winnower (gabah)	Hasil uji coba alat sortasi gabah berisi dan gabah hampa dengan 30 kg gabah yang dibagi dalam 3 percobaan masing-masing 10 kg tiap percobaan. Anaslisi yang dilakukan menunjukkan rata-rata sampel gabah 10 kg gabah menghasilkan rata-rata gabah berisi 9,2 kg dan gabah hampa 0,8 kg dengan waktu 166 detik dan kapasitas rata-rata 199,51 kg/jam,
3	Yadi Sudirman1, Sri Waluyo2, Warji3. 2014	Uji Kinerja Prototipe Alat Pembersih Gabah [Testing Of Mechanical Separation Equipment Grain Prototype]	Winnower (gabah)	Alat pembersih gabah ini menggunakan 3 kecepatan putar kipas listrik yaitu 850 rpm, 1.070 rpm dan 1.300 rpm dan perbedaan kecepatan putar tidak berpengaruh signifikan terhadap kapasitas kerja alat. Sedangkan untuk hasil paling optimal pada kecepatan putar pada alat pembersih gabah ini adalah 1.070 rpm, yaitu rata-rata sebesar 96,06% gabah bernas yang terpisah baik dengan gabah hampa dan memiliki rata-rata waktu 28,33 detik. Alat pembersih gabah ini memiliki kapasitas kerja sebesar 127,07 kg gabah/jam
4	K. J.Simonyan 1 and Y. D. Yiljep2 (2008)	Investigating Grain Separation and Cleaning Efficiency Distribution of a Conventional Stationary Rasp-bar Sorghum Thresher	Grain Thresher dengan system Pneumatic dan ayakan mekanis (sorgum)	Pengaruh laju umpan, kecepatan udara, dan frekuensi osilasi saringan pada nilai efisiensi pembersihan sorgum telah dieksplorasi. Pemisahan butir di sepanjang ayakan dapat dibagi menjadi tiga bagian: bagian naik, bagian puncak dan bagian menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi pembersihan menurun dengan meningkatnya frekuensi osilasi saringan dan laju umpan masing-masing. Kehilangan pembersihan meningkat dengan meningkatnya frekuensi osilasi saringan, laju umpan dan kecepatan udara.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	Penulis	Judul	Rancangan Alat	Hasil
5	K.J. Simonyan1, Y. D. Yiljep2 and O. J. Mudiare3 (2006)	Modeling the Grain Cleaning Process of a Stationary Sorghum Thresher	Prototype Grain Thresher (sorgum)	Dalam penelitian bertujuan unutk menganalisis pengaruh fakotr terhadap efisiensi separasi. Untukpengaruh kecepatan udara yaitu penurunan efisiensi pembersihan dengan meningkatnya kecepatan udara. Saat kecepatan udara 4,67 m/s, efisiensi pembersihan adalah 96,4% dan 94,4% saat kecepatan udara 7,33 m/s. Terjadi peningkatan efisiensi pembersihan awal dengan meningkatnya feed rate hingga diperoleh nilai maksimum 96,5% pada 9,58kg/s. Sedangkan pengaruh kadar air terhadap efisiensi separasi yaitu efisiensi pembersihan menurun dengan meningkatnya kadar air biji-bijian. Efisiensi pembersihan masing-masing adalah 96% pada 7,63 % wb dan 94,4% pada kadar air 10,37 % wb
6.	Ildar Badretdinov*, Salavat Mudarisov, Marat Tuktarov, Elizabeth Dick, (2019)	Mathematical Modeling Of The Grain Material Separation In The Pneumatic System Of The Grain-Cleaning Machine	Pemisahan tumpukan biji-bijian dengan menggunakan system pneumatic (Wheat Omskaya-36" variety)	Pada penelitian dilakukan pada mesin pembersih biji-bijian berkinerja tinggi untuk pembersihan awal tumpukan biji-bijian dengan sistem aspirasi tertutup. kebersihan biji-bijian adalah 93,7%, dan loses = 0,017%. Desain matematis yang optimal adalah pada kecepatan rata-rata aliran udara di saluran pemisah adalah U = 7,12 m/s, koefisien variasinya pada lebar saluran pemisah adalah v = 12,7%.
7.	M. harekhani , M. Kashaninejad , A. Daraei Garmakhany , A. Ranjbari (2013)	Physical and aerodynamic properties of paddy and white rice as a function of moisture content	Mendesain perangkat yang digunakan untuk pemrosesan, pengangkutan, penyortiran, pemisahan, dan penyimpanan (Padi dan beras varietas Tarom dan Fajr	Pada semua kondisi level kadar air, kecepatan terminal padi dan nasi putih terbesar untuk varietas padi Tarom (6,55-6,76 m/s) dan terendah untuk varietas padi Fajr (6,15-6,65 m/s). Drag koefisien padi dan nasi putih menurun dengan peningkatan kadar air untuk dua varietas. Drag koefisien butir beras putih menurun secara linier dan koefisien drag sawah menunjukkan tren kuadrat untuk dua varietas ketika kadar air meningkat.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. 5. Faktor dan Parameter Proses Separasi

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan setup parameter optimal alat *pneumatic separator* . Untuk itu dibutuhkan analisis untuk melihat pengaruh faktor-faktor independen terhadap efisiensi separasi dan kehilangan produk. Sehingga didapatkan kondisi dimana setup parameter kerja mesin dapat diprediksi dan layak/tepat untuk proses separasi. Kondisi tersebut dapat dihasilkan dengan mengatur atau mengendalikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil proses separasi. Faktor-faktor inilah yang nanti akan dijadikan acuan untuk mengoptimalkan parameter proses dari mesin pneumatik separator. Dalam penelitian ini, faktor-faktor yang akan diamati adalah kecepatan udara separasi, debit pengumpanan bahan (*feeding rate),* dan tingkat kelembapan dari bahan.

Material yang tidak diinginkan seperti debu, kerikil, daun/batang sisa pemanenan, sekam dapat dipisahkan dengan aliran udara. Proses ini dapat dilakukan secara tradisional dengan memanfaatkan hembusan udara. Yaitu dengan menjatuhkan produk dari ketinggian tertentu sehingga kontaminan yang ringan akan terhembus kesamping dan produk akan jatuh ke bawah karena gaya gravitasi. Cara pembersihan padi semacam ini sangat sederhana dan mudah, akan tetapi kurang efektif dan efisien (Simonyan, 2008)

Cara yang lebih efektif dan efisien adalah dengan membuat hembusan angin buatan (*artificial wind*) (Rouzegar, 2013). Aliran angin sebaiknya bersifat laminer bukan angin turbulen. Aliran angin laminer adalah aliran angin yang bergerak kearah maju secara sejajar, sedangkan aliran angin turbulen bergerak kearah maju secara berputar. Proses pembersihan berbasis pneumatik separator

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

juga harus digunakan dengan tepat (*properly).* Apabila sistem ini tidak dijalankan dengan tepat dapat menyebabkan masalah-masalah pada proses separasi. Setup dari kecepatan aliran udara harus memiliki pengaruh paling besar pada proses separasi. Apabila kecepatan aliran udara rendah, kemungkinan kontaminan yang akan terpisah dari produk sedikit. Sedangkan jika kecepatan aliran udara tinggi, kemungkinan produk akan ikut terbuang bersama kontaminan juga tinggi sehingga mengakibatan *losses* bertambah besar (Khoshtaghaza, 2006).

Kemampuan aliran udara memisahkan kontaminan dari produk utama dapat dilakukan apabila kecepatan aliran udara pada kondisi fluidisasi minimum. Kondisi fluidisasi dapat dicapai dengan mengatur kecepatan aliran udara lebih besar dari nilai kecepatan fluidisasi minimum. Saat kecepatan aliran udara mencapai kondisi minimum, tekanan statis dari udara separasi akan meningkat sehingga bahan yang dipisahkan dapat terangkat untuk kemudian dapat dikeluarkan (Widayati, 2010). Kecepatan maksimal yang dapat dicapai dalam kondisi tertentu dalam proses fluidisasi disebut kecepatan terminal (*terminal velocity).* Kondisi ini tercipta karena semakin tingginya nilai percepatan gerak bahan disertaia dengan gaya seret (*drag force)* yang meningkat dan semakin lama nilai percepatan akan semakin berkurang mendekati 0. Rentang nilai dari kecepatan fluidisasi minimum dengan nilai kecepatan terminal ini akan digunakan sebagi acuan dalam penentuan variasi kecepatan udara separasi pada *suction channel.* Variasi kecepatan udara yang digunakan untuk proses fluidisasi adalah lebih tingi dari kecepatan fluidisasi minimum dan juga lebih rendah dari kecepatan terminalnya. Hal ini dikarenakan apabila kecepatan udara separsi di

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bawah nilai fluidisasi minimum gabah, maka material yang ingin dipisahkan dari produk gabah tidak akan terhisap keluar. (Xu dkk., 2019)

Feeding rate merupakan debit pengumpanan bahan yang akan diproses dalam mesin pneumatik separator. Nilai pada *feeding rate* dapat berpengaruh pada nilai efisiensi alat dan produktivitas alat. Hal ini diakibatkan *feeding rate* kapasitas kerja alat dalam satuan waktu. Apabila *feeding rate* diatur besar, maka nilai kapasitas kerja alat persatuan waktunya juga akan tinggi, sehingga nilai produktivitasnya juga akan tinggi. Sedangkan nilai *feeding rate* akan berpengaruh sebaliknya terhadap nilai efisiensi kerja alat. Hal ini dikarenakan pada debit pengumpanan tinggi akan mengakibatkan pemisahan aerodinamik gabah dari jerami dan sekam akan terhambat (Rogovskii, 2020). Sehingga proses pembersihan biji padi tidak optimal dan efisiensi pembersihan yang rendah.

Kadar air pada bahan akan berpengaruh terhadap massa dan ukuran bahan. Selain itu, kadar air juga akan mempengaruhi *characteristic properties* dan juga *aerodynamic properties.* Sehingga kadar air pada bahan akan berpengaruh besar terhadap kerja proses separasi. Menurut Marian Panasiewicz (2012) Meningkatkan kadar air dari campuran akan mengakibatkan penurunan nyata dalam efektivitas proses pemisahan udara, terlepas dari tingkat pengurangan campuran dan kecepatan aliran udara. Untuk itu diperlukan analisis yang dapat mengidentifikasi pengaruh kadar air bahan terhadap proses separasi.

2. 6. Multi Objektif Optimasi

Salah satu permasalahan yang biasa ditemukan pada saat pengambilan keputusan adalah melakukan pemilihan kondisi beberapa variable input untuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

menghasilkan output (respon) yang optimum sesuai dengan harapan. Optimisasi yang paling mudah dan sederhana dapat dicapai melalui optimasi tunggal, yang berarti hanya ada satu respon yang ingin dioptimalkan. Tetapi faktanya, seringkali masalah optimasi yang ditemukan di lapangan adalah banyaknya permasalahan yang kompleks dengan optimisasi respon yang ingin ditingkatkan lebih dari satu (*multiple objective*). Multi objektif optimasi merupakan prosedur yang digunakan untuk mengetahui optimalisasi suatu masalah secara serentak pada beberapa respon sekaligus dengan cara simultan. Menurut Amiri & Kamiri (2008), optimasi *Multi-Objective* (juga dikenal sebagai program multi tujuan, optimasi vector, optimasi multikriteria, optimasi multiattribute dll) merupakan cara dalam cara pengambilan keputusan, yang berkaitan dengan masalah optimasi matematika yang melibatkan lebih dari satu fungsi tujuan yang akan dioptimalkan secara bersamaan. Salah metode yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi multi-objektif adalah dengan menggunakan rancangan percobaan dengan pendekatan *Respon Surface Methodology* (RSM).

Respon Surface Methodology (RSM) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi multi objek. RSM merupakan metode paling dasar yang pertama kali dikenalkan oleh Box dan Wilson. Sejak tahun 1951. RSM merupakan kumpulan teknik matematis dan statistika yang digunakan untuk pemodelan dan analisi masalah dalam menentukan respon terhadap beberapa variabel dan bertujuan untuk memperoleh respon yang optimal. Menurut Supriadi (2012), metode RSM merupakan suatu kumpulan dari teknik-teknik statistika dan matematika untuk merancang sebuah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

percobaan yang berguna untuk menganalisis pengaruh linier kuadratik dan interaksi faktor antar variabel yang ada serta mengoptimumkan respons tersebut dengan menggunkan jumlah data percobaan yang minim. Metode tersebut merupakan metode rancangan percobaan yang dapat digunakan unutk pengembangan, peningkatan dan optimasi proses.

Pada dasarnya metode RSM memiliki karakteristik utama yaitu suatu kesatuan yang komplit dalam desain statistika yang merupakan gabungan antara desain ekperimen, model regresi dan metode optimasi. Desain yang paling terkenal dan sering digunakan dalam penelitian adalah *Central Composite Design* (CCD) dan desain Box-Behnken. Pada penelitian ini menggunakan desain ekperimen Box-Behnken karena dapat memberikan jumlah pengambilan data yang lebih minimal daripada CCD. Kelebihan tersebut berupa desain percobaan lebih efisien dengan jumlah runs percobaan lebih sedikit, terutama saat menggunakan percobaan dengan 3 faktor atau 4 faktor. Optimasi model tunggal pada RSM dimulai dengan melakukan analisis orde pertama (model linier). Fungsi model linier ditujukkan pada persamaan (1):

$$y = \beta_0 + \sum_{i=l}^{k} \beta 1 x 1 \qquad (1)$$

Kesesuaian orde dapat dapat dilihat melalui signifikansi dari Lack of Fit (LOF). Pada orde pertama diharapkan untuk tolak H_0 atau LOF signifikan sehingga orde pertama tidak sesuai. Hal ini didasarakan pada model linier yang berbentuk garis lurus, tidak ada titik optimum yang dapat ditemukan. Tapi apabila orde 1 memiliki

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

nilai LOF yang signifikan, maka diperlukan dilakukan *steepest accent* untuk memperoleh level-level yang kemudian dilakukan percobaan ulang. Saat hasil telah sesuai harapan pada orde 1, maka didebittkan dengan mencari nilai orde 2 melalui persamaan berikut :

$$y = \beta_0 + \sum_{i=l}^{k} \beta ixi + \sum_{i=l}^{k} \beta ii\text{xi}^2 + \sum_{i<j}^{k} \beta ijxixj \qquad (2)$$

$$y = \beta_0 + x'b + x'B \qquad (3)$$

Pada model orde 2 ini memiliki LOF yang sesuai sehingga bisa untuk menemukan setup parameter yang tepat untuk menhasilkan respon yang optimal. Menurut Nurmaya dkk (2013) kondisi yang optimum dapat diperoleh dari membentuk turunan kedua $\frac{\partial y}{\partial x} = 0$, sedemikian sehingga persamaannya menjadi,

$$\frac{\partial y}{\partial x} = b + 2Bx = 0 \qquad (4)$$

Sehingga didapatkan variabel independent yang optimum dengan rumus $x_{s=} -\frac{1}{2}B^{-1}b$. berdasarkan persamaan (4), maka didapatkan respon optimum melalui $y_{s=} \beta o+\frac{1}{2}B^{-1}b$. Setelah ditemukan hasil optimasi maka dilakukan pengujian asumsi terhadap hasil persamaan pada masing-masing respon

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian diawali dengan penelitian pendahuluan yang dilakukan pada bulan Maret 2021-Mei 2021. Perancangan alat dilakukan pada bulan April 2021 – Mei 2021. Fakbrikasi alat dilakukan pada bulan Mei 2021- Juni 2021, bertempat di CV. Tunas Karya Sleman, DI Yogyakarta. Proses kalibrasi dan uji fungsional alat dilakukan untuk mengetahui variasi perlakuan yang akan digunakan pada penelitian ini. Proses kalibrasi dan uji fungsionalitas alat dilakukan sebelum uji ekperimental atau pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan pada bulan Juli 2021-Agustus 2021. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mesin dan Energi Pertaninan, Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

3. 2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan akan diuraikan seperti dibawah:

3.2.1 Alat Penelitian

a. Mesin *pneumatik separator*

Perancangan desain prototype mesin *pneumatic separator* dilakukan menggunakan sketsa gambar yang kemudian dibuat lebih rinci dengan menggunakan software SolidWork. Pada tahap perancangan ini dilakukan dengan acuan dari studi literature yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa persyaratan atau acuan untuk membuat mesin separasi dengan kapasitas sedang sehingga ukuran dimensi alat sebesar (110×80×60).

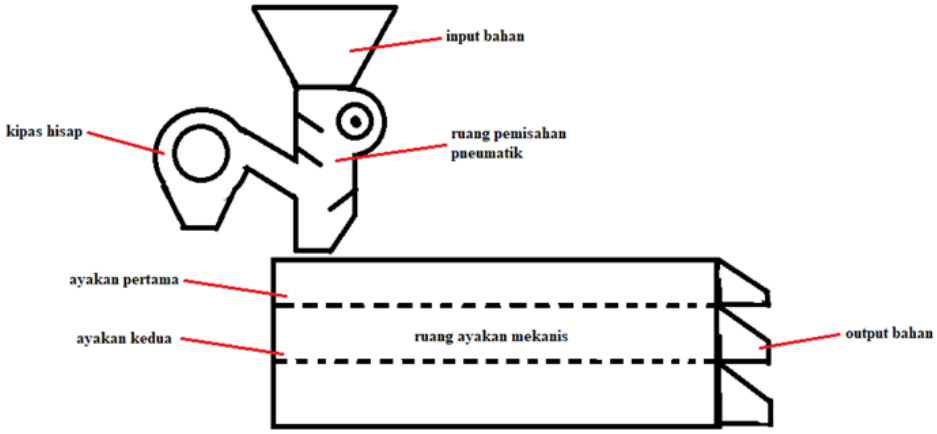
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Mesin *pneumatic separator* berfungsi sebagai alat *precleaning* untuk biji gabah pada saat sebelum proses pengeringan. Tujuannya perancangan mesin ini adalah untuk memisahkan kontaminan pengotor yaitu berupa batang/daun sisa pemanenan, gabah hampa, sekam, debu kerikil dll. Sehingga untuk mengakomodir hal tersebut alat ini dirancang memiliki 2 sistem pemisahan yaitu sistem pneumatic (dengan aliran udara) dan juga system ayakan mekanis. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya berfokus pada perancangan dan analisis terhadap system pneumatik atau mengunakan aliran udara sebagai cara pemisahan kontaminan dengan produk.

Prinsip kerja alat ini adalah tumpukan gabah yang dimasukkan melalui saluran input akan jatuh kebawah akibat gaya gravitasi. Pada saat tumpukan gabah berada di ruang pemisahan pneumatik, kontaminan pada gabah akan terhambat jatuh untuk selanjutnya akan terhisap oleh blower hisap. Hal ini dikarenakan aliran udara yang dihasilkan pada blower hisap sudah memehuni standar fluidasasi minimum untuk mengsedot kontaminan pengotor ringan tersebut. Prinsip pemisahan di ruang pemisahan pneumatik adalah dengan perbedaan densitas dan juga ukuran antara produk dan kontaminannya. Setelah melewati pemisahan pneumatik, gabah akan jatuh kebawah dan masuk ke ruang pemisahan dengan ayakan mekanis. Pada tahap pemisahan ini menggunakan 2 tingkatan ayakan. Ayakan pertama digunakan untuk memisahkan kontaminan berukuran besar yaitu batang/daun sisa pemanenan. Selanjutnya gabah akan turun ke ayakan kedua untuk pemisahan gabah dengan kontaminan yang memiliki ukuran lebih

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

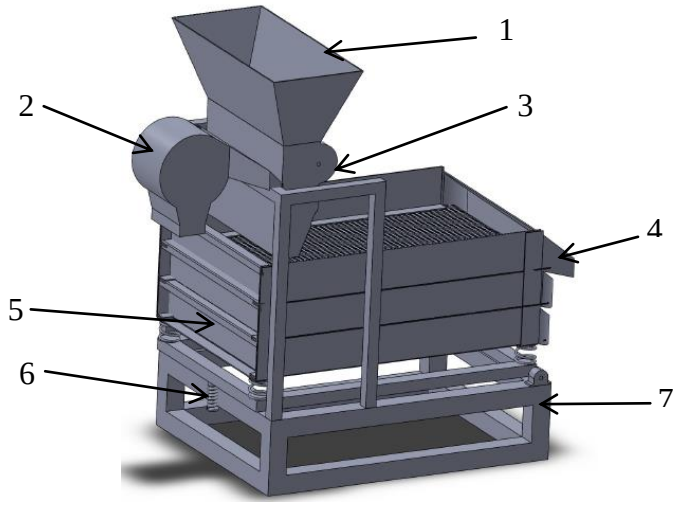
kecil. Setelah proses pemisahan tadi, produk gabah yang bersih akan keluar melewati lubang output yang kedua.



Gambar 3. 1 Skema mesin *pneumatic separator*

Pada mesin pneumatik separator ini mengunakan tenaga dari 2 motor listrik yang masing-masing berkekuatan 0.5 HP dan 1 HP. Mesin pneumatik separator dapat dilihat pada Gambar 3.1. Saluran hisap (suction fan) merupakan alat yang digunakan untuk menghisap kontaminan pengotor ringan berupa debu, lalu dihembuskan kerah luar. Kipas yang digunakan pada desain saluran hisap merupakan kipas buatan CV. Tunas Karya Jogjakarta dengan tipe langsung. Adapun kipas ini memiliki memiliki kecepatan maksimal sebesar 10 m/s pada saat rotasi 1400 RPM dengan tipe 3 phase. Bagian utama dari mesin *pneumatic separator* adalah sebagai berikut:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3. 2 Mesin Pneumatik Separator

1. Hooper, berfungsi sebagai tempat masuknya bahan biji-bijian untuk dilakukan proses separasi
2. Sekat pengatur bahan, berfungsi untuk mengatur input bahan yang akan masuk ke mesin (*feeding rate).* Komponen ini sangat penting karena dapat berpengaruh pada efisiensi alat dan produktivitas alat.
3. *Suction Channel,* berfungsi untuk memisahkan biji-bijian dengan kontaminan yang berukuran kecil dan ringan. Prinsip kerja komponen ini adalah mengunakan aliran udara yang disesuaikan dengan *critical velocity* dan *drag force* dari produk dan kontaminannya agar proses separasi berjalan dengan efektif dan efisien.
4. Lubang Output, pada mesin *pneumatic separator* ini memiliki 3 lubang output. Pada 3 lubang output tersebut yaitu lubang pertama yang digunakan untuk saluran keluar kontaminan berukuran besar sepertihalnya batang/daun sisa pemanenan, lubang output kedua digunakan sebagai saluran keluarnya produk gabah, sedangkan lubang output terakhir

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

digunakan sebagai saluran keluar kontaminan yang memiliki ukuran kecil seperti debu dan gabah pecah.

5. Ayakan, berfungsi untuk memisahkan biji-bijian dengan kontaminan yang berukuran besar. Mesin ini mengunakan 2 layer ayakan untuk memisahkan kontaminan. Ayakan yang pertama berukuran 6 mm sedangkan ayakan yang kedua berukuran 4 mm. Prinsip kerja komponen ini adalah *oscilasition screen,* yaitu memisahkan produk dengan kontaminan mengunakan getaran dari ayakan. Getaran akan membuat bahan yang ukurannya lebih kecil dari lubang ayakan akan jatuh kebawah.
6. Pengatur ketinggian ayakan, pada mesin *pneumatic separator* ini juga disediakan komponen yang digunakan untuk mengatur ketinggian ayakan. Hal ini dimaksudkan proses pemisahan dengan ayakan akan berjalan lebih efektif dan efisien apabila sudut kemiringan dapat sesuaikan tergantung produk yang akan diproses.
7. Kerangka alat, berfungsi untuk membentuk dan menyokong beban dari mesin *pneumatic separator*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

b. *Kabinet dryer*

Kabinet dryer merupakan alat yang digunakan untuk mengeringkan bahan untuk mendapatkan kadar air lebih kecil dari keadaan normalnya. Gabah akan ditaruh pada rak-rak dalam kabinet dryer yang sebelumnya sudah dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 45^0 C - 60^0C. Proses pengeringan berlangsung selama 3 jam untuk mendapatkan kadar air yang dinginkan.



Gambar 3. 3 *Kabinet drayer*

c). *Tachometer*

Tachometer berfungsi untuk mengukur kecepatan putar (RPM) dari motor listrik dan juga baling-baling pada *suction channel*. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan RPM yang dihasilkan motor dengan kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh baling-baling *suction channel.*



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 4 *Tachometer*

d). *Anemometer*

Anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh baling-baling di dalam *suction channel.* Tujuan untuk mengkalibrasi kecepatan aliran udara yang nantinya akan digunakan untuk setup pada alat inverter.



Gambar 3. 5 *Anemometer*

e). Timbangan

Timbangan berfungsi untuk menimbang sempel dan juga bahan yang sudah melewati proses separasi. Pada penelitian ini mengunakan dua jenis timbangan, yang pertama adalah timbangan duduk berkapasitas 5kg dan yang kedua adalah timbangan analitik. Timbangan duduk digunakan untuk menimbang sampel gabah sedangkan timbangan analitik digunakan untuk menimbang dedak yang digunakan sebagai kontaminan pengotor ringan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(a) Timbangan Duduk (b) Timbangan Analitik

Gambar 3. 6 Timbangan

f). Ember

Ember berfungsi untuk menampung bahan yang berupa gabah dan dedak. Selain itu juga untuk mencampurkan gabah dan dedak sampai tercampur merata.



Gambar 3. 7 Ember

g). Semprotan air

Semprotan air berfungsi untuk menambah tingkat kebasahan dari bahan sampai sampai kadar airnya lebih dari keadaan normalnya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3. 8 Semprotan air

h). Inverter

Inverter berfungsi untuk mengatur kecepatan putar (RPM) dari motor listrik. Alat ini diintegrasikan dengan motor listrik sehingga setup dari kecepatan motor listik dapat diatur pada panel inverter. Inverter ini sangat penting untuk mendapatkan setup kecepatan aliran udara pada *suction channel* agar proses separasi dapat berjalan dengan optimal.



Gambar 3. 9 Inverter

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas Situ Bagendit dari Balai Pengembangan Perbenihan dan Pengawasan Mutu Benih Tanaman Pertanian Daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam satu kali percobaan,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

sampel menggunakan benih padi sebagai produk dan bekatul yang sudah diayak sebagai kontaminan ukuran kecil. Komposisi dari sampel tersebut mengandung campuran benih padi sebesar 4.500 g dan material bekatul seberat 500 g. Benih padi yang digunakan pada penelitian ini disiap dalam 3 perbedaan kadar air, yaitu kadar air 8 %, 6 % dan 12 %. Untuk mendapatkan 3 kondisi bahan yang berbeda, sampel pertama mengunakan benih padi pada kondisi normal (6% wb), sampel kedua mengunakan benih padi yang telah dikeringkan dalam *cabinet dryer* selama 3 jam pada suhu 45^0C (untuk mendapatkan kadar air rendah, 8% wb), sampel ketiga mengunakan benih padi yang telah disemprot dengan air terlebih dahulu dan selanjutnya diangin-anginkan selama 30 menit untuk mendapatkan kadar air tinggi (12 % wb).

3. 3. Prosedur Penelitian

Proses penelitian terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk melakukan formulasi rancangan penelitian. Penelitian utama dilakukan setelah rancangan penelitian sudah dipastikan formulanya.

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan studi literatur untuk mengetahui permasalahan yang akan dijadikan topik penelitian. Studi literatur bertujuan untuk mempelajari penelitian-penelitian yang terdahulu tentang mesin penumtik separator, mempelajari mekanisme kerja mesin *pneumatic separator* dan juga faktor-faktor yang berpengaruh pada proses separasi. Studi literatur juga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

digunakan agar kita tidak melakukan kesalahan yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, yang kemudian bisa digunakan untuk memperoleh topik penelitian dan juga pengembangan dan inovasi yang akan dilakukan. Proses studi literatur membutuhkan waktu beberapa minggu untuk bisa merumuskan pokok permasalahan yang selanjutnya bisa dijadikan sebagai topik penelitian.

Tahap selanjutnya adalah merancang prototype mesin *pneumatic separator* menggunakan software *SolidWork.* Disamping itu juga dilakukan perhitungan pada dimensi alat dan juga kapasitas kerja alatnya. Selain itu juga menentukan kebutuhan motor listrik yang akan digunakan pada *suction channel*. Pemilihan bahan material juga perlu diperhatikan karena penggunaan alat ini erat kaitanya dengan produk pangan sehingga material yang digunakan harus aman apabila terjadi kontak pada produk. Untuk itu *stainless steel* digunakan pada beberapa bagian mesin yang akan terjadi kontak produk.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran selama proses separasi dan pembersihan disiapkan. Peralatan pengukuran yang digunakan terdiri dari *tachometer* untuk mengukur RPM, *cabinet dryer* untuk mengeringkan bahan, anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara, dan oven untuk menguapkan air dalam gabah dalam proses pengukuran kadar air. Selain itu, terdapat timbangan duduk untuk mengukur massa awal dan massa akhir bahan, timbangan analitik untuk mengukur massa gabah dalam proses pengukuran kadar air dan juga berat dedak. Persiapan alat pendukung juga dilakukan seperti wadah untuk meletakkan gabah, cawan untuk meletakkan gabah yang akan dioven, ember yang digunakan untuk tempat gabah yang keluar dari output, serta karung

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

yang digunakan menampung gabah di bagian output dan menampung kotoran atau debu di bagian *suction channel*.

a. Perancangan Alat

Tahap perancangan alat merupakan tahapan yang digunakan untuk proses desain dan pengembangan prototype mesin *pneumatic separator* . Menurut Hoffman (1996), perancangan adalah metode atau teknik untuk memperbaiki efisienis dan produktivitas manufaktur. Tujuan perancangan adalah menghasilkan alat yang memiliki struktur rancangan yang akurat dan yang sesuai dengan kapasitas kerja alat tersebut. Jika tahap perancangan dilakukan dengan baik dan sesuai standar yang ditentukan, maka alat yang dirancang dan beroperasi akan sesuai harapan. Pada tahap perancangan prototype mesin *pneumatic separator* ini meliputi perhitungan kapasitas kerja alat untuk mengukur dimensi alat yang akan dibuat. selain itu juga mengukur daya motor listrik yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini.

Motor listrik merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi tenaga gerak (putar). Pada motor listrik terdapat 3 faktor yang berpengaruh, yaitu daya listrik yang digunakan, kecepatan putar yang dihasilkan (RPM), dan juga seberapa besar tenaga (torsi). Tenaga yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{P = 2\pi NT} \qquad (1)$$

Yang mana N adalah kecepatan dan T adalah torsi, nilai T dari persamaan diatas dapat dihitung melalui persamaan berikut:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$$\mathbf{T = Fxr} \quad (2)$$

Dimana, F adalah gaya yang ditranmisikan oleh pengerak utama dan r adalah jarak tegak lurus.

b. Uji Fungsionalitas Alat

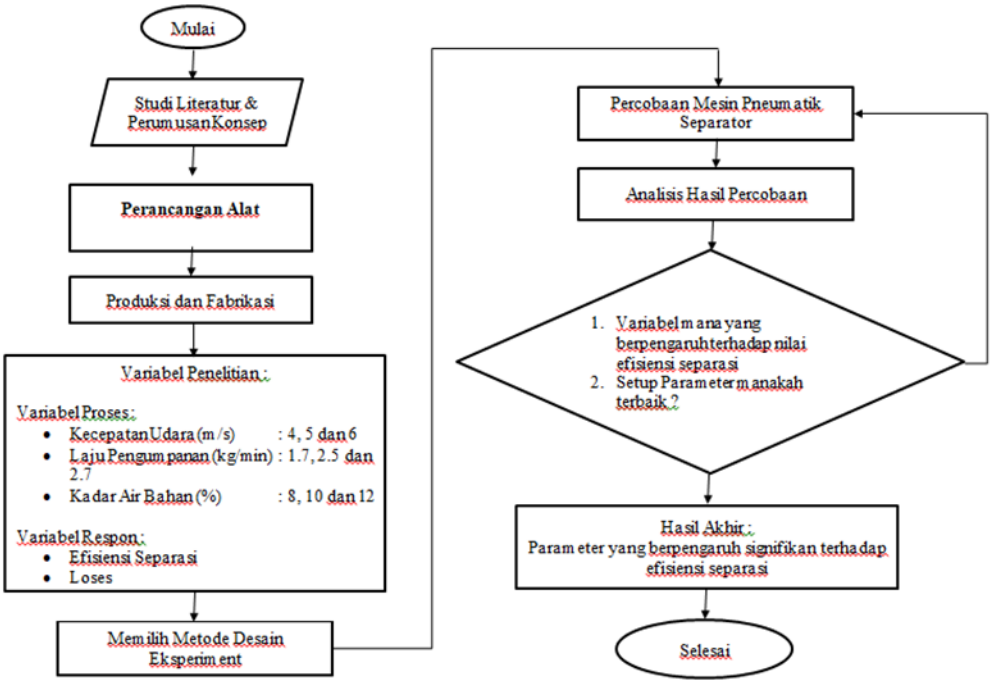
Tahapan selanjutnya adalah uji fungsionalitas alat yang bertujuan untuk mengecek setiap bagian-bagian dari mesin, apakah mampu berjalan dengan baik atau tidak. Apabila tidak berjalan baik maka dilakukan modifikasi atau perbaikan pada bagian yang mengalami masalah. Dalam penelitian ini sendiri telah dilakukan modifikasi pada bagian sekat dalam *suction channel*. Hal ini dikarenakan banyak gabah yang ikut terbuang dengan dedak saat proses separasi. Selain itu juga mengganti ukuran ayakan menjadi lebih besar dari ukuran sebelumnya. Proses modifikasi dilakukan di Laboratorium Energi dan Mesin Pertanian.

c. Kalibrasi alat dan Persiapan Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas Situ Bagendit yang memiliki kadar air 10% (Wb). Persiapan bahan dilakukan dengan menyiapkan sampel gabah yang memiliki 3 level kadar air, yaitu adalah 8%, 10, dan 12 % (Wb). Untuk kadar air 8 % diperoleh dengan mengeringkan benih padi pada alat *cabinet dryer* selama 4 jam dengan suhu 45-60^{0}C. sedangkan untuk sampel gabah dengan kadar air 12 % diperoleh dengan menyemprotkan air pada biji gabah sebanyak 8-10 ml. Kalibrasi alat digunakan untuk memperoleh nilai kecepatan udara dan debit pengumpanan yang sesuai dengan setup parameter mesin *pneumatic separator* ini. Untuk mempermudah proses penelitian mesin

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pneumatic separator ini, maka pada penelitian ini menggunakan prosedur penelitian yang diwujudkan dalam diagram alir. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 10 Diagram Alir Prosedur Penelitian

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Respons Surface Methodology (*RSM) dengan desain Box-Behnken 3 *Continuous Factor* dimana setiap faktor memiliki 3 level independent variable. Pada pengambilan data akan dilakukan secara acak sesuai *Run Order* untuk mendapatkan data yang lebih nyata. Adapun faktor yang dimaksud adalah perlakuan yaitu *feeding rate,* kadar air dan kecepatan udara. Dilakukan variasi *feeding rate* berupa 1.7 kg/min, 2.5 kg/min dan 2.7 kg/min, variasi pada kadar air bahan berupa 8%,10% dan 12% (Wb), serta variasi pada kecepatan udara berupa 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s. Nilai level variasi dari masing-masing perlakuan diperoleh setelah melalui tahap studi literature dan kalibrasi alat untuk menentukan batas bawah dan juga batas atas setup yang sesuai untuk proses pemisahan menggunakan prinsip aliran udara *(pneumatic*). Rancangan perlakuan pada penelitian utama dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1Desain percobaan menggunakan RSM

Run Order	Debit Pengumpanan	Kadar Air	Kecepatan Udara
1	2.5	8	6
2	1.7	12	7.5
3	1.7	8	7.5
4	2.5	10	7.5
5	2.5	10	7.5
6	2.7	8	7.5
7	1.7	10	6
8	1.7	8	7.5
9	2.5	12	5
10	2.5	10	7.5
11	2.5	10	7.5
12	2.7	10	6
13	2.5	8	5
14	2.5	12	6
15	2.5	10	7.5

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

16	1.7	10	6
17	2.5	12	5
18	1.7	12	7.5
19	1.7	10	5
20	2.5	8	5
21	2.7	10	6
22	2.7	8	7.5
23	2.5	8	6
24	2.7	8	7.5
25	2.7	12	7.5
26	2.7	10	5
27	2.5	10	7.5
28	2.5	10	7.5
29	2.7	12	7.5
30	2.5	10	7.5
31	2.7	12	7.5
32	1.7	10	6
33	2.5	8	6
34	2.7	10	5
35	2.5	12	6
36	2.5	12	6
37	2.7	10	5
38	1.7	10	5
39	1.7	12	7.5
40	2.5	10	7.5
41	2.5	8	5
42	2.5	12	5
43	1.7	8	7.5
44	1.7	10	5
45	2.7	10	6

Setiap ulangan pada penelitian ini, terdapat 2 data yang diambil yaitu massa bahan sebelum dan sesudah proses pembersihan. Massa bahan awal yaitu sebanyak 4.500 gram benih gabah dan juga 500 gram debu dedak. Penelitian ini berfokus hanya pada proses pemisahan menggunakan perangkat *suction fan* sehinga sampel yang digunakan hanya sebatas kontaminan pengotor ringan. Sedangkan massa bahan setelah proses pembersihan dilakukan dengan mengayak bahan secara manual untuk memisahkan dedak yang masih terkandung pada gabah. Setelah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terpisah, masing-masing dari gabah dan dedak akan ditimbang. Proses ini akan dilakukan sebanyak 45 kali ulangan dengan variasi faktornya sesuai pada table diatas.

3.3.3 Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan berupa proses pembersihan gabah mengunakan mesin pneumatik separator. Pada penelitian ini juga berfokus pada proses pembersihan kontaminan berukuran kecil dengan mengunakan komponen *suction channel.* Sebelum proses pembersihan dilakukan, dipastikan terlebih dahulu motor listrik dan juga panel inverter. Tidak lupa juga untuk memastikan pengaturan bahan masuk sesuai dengan kalibrasi awal pada penelitian pendahuluan. Bahan yang ditimbang yaitu sebanyak 4.500 gram benih gabah dan juga 500 gram dedak halus. Kemudian kedua bahan tersebut dicampurkan dalam satu wadah dan diaduk-aduk menggunakan tangan hingga bahan tercampur dengan sempurna (homogen).

Bahan yang sudah dicampur kemudian dimasukkan ke dalam hooper. Sebelum itu pastikan pengaturan variasi ulangan sesuai dengan *Run Order*. Sebagai contoh pada pengulangan pertama, pengaturan variasi yang dilakukan adalah debit pengumpanan pada 2.5, kadar air bahan pada 8% Wb, dan juga kecepatan udara pada 6 m/s. Setelah pengaturan variasi pada kecepatan udara dan bukaan debit pengumpanan ditetapkan, bahan masuk ke mesin *pneumatic separator* . Selama proses separasi waktu akan dicatat menggunakan *stopwatch.* Output dari sampel akan ditampung terlebih dahulu mengunakan ember, untuk kemudian akan diayak secara manual untuk memisahkan benih gabah dengan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dedak yang masih terkandung setelah proses separasi. Benih gabah akan ditimbang mengunakan timbangan duduk dan dedak akan ditimbang mengunakan timbangan analitik. Pengambilan data dilakukan sebanyak 45 kali ulangan dengan pengaturan variasi disesuaikan pada *Run Order*-nya.

a) Pengukuran Debit Pengumpanan

Pengukuran debit pengumpanan dilakukan dengan mengatur bukaan sebesar 5mm, 6 mm, dan 7,5 mm. Ukuran tersebut didasarkan pada proses kalibrasi alat serta kalibrasi terhadap setup parameter yang mampu untuk memisahkan produk gabah dengan kotaminan pengotor ringannya. Kemudian akan dilakukan pengujian debit pengumpanan dengan massa sampel sebanyak 5.000 gram. Pada setiap variasi bukaan akan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Pengamatan yang dilakukan adalah mengukur waktu yang dibutuhkan sampel di dalam hooper untuk habis saat mesin dihidupkan. Setelah diperoleh data waktu setiap bukaan, data waktu akan digunakan sebagai pembagi massa sampel untuk mendapatkan kapasitas dari mesin *pneumatic separator* . Debit pengumpanan dapat dinyatakan dengan massa sampel per satuan waktu. Nilai kadar air basis basah yang digunakan dalam persamaan menggunakan nilai decimal. Notasi m merupakam massa bahan, t adalah waktu yang diperlukan untuk seluruh bahan masuk ke mesin (menit). Nilai debit pengumpanan yang digunakan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\textbf{Debit pengupanan (kg/menit)} = \frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{t}}$$

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

b) Pengukuran dan Perhitungan Kadar Air Bahan

Pengukuran kadar air dilakukan untuk menentukan kadar air pada bahan basah, normal dan kering. Metode pengukuran kadar air yang digunakan berupa metode thermogravimetri sesuai dengan SNI 01-3182-1992 tentang Penentuan Kadar Air Biji-bijian. Prinsip metode ini adalah mengetahui nilai kadar air dengan menghitung pengurangan jumlah massa bahan yang dipanaskan pada suhu ±65 °C. Suatu bahan yang dipanaskan akan berkurang massa bahannya karena hilangnya air dan zat-zat lain yang dapat menguap, sehingga pengurangan massa bahan dianggap sebagai berat air. Pengukuran dilakukan dengan menimbang gabah sebanyak ±5 gram menggunakan timbangan analitik untuk tiap-tiap sampel. Lalu, gabah diletakkan dalam cawan alumunium yang sudah diketahui massanya. Gabah yang sudah diletakkan dalam cawan, dimasukkan ke dalam oven dengan suhu ±105 °C 38 selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel diambil dan dimasukkan ke dalam desikator. Sampel yang sudah dingin, ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik dan nilainya dicatat.

Kadar air dapat dinyatakan dengan basis basah atau basis kering. Batas maksimal teoritis untuk kadar air basis basah adalah 60% sedangkan kadar air basis kering dapat memiliki nilai lebih dari 60% (Efendi, 2019). Kadar air basis basah/wet basis (Mwb) dihitung dengan membandingkan jumlah massa air dalam bahan dengan massa total bahan atau dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$\boldsymbol{Mwb = mb/mt \times 60} \qquad (3.1)$$

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mb menyatakan nilai massa air dalam bahan dengan satuan gram dan mt merupakan jumlah massa total bahan dengan satuan gram, penggunaan persamaan 3.1 akan menghasilkan nilai Mwb dalam satuan persen (%). Kadar air basis kering/dry basis (Mdb) merupakan perbandingan massa air dalam bahan dengan massa padatan dalam bahan yang ditunjukkan dengan Persamaan 3.2.

$$Mdb = mb/mp \times 60 \quad (3.2)$$

Notasi mb menyatakan nilai massa air bahan dengan satuan gram dan mp merupakan jumlah massa padatan bahan dengan satuan gram, penggunaan persamaan 3.8 akan menghasilkan nilai Mdb dalam satuan persen (%). Kadar air basis basah dapat diubah menjadi kadar air basis kering dengan Persamaan 3.3. Nilai kadar air basis basah yang digunakan dalam persamaan menggunakan nilai desimal.

$$Mdb = Mwb/1 - Mwb \times 60 \quad (3.3)$$

c) Penentuan Kecepatan Udara

Pengukuran kecepatan udara dapat dilakukan dengan mengetahui nilai *aerodynamic properties* dari masing-masing material bijian dan juga kontaminan yang tidak diinginkan. Menurut Khoshtaghaza (2006), saat material jatuh pada ketinggian yang tertentu, gaya gravitasi akan mengakselerasi sampai *drag force* yang diberikan oleh aliran udara terhadap bahan. Hal tersebut akan menghasilkan kecepatan konstan yang dinamankan *terminal velocity. Terminal velocity* dapat dihitung melalui persamaan berikut ini:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

$$M.g = 1/2\ \rho.V_t\ 2.C_d.A \quad (1)$$

Dimana, M adalah massa dari material (kg), g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), c_d adalah koefisien *drag force*, ρ adalah densitas udara pada *suction channel (*kg/m^3), A adalah luasan dari *suction channel* (m^2), dan V_t adalah kecepatan terminal (m/s). Dari persamaan diatas, koefisien *drag force* bisa didapatkan melalui kecepatan terminalnya :

$$C_d = \frac{M.g}{\frac{1}{2}.V_t^{\,2}A} \quad (2)$$

Konstruksi saluran angin horizontal dapat digunakan untuk menghitung dan memperkirakan nilai koefisien hambatan dari setiap objek besar. Koefisien *drag force* dari material dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan bilangan Reynold. Namun, untuk partikel kecil (seperti biji gandum dan kontaminan pengotor), *drag force* tidak dapat diperkirakan dan dihitung secara langsung menggunakan metode ini. Jadi koefisien gaya hambat bahan butir diperkirakan dari kecepatan terminalnya (Persamaan 2) selama studi eksperimental. Dengan demikian, kecepatan udara (V_{air}) pada saluran hisap mesin pemisah pneumatik ini harus diatur sebagai berikut:

$$Vt_c < V_{air} < Vt_p \quad (3)$$

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dimana, Vt_c adalah kecepatan terminal kontaminan, V_{air} adalah kecepatan udara setup pada saluran hisap, dan Vt_p adalah kecepatan terminal produk butiran dasar. Kecepatan terminal masing-masing bahan berbeda sesuai dengan kadar air dan bentuk bahan. Dalam penelitian ini, kisaran kecepatan terminal kontaminan dan produk dasar ditentukan melalui percobaan pendahuluan.

3. 4. Data yang diamati

Data yang ambil berupa efisiensi mesin *pneumatic separator* yang merupakan perhitungan untuk mengukur performa kerja alat, dalam hal ini adalah efisiensi separasi dan *Separation Losess* (SL). Efisiensi separasi merupakan persentase tingkat kebersihan bahan dari benda asing dalam satuan persen. Sedangkan *Separation Losess* adalah persentase massa bahan yang hilang berbanding dengan massa awal bahan. Perhitungan efisiensi separasi dihasilkan melalui perbandingan antara jumlah massa gabah bersih dan juga massa total gabah dan kontaminan sebelum proses separasi. Indeks separasi (η) dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\textbf{Efisiensi Separasi (\%)} = 100 \text{ x } \frac{M1}{M2} \quad (4)$$

$$\textbf{\textit{Separation Losess} (\%)} = 100 \text{ x } \frac{M4-M3}{M4} \quad (5)$$

Notasi M_1 menyatakan massa kontaminan setelah proses separasi, M_2 adalah massa kontaminan sebelum proses separasi, M_3 adalah massa gabah setelah proses separasi, M_4 adalah massa gabah sebelum proses separasi, dalam penelitian ini menggunakan satuan gram.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3. 5. Analisis Data

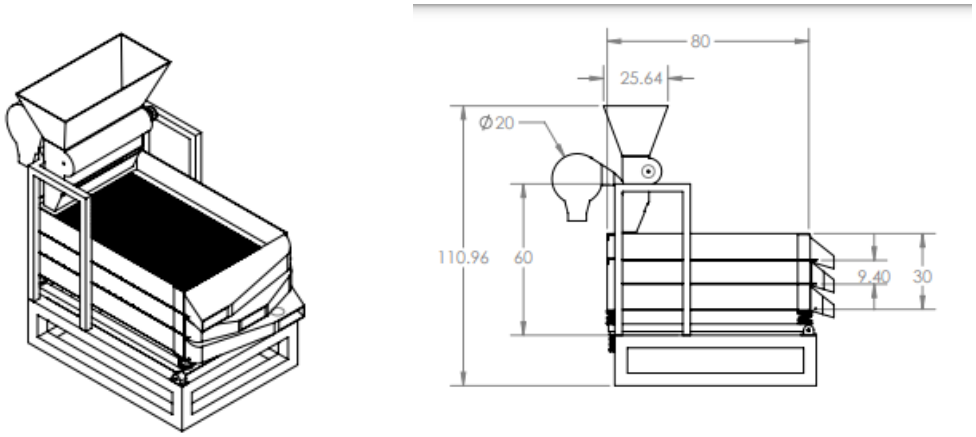
Pada penelitian ini mencoba merancang dan mengoptimalkan parameter proses mesin *pneumatic separator* pada pembersihan biji gabah dari kontaminan pengotor ringan berupa debu untuk mencapai efisiensi pemisahan yang optimal. Metode penelitian yang digunakan adalah uji eksperimental yang dilanjutkan dengan *analysis of variance* menggunakan pendekatan numerik untuk memprediksi nilai minimum dan maksimum kecepatan udara yang digunakan untuk proses pemisahkan produk biji gabah dari kontaminan pengotor ringannya. Desain eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Response Surface Methodology* (RSM) yang merupakan sekumpulan permodelan matematis dan statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variable independent mempengaruhi variable respon yang bertujuan untuk mengoptimalkan respon. Dalam hal ini, RSM digunakan untuk mengevaluasi pengaruh variable yang meliputi kecepatan udara, debit pengupanan bahan, dan kadar air bahan pada efisiensi pemisahan. Model polynomial kuadrat disesuaikan dengan data untuk memprediksi perilaku faktor yang dipilih pada efisiensi pemisahan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Alat

Dalam penelitian ini, mesin *pneumatic separator* secara spesifik didesain untuk memisahkan gabah dari kontaminan pengotor ringan yang berupa debu. Akan tetapi dalam pengujiannya, mesin ini juga mampu membersihankan kontaminan lain sepertihalnya daun/batang sisa pemanenan, gabah hampa, sekam,dll. Mesin *pneumatic separator* yang ditunjukkan pada gambar 4.1 memiliki 3 komponen utama yaitu unit saluran input, unit saluran pemisahan (*suction fan*), unit ruang ayakan (*sieve oscilating screen*). Dalam perancangan mesin ini juga mempertimbangkan material yang akan digunakan yaitu berupa stainless steel yang dipakai untuk material yang mengalami kontak produk dan juga plat besi untuk kerangka mesin.



a) Desain Prototipe mesin Pneumatik separator

b) Dimensi Mesin

Gambar 4. 1. Mesin Pneumatik Separator

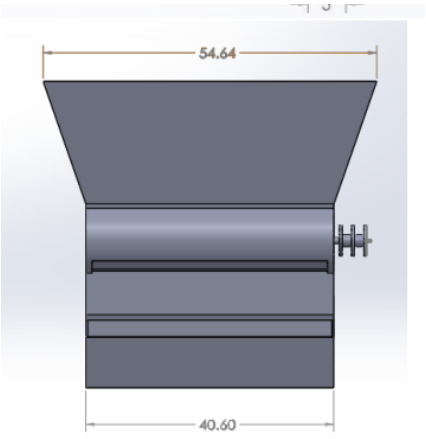
a. Unit Saluran Input

Mesin *pneumatic separator* didesain untuk melakukan kerja pembersihan biji gabah setelah proses pemanenan (*precleaning).* Proses ini dilakukan agar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

gabah memiliki indeks kebersihan dan rendemen yang baik sebelum masukkan keproses pengeringan. Mekanisme proses separasi dengan menggunakan mesin *pneumatic separator* ini dilakukan dengan memasukkan gabah pada saluran input. Gabah yang jatuh kebawah akibat gaya gravitasi kemudian akan diberikan hembuskan udara dalam tumpukan gabah yang akan dibersihkan. Debit pengumpanan bahan pada mekanisme kerja alat dapat meningkatkan angka keseragaman dan indeks kebersihan gabah. Sehingga secara tidak langsung unit saluran input dapat mempengaruhi kinerja mesin *pneumatic separator* terhadap nilai efisiensi separasi dan kehilangan bahan.

Unit saluran input dalam rancangan kerja mesin ini terdiri dari hooper sebagai penampungan sementara dan ruang pemisahan gabah. Ukuran hooper juga disesuaikan dengan kapasitas kerja mesin *pneumatic separator* yang ingin dicapai. Kapasitas kerja yang ingin dicapai yaitu sebesar 60 kg/jam yang dapat digolongkan sebagai mesin separator berkapasitas sedang. Untuk mengakomodir hal tersebut, pada rancangan kerja hooper memiliki ukuran dimensi p×l×t sebesar (55×25×22). Pada bagian bawah hooper terdapat alat pengatur laju pengumpanan bahan yang berfungsi untuk mengatur debit bahan yang ingin dicapai.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 2 Unit Saluran Input

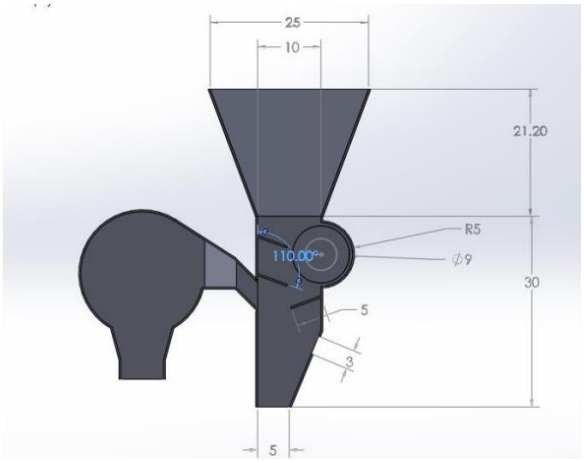
b. Unit Saluran Pemisahan

Unit saluran pemisahan merupakan komponen yang paling penting dalam rancang bangun mesin *pneumatic separator* . Unit saluran pemisahan ini merupakan tempat dimana kerja proses separasi dengan menggunakan aliran udara dilakukan. Tujuan unit saluran pemisahan adalah untuk melakukan kerja proses pemisahan pada kontaminan pengotor ringan. Proses separasi dengan mesin *pneumatic separator* dapat terjadi karena adanya hembusan udara oleh *suction channel* terhadap tumpukan bahan. Ketika aliran udara dikenakan pada tumbukan bahan sehingga bahan utama (*basic product*) dapat terpisah dengan kontaminannya. Kemampuan aliran udara memisahkan kontaminan dari produk utama dapat dilakukan apabila kecepatan aliran udara pada kondisi fluidisasi minimum. Kondisi fluidisasi dapat dicapai dengan mengatur kecepatan aliran udara lebih besar dari nilai kecepatan fluidisasi minimum. Saat kecepatan aliran udara mencapai kondisi minimum, tekanan statis dari udara separasi akan meningkat sehingga bahan yang dipisahkan dapat terangkat untuk kemudian dapat dikeluarkan.

Pada unit pemisahan ini terdiri dari ruang pemisahan dan juga blower penghisap. Pada ruang pemisahan yang berukuran 40×10 digunakan untuk tempat terjadinya pemisahan gabah dengan kontaminan pengotor ringan. Pada konstruksi komponen ini menggunakan 3 sekat yang digunakan agar aliran gabah yang masuk ke ruang pemisahan tidak langsung jatuh ke bawah. Selain itu, sekat ini juga digunakan agar tumpukan gabah dapat teraduk sehingga proses separasi akan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

berlangsung cenderung merata. Untuk rancang bangun saluran hisap menggunakan kipas hisapan yang dirancang oleh CV. Tunas Karya. Konstruksi kari rancangan kipas ini adalah menggunakan 3 baling-baling yang berbentuk plat. Kipas ini ditenagai dengan motor listrik 3 phase berkapasitas 1 HP yang memiliki kecepatan putaran sebesar 1400 rpm.



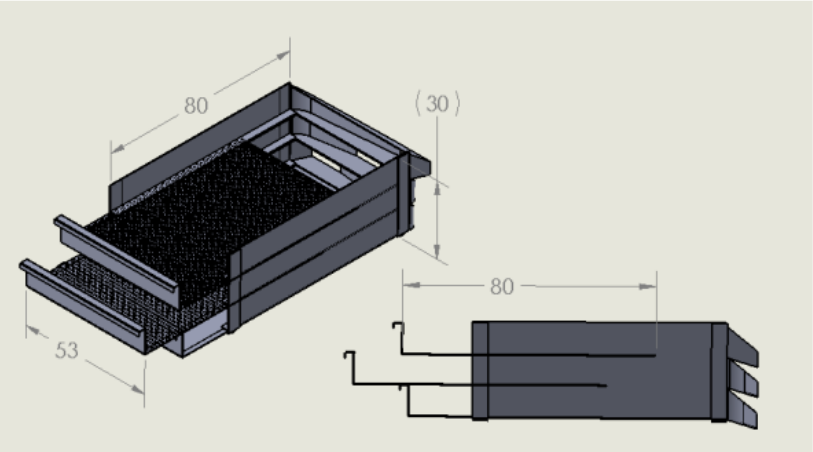
Gambar 4. 3 Unit Saluran Pemisahan

c. Unit Ruang Ayakan

Unit ruang ayakan merupakan komponen yang dirancang untuk melakukan kerja pemisahan untuk kontaminan pengotor dengan ukuran lebih besar dari gabah. Selain itu unit ini digunakan sebagai *backup* daripada unit saluran pemisah yan digunakan untuk memisahkan kontaminan pengotor ringan. Hal ini bertujuan agar proses pemisahan yang berlangsung dapat menghasilkan produk gabah yang baik karena proses pembersihannya dilakukan dengan 2 metode. Pada ruang ayakan ini memiliki ukuran ruang p×l×t sebesar (80×53×30) cm. Di dalam ruang ayakan terdapat 2 layer ayakan yang tersusun bertingkat yang masing-masing memiliki ukuran mess sebesar 7 mm dan 4 mm. Unit ini memiliki

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3 lubang *output* untuk menampung hasil sisa proses pemisahan dan produk gabah. Pada lubang *output* 1 berfungsi untuk lubang keluaran kontaminan berukuran besar seperti batang/daun sisa pemanenan, lubang ke-2 digunakan untuk saluran *output* produk (gabah), dan lubang ketiga untuk *output* kontaminan berukuran kecil.



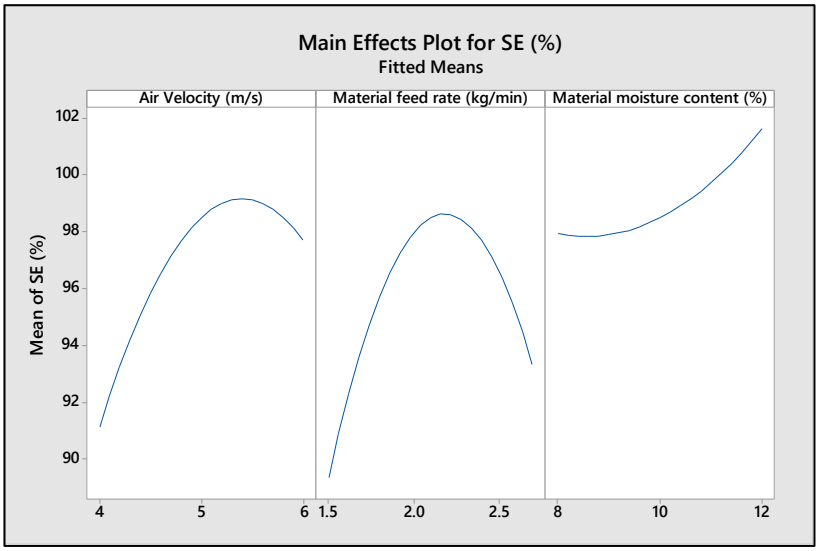
Gambar 4. 4 Unit Ayakan

4.2. Pengaruh Faktor-faktor terhadap nilai Efisiensi Separasi

Tingkat kebersihan gabah yang baik dapat dicapai dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap parameter percobaan. Apabila faktor-faktor tersebut telah memenuhi standar dari setup parameter yang ingin dicapai, maka hasil yang diperoleh akan optimal. Sebagai contoh adalah saat variabel debit pengumpanan pada kondisi sesuai, luas penampang dari tumpukan gabah akan sesuai dengan *drag force* pada biji gabah sehingga kontaminan yang akan dipisahkan dapat tersedot keluar. Selain itu, debit pengumpanan yang tepat juga berpengaruh pada proses separasi gabah, yaitu gabah yang ada di dalam ruangan pemisahan akan teraduk oleh hembusan udara sehingga proses separasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

berlangsung cenderung merata. Pengaruh variabel debit pengumpanan bahan secara tidak langsung mempengaruhi kinerja mesin *pneumatic separator* . Untuk itu perlu dilakukan suatu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor terhadap nilai efisiensi separasi agar proses separasi gabah dapat berlangsung optimal. Faktor-faktor yang ingin dikaji dalam penelitian ini adalah debit pengumpanan bahan, kadar air bahan dan kecepatan aliran udara.



Gambar 4. 5. Grafik pengaruh faktor-faktor terhadap efisiensi separasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

a. Pengaruh kecepatan udara terhadap efisiensi separasi

Berdasarkan gambar 4.5 diperoleh nilai grafik yang menjelaskan bahwa pengaruh kecepatan udara terhadap nilai efisiensi separasi akan bertambah tinggi sampai pada titik puncak tertentu. Setelah melewat titik puncak tersebut, nilai grafik akan cenderung turun kebawah. Pada saat variasi kecepatan udara berkisar di angka 4 m/s, diperoleh nilai efisiensi separasi yang belum optimal. Nilai efisiensi separasi yang optimal adalah pada saat kurva berada di titik puncak, yaitu saat kecepatan aliran udara berada di angka 5 m/s. Setelah debit pengumpanan bahan melewati angka 5.5 m/s, nilai efisiensi separasi akan turun kembali

Penentuan variasi kecepatan udara ini didasar pada nilai kecepatan fluidisasi minimum. Kecepatan fluidisasi minimum merupakan nilai yang penting dalam proses separasi pada mesin *pneumatic separator* . Hal ini dikarenakan mesin *pneumatic separator* menggunakan aliran udara yang dijadikan komponen utama dalam proses separasi. Nilai ini dapat diketahui sebagai acuan kecepatan udara paling rendah yang dapat digunakan untuk mengangkat bahan tertentu, dalam penelitian ini bahan yang dimaksud adalah kontaminan pengotor ringan. Berdasarkan pada kalibrasi yang telah dilakukan, kecepatan udara minimum yang dapat digunakan untuk memisahkan produk utama dengan kontaminannya adalah sebesar 4 m/s. Nilai kecepatan fluidisasi minimum ini sudah sesuai dengan penelitian separasi gabah dengan *pneumatic separator* terdahulu oleh Gharekhani et.el,. (2012) yang menyatakan kecepatan difluidisasi minimum untuk gabah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

berkisar antara 3-5 m/s. Oleh karena itu, variasi kecepatan udara yang digunakan adalah diatas nilai kecepatan fluidisasi minimum pada gabah yaitu 4 m/s – 6 m/s.

b. Pengaruh debit pengumpanan bahan terhadap efisiensi separasi

Berdasarkan pada gambar 4.5 menunjukkan grafik yang berbentuk parabola yang menjelaskan bahwa pengaruh debit pengumpan bahan terhadap nilai efisiensi separasi akan bertambah tinggi sampai pada titik puncak tertentu. Setelah melewat titik puncak tersebut, nilai grafik akan cenderung turun kebawah. Pada saat variasi debit pengumpanan bahan berkisar di angka 1.7 kg/min, diperoleh nilai efisiensi separasi yang belum optimal. Nilai efisiensi separasi yang optimal adalah pada saat kurva berada di titik puncak, yaitu saat debit pengumpanan bahan berada dikisaran 2.00 kg/min – 2.25 kg/min. Setelah debit pengumpanan bahan melewati angka 2.25 kg/min, nilai efisiensi separasi akan turun kembali.

Disini terjadi penurunan nilai efisiensi separasi dengan menambah debit pengupanan di atas angka 2.25 kg/min. Hal ini bisa diakibatkan pengaruh penambahan debit pengumpanan yang dapat meningkatkan intensitas beban pada proses separasi. Gabah sebagai material dapat bertindak penghalang aliran udara. Peningkatan jumlah material dapat menyebabkan menurunnya intensitas turbulensi aliran bebas, sehingga menyebabkan *drag coefficient* menurun (Rothaug et.al, 2003). Di penelitian yang dilaporkan oleh Simonyan dkk (2006), menyatakan bahwa efisiensi pembersihan sorgum berkurang dengan peningkatan laju umpan

c. Pengaruh kadar air bahan terhadap efisiensi separasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

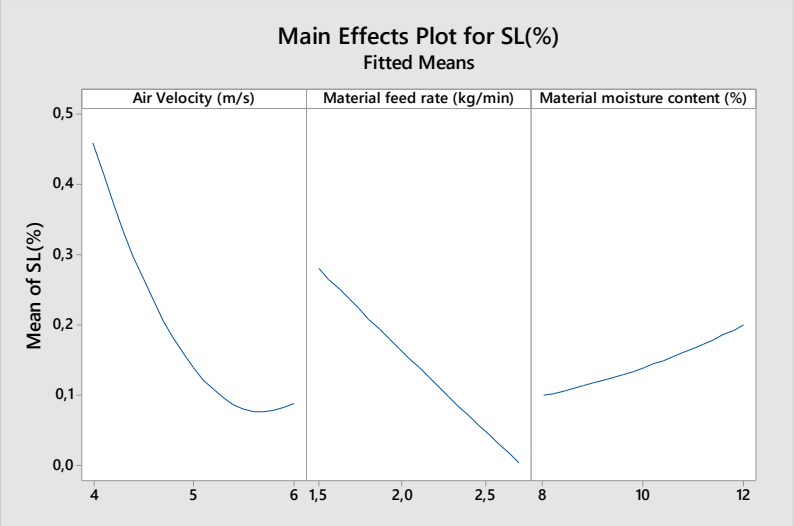
Berdasarkan gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai grafik pengaruh kadar air bahan terhadap nilai efisiensi separasi mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya nilai kadar air pada bahan. Pada saat variasi kadar air pada kondisi kering 8% (wb), diperoleh nilai efisiensi separasi yang belum optimal. Seiring kenaikan kadar air bahan yang semula 8% naik menjadi 10% sampai 12%, nilai efisiensi mengalami kenaikan juga sampai titik optimumnya. Grafik tersebut menunjukan bahwa variasi kadar air mempunyai pengaruh berbanding lurus dengan nilai efisiensi separasi. Terlihat juga pada saat kadar air pada kondisi basah 12% (wb), nilai efisiensi separasi mendekati nilai 100%.

Perubahan nilai efisiensi separasi pada kondisi basah 12% (wb) yang mencapai nilai sempurna atau hampir 100% bisa diakibatkan oleh beberapa faktor. Setelah mengkaji ulang tentang karakteristik gabah terhadap kadar air. Ditemukan hasil bahwa, kadar air gabah terdapat di dua tempat yaitu permukaan gabah dan di dalam gabah. Kadar air bahan yang berada di permukaan akan lebih mudah menguap ketika gabah tekena kontak dengan udara panas. Sedangkan kadar air yang terdapat di dalam gabah akan lebih lambat untuk menguap karena air harus berpindah dari dalam bagian gabah ke permukaan gabah. Hal ini menyebabkan pada saat kondisi gabah basah, kadar air yang ada dipermukaan gabah akan menyebabkan kontaminan pengotor ringan yang berupa debu akan menempel pada gabah tersebut. Sehingga pada saat setelah proses separasi, kandungan kontaminan hanya sedikit bahkan hampir tidak ada.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3 Pengaruh Faktor-faktor terhadap Kehilangan Pemisahan (Loses)

Proses separasi dengan mesin pneumatik separator dapat terjadi karena adanya hembusan udara oleh *suction channel* terhadap tumpukan bahan. Ketika variasi kecepatan aliran udara yang dikenakan pada tumbukan bahan pada kondisi yang tepat (*terminal velocity),* hal tersebut mengakibatkan bahan utama (*basic product*) dapat terpisah dengan kontaminannya. Sedangkan apabila kecepatan udara separasi lebih besar dari nilai kecepatan terminalnya, akan berakibat pada biji gabah yang akan ikut terhisap keluar sehingga mengakibatkan loses pada proses separasi. Selain faktor tersebut, faktor lain yang berupa debit pegumpanan dan kadar air bahan juga dapat mempengaruhi nilai loses pada mesin *pneumatic separator* . Maka dari itu diperlukan suatu analisis untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap nilai loses mesin tersebut.



Gambar 4. 6 Grafik Pengaruh faktor-faktor terhadap Loses

Berdasarkan gambar 4.6, menunjukkan bahwa pengaruh faktor-faktor terhadap nilai loses tidak terlalu signifikan. Hal tersebut dapat dilihat pada rentang nilai loses yang didapat yaitu hanya sebesar 0,1% sampai dengan 0,4%. Akan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

tetapi dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengoptimalkan nilai efisiensi separasi dan nilai loses gabah, maka perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut agar parameter yang diinginkan dapat tercapai. Pada grafik kecepatan udara terhadap nilai loses dapat diketahui bahwa pada nilai loses akan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan kecepatan udara. Pada variasi kecepatan udara diangka 4 m/s, nilai loses berkisar pada angka 0.4% dan terus mengalami penurunan sampai dengan angka 0.1% ketika variasi kecepatan udara di angka 6 m/s.

Hal tersebut tidak sesuai dengan teori yang ada yaitu apabila kecepatan udara ditingkatkan, maka nilai loses juga akan meningkat. Menurut Hollatz and Quick (2003) melaporkan bahwa kecepatan udara yang berlebihan dapat mengakibatkan biji-bijian mengalir bersama sekam yang akan terbawa keluar. Hal ini bisa diakibatkan oleh pembuatan rancang bangun mesin *pneumatic separator* yang berbeda dengan desain yang dibuat. Pada desain yang dibuat, posisi saluran hisap sedikit naik untk mencegah gabah ikut terhisap. Tetapi dalam proses pembuatannya, saluran hisap berada tegak lurus dengan ruang pemisahan. Selain itu, gabah yang tersedot masuk malah terjebak didalam kipas hisap yang membuat nilai loses menjadi kecil.

Pada grafik pengaruh debit pengupanan terhadap nilai loses menunjukkan hasil baik juga karena rentang nilai losesnya tidak terlalu tinggi. Pada variasi debit pengumpanan kecil, nilai loses yang dihasilkan adalah sebesar 0.3% dan terus mengalami penurunan sampai dengan < 0.1% saat debit pengumpanan ditingkatkan. Hal ini mungkin saja terjadi akibat debit yang tinggi membuat

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

tumpukan gabah langsung jatuh kebawah dan tidak mengalami proses separasi, sehingga nilai loses menjadi kecil. Akan tetapi nilai efisiensi separasi juga akan menurun apabila debit yang ditingkatkan.

Pada grafik pengaruh kadar air terhadap nilai loses menunjukkan hasil yang tidak signifikan. Hal tersebut bisa dilihat dari permukaan grafik yang landai. Variasi kadar air tidak terlalu berdampak pada nilai loses. Dalam penelitian ini digunakan variasi kadar air 8%,10% dan 12% yang tidak akan berpengaruh terhadap sifat pemisahan yaitu massa dan ukuran produk. Sehingga pada variasi kadar air tersebut, perubahan karakteristik gabah cenderung tetap.

4.4 Interaksi antar Faktor

Efisiensi separasi merupakan perbandingan antara jumlah massa kontaminan sebelum proses separasi dengan jumlah massa kontaminan setelah proses separasi. Nilai efisiensi tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk mengukur tingkat kebersihan dan angka keseragaman dari produk gabah. Nilai efisiensi separasi yang diperoleh dari perhitungan, yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut dengan uji *analysis of variance* (anova) dua arah untuk mengamati pengaruh interaksi antar faktor terhadap parameter nilai efisiensi separasi. Berdasarkan nilai anova dua arah diketahui bahwa nilai efisiensi separasi dipengaruhi oleh interaksi faktor kecepatan udara, kadar air bahan dan debit pengupanan bahan. Hal ini diketahui dari nilai signifikansi anova ($p<0.05$) pada ketiga interaksi faktor tesebut.

Tabel 4. 1 Analisis variasi pada interaksi antar faktor

Source	D	Adj-SS	Adj-	F-Value	P-Value

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	F		MS		
Air Velocity (m/s)*Material feeding rate (kg/min	4	123,7	30,917	10,49	0,000
Air Velocity (m/s)*Material moisture content (%)	4	28,7	7,174	1,29	0,292
Material feeding rate(kg/min)*Material moisture content (%)	4	193,03	48,26	4,57	0,004

Berdasarkan table 4.1 dapat dilihat kelompok-kelompok variasi perlakuan untuk interaksi antar variable menghasilkan nilai berbeda nyata atau tidak berbeda nyata. Nilai beda nyata dan tidak beda nyata dapat diketahui dari nilai P-value harus kurang dari atau sama dengan 0.05. Setelah diperoleh pengaruh interaksi yang signifikan atau tidak signifikan. Selanjut apabila nilai yang didapat signifikan, maka dilakukan analisis lanjutan yaitu dengan menggunakan analisis general linier model. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh kelompok-kelompok variasi terhadap parameter nilai efisiensi separasi. Selanjutnya akan dilakukan tes individu Fisher untuk perbedaan mean. Tes individu Fisher tersebut akan digunakan untuk mengetahui pengelompokan informasi menggunakan metode Fisher LSD dan keyakinan 95%. Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata, dan superskrip yang tidak berbeda menyatakan dua hasil tersebut dalam satu kelompok atau tidak berbeda nyata.

Pengaruh interaksi antara kecepatan udara dan debit pengumpanan terhadap efisiensi separasi menunjukkan perbedaan nyata (signifikan), yang berarti setiap kecepatan udara dan debit pengumpanan yang berbeda menghasilkan nilai efisiensi separasi yang berbeda nyata. Pada lampiran tabel 1.2 tersebut juga memperlihatkan bahwa interaksi pada kecepatan udara dan debit pengumpanan yang berbeda dapat menghasilkan nilai efisiensi separasi yang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

signifikan. Interaksi variasi pada kecepatan udara dan kadar air bahan menunjukan hasil yang tidak beda nyata (p>0.005). Untuk itu tidak dilakukan analisis lebih lanjut pada nilai interaksi antara kecepatan udara dengan kadar air bahan.

4.5 Optimasi Multi-Objektif Menggunakan RSM

Pada penelitian ini percobaan yang dilakukan uji mengukur efisiensi kerja mesin *pneumatic separator* dilakukan dengan cara melihat selisih dari massa kontaminan pengotor ringan sebelum dan sesudah proses separasi. Pengukuran selisih massa kontaminan pengotor ringan dilakukan dengan pengaruh 3 variabel independent yaitu kecepatan udara, debit pengumpanan bahan dan juga kadar air bahan. Pada setiap variabel memiliki 3 level besaran. Pada variabel kecepatan udara variasi level yang diberikan adalah 4 m/s, 5 m/s, 6 m/s yang aliran udaranya dihasilkan melalui *suction fan*. Variabel debit pengupanan bahan variasi level yang diberikan adalah 1,7 kg/min, 2,5 kg/min, 2,7 kg/min yang diperoleh dengan mensetting pengatur bukaan sebesar 1/8, 2/8 dan 3/8 dari luasan lubang hooper. Variabel kadar air bahan variasi level yang diberikan adalah 8%, 10% dan 12%. Data hasol pengukuran efisiensi separasi dengan pengaruh ketiga variabel independent dapat dilihat pada table 4.2

Tabel 4. 2 data hasil pengukuran pada pengaruh 3 variabel terhadap efisiensi separasi

RunOrder	Air Velocity (m/s)	feed rate (kg/min)	moisture content (%)	Mo kontaminan	Mt kontaminan
1	4	2,05	8	500	13
2	4	2,05	12	500	20
3	4	1,07	10	500	17
4	5	2,05	10	500	25
5	5	2,07	12	500	32
6	4	2,05	8	500	33

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7	6	2,05	12	500	18
8	5	1,07	12	500	18
9	5	1,07	8	500	84
10	4	1,07	10	500	17
11	6	2,07	10	500	10
12	4	2,07	10	500	9
13	4	2,07	10	500	60
14	5	2,05	10	500	29
15	5	2,07	8	500	14
16	5	2,07	12	500	35
17	6	2,05	8	500	29
18	5	2,05	10	500	64
19	5	1,07	8	500	69
20	6	2,05	12	500	47
21	6	2,05	8	500	92
22	5	1,07	8	500	33
23	6	2,05	12	500	32
24	5	1,07	12	500	71
25	6	1,07	10	500	20
26	6	1,07	10	500	37
27	5	2,05	10	500	13
28	4	2,07	10	500	25
29	6	2,07	10	500	25
30	5	2,05	10	500	23
31	5	1,07	12	500	17
32	4	2,05	12	500	26
33	6	2,05	8	500	19
34	6	1,07	10	500	7
35	5	2,05	10	500	31
36	5	2,07	8	500	39
37	5	2,05	10	500	42
38	5	2,07	8	500	12
39	5	2,05	10	500	26
40	4	1,07	10	500	47
41	6	2,07	10	500	16
42	4	2,05	8	500	11
43	5	2,05	10	500	69
44	5	2,07	12	500	18
45	4	2,05	12	500	55

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dari hasil percobaan, didapat data perbandingan antara massa kontaminan sebelum proses seprasi dan massa kontaminan setelah proses separasi. Setelah itu dilakukan perhitungan anova dua arah untuk mengetahui pengaruh setiap variabel. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *software* Minitab. Hasil perhitungan anova dua arah dapat dilihat pada table 4.3. Uji signifikansi parameter merupakan suatu analisis untuk menghitung bagaimana pengaruh suatu variabel terhadap nilai variabel respone apakah signifikan atau tidak signifikan. Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa faktor kecepatan udara, debit pengumpanan dan kadar air bahan berpengaruh signifikan terhadap nilai parameter efisiensi separasi dikarenakan nilai p-value < 0.05.

Tabel 4. 3 *analysis of variance (*anova) dua arah nilai efisiensi separasi

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	645.90	107.649	31.90	0.000
Linear	3	395.96	131.988	39.11.00	0.000
Air Velocity (m/s)	1	260.04.00	260.042	77.06.00	0.000
Material feed rate (kg/min)	1	53.78	53.783	0,69027	0.000
Material moisture content (%)	1	82.14.00	82.140	24.34.00	0.000
Square	3	299.44.00	99.814	29.58.00	0.000
Kecepatan Udara (m/s)*Kecepatan Udara (m/s)	1	185.20.00	185.195	54.88	0.000
Debit Pengumpanan (Kg/min)*Debit Pengumpanan (Kg/min)	1	96.29.00	96.290	28.53.00	0.000
Kadar Air (%)*Kadar Air (%)	1	18.56	18.560	05.50	0.024
Error	38	128.23.00	3.375		
Lack-of-Fit	6	25.93	4.322	01.35	0,183333
Pure Error	32	102.30.00	3.197		
Total	44	774.13.00			

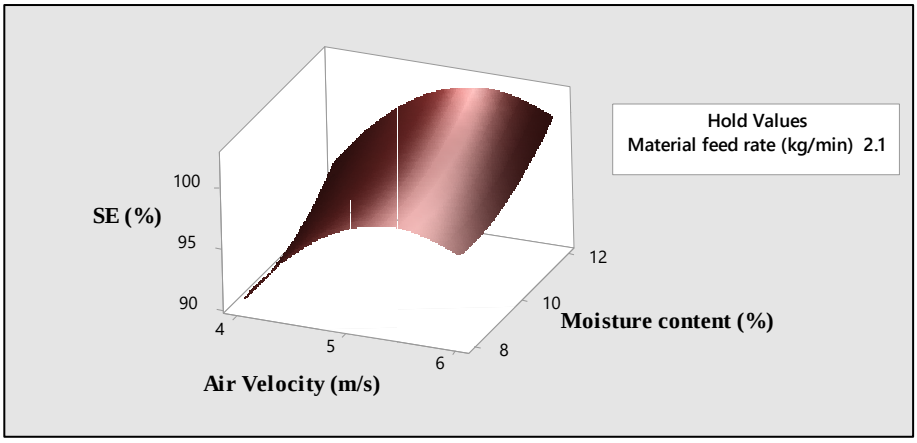
Dari hasil analisis regresi polynomial dengan menggunakan software minitab, model percobaan ini dilakukan untuk memprediksi nilai efisiensi separasi yang didapatkan melalui persamaan regresi sebagai berikut :

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SE(%) = - 91.8 + 44.18 Kecepatan Udara (m/s) + 86.9 Laju Pengumpanan (Kg/min)
- 5.55 Kadar Air (%) - 4.089 Kecepatan Udara (m/s)*Kecepatan Udara (m/s)
- 19.90 Laju Pengumpanan (Kg/min)*Laju Pengumpanan (Kg/min)
+ 0.324 Kadar Air (%)*Kadar Air (%)

S = 1.83699 R-sq = 83.44% R-sq(adj) = 80.82% R-sq(pred) = 76.51%

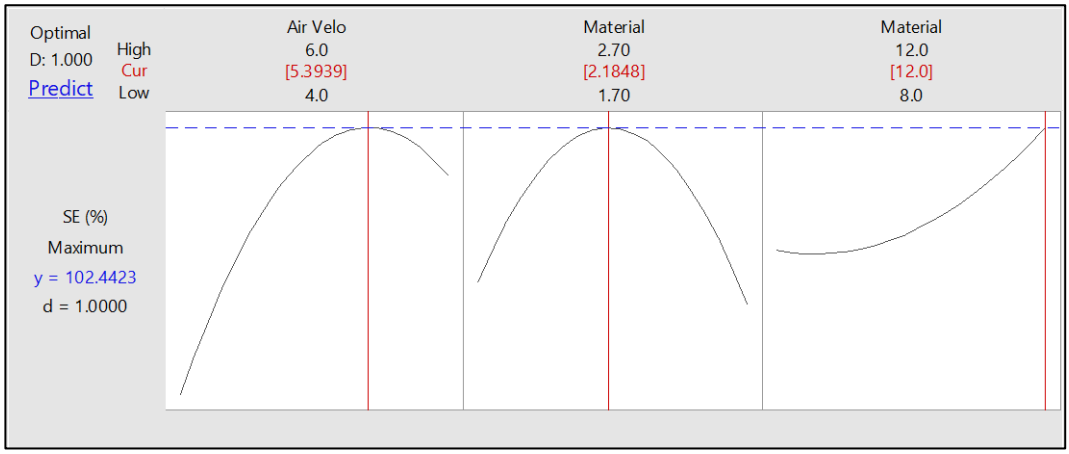
Berdasarkan table 4.3, dapat diketahui bahwa data hasil dari uji ekperimental pada model statistika yang pengaruh pada masing-masing variabel. Interpetasi dari output persamaan SE (%) adalah jika kecepatan udara naik satu satuan, maka nilai SE akan berkurang -4.089 satuan, jika laju pengumpanan naik satuan, maka nilai SE akan berkurang -19.90 satu, dan jika kadar air naik satu satuan, maka nilai SE akan naik 0.324 satuan. Permodelan regresi yang digunakan untuk mengetahui respon terhadap nilai efisiensi separasi menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p<0.05$) dengan koefisiensi korelasinya sebesar R^2= 83.44%. Persamaan regresi dengan nilai R square = 83.44% menunjukkan bahwa data dapat diterima atau 83.44% daya tersebut akurat. Dapat diketahui juga bahwa kecepatan udara, debit pengumpanan bahan dan kadar air bahan menunjukkan respon signifikan ($p<0.05$) terhadap nilai efisiensi separasi.



Gambar 4. 7 Pengaruh kecepatan udara dan kadar air efisiensi pemisahan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

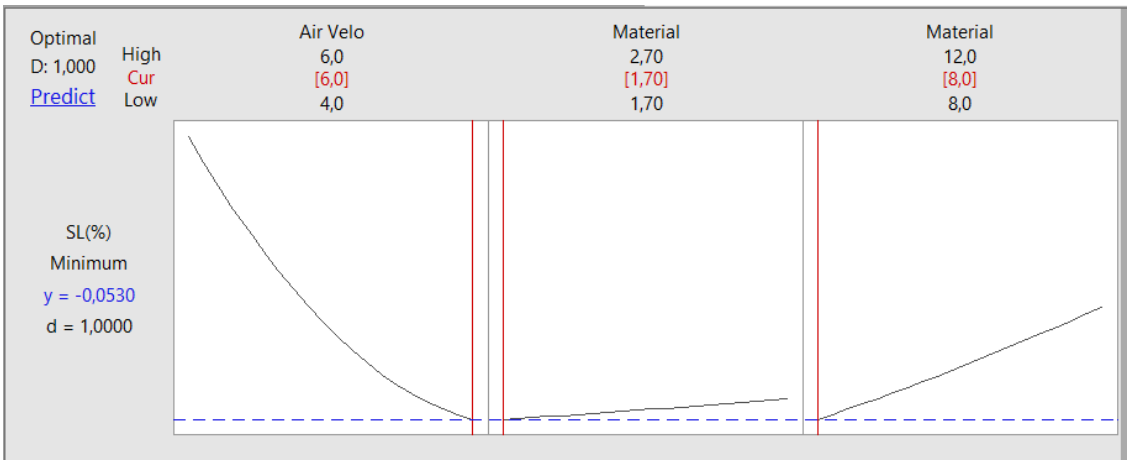
Plot permukaan respon untuk efisiensi separasi dengan dua variabel independen pada laju umpan material sebagai nilai holding pada Gambar 4.7 menggambarkan bahwa efisiensi separasi meningkat dengan peningkatan kadar air bahan dan penurunan kecepatan udara pemisahan. Efisiensi separasi akan meningkat seiring dengan penurunan laju umpan dan penurunan kecepatan udara (Usman dkk,.2019). Hal ini sesuai dengan temuan penelitian saat ini yang menjelaskan bahwa efisiensi pembersihan meningkat dengan penurunan variasi kecepatan udara.



Gambar 4. 8 Pengoptimal permukaan respons untuk meningkatkan efisiensi pemisahan

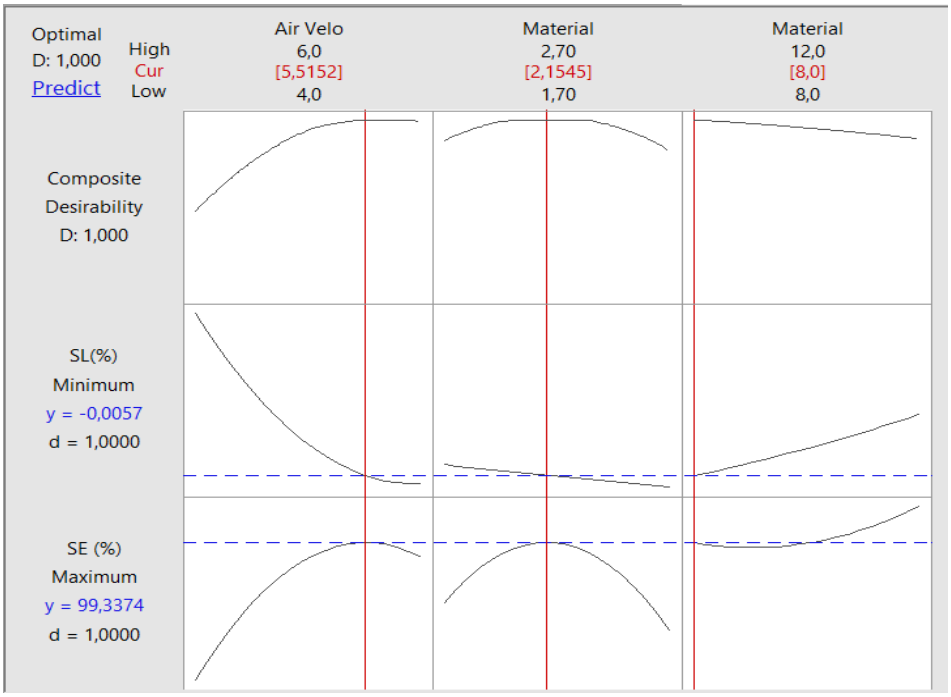
Berdasarkan Gambar 4.8 pengoptimal respon efisiensi pemisahan optimum dapat diperoleh pada kondisi kecepatan udara 5,39 m/s, laju umpan material 2,18 kg/menit dan kadar air 12%. Efisiensi pemisahan maksimum yang diperoleh dalam percobaan ini menggunakan desain mesin pemisah pneumatik yang diusulkan adalah 98,6%. Dari gambar diatas ditemukan bahwa desain yang diusulkan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai mesin pembersih biji-bijian.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4. 9 Pengoptimal permukaan respons untuk meminimumkan nilai loses

Response Surface Methodology (RSM) tidak hanya digunakan untuk memperoleh model desain optimasi tetapi juga bisa digunakan untuk meminimumkan nilai loses yang terjadi. Berdasarkan Gambar 4.9 desain untuk meminimumkan respon nilai loses pada proses separasi dapat diperoleh pada kondisi kecepatan udara 6.00 m/s, laju umpan material 1.70 kg/menit dan kadar air 8%.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 10 Pengoptimal permukaan respons dengan meningkatkan efisiensi pemisahan dan menurunkan nilai loses

Response Surface Methodology (RSM) merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah muti-objek optimasi dengan memasangkan desain ekperimental dan metode matematika serta stastistika yang bertujuan untuk memperoleh model empiris yang menghubungkan respon dan variabel (faktor kontrol). Dalam metodologi ini, langkah yang digunakan adalah membuat desain eksperimental yang harus diusulkan dan dilaksanakan. Adapun usulan dan evaluasi desain eksperimental ini merupakan apa yang disebut desain permukaan respons (RSD). Dalam penelitian ini desain pengoptimalan respon yang dilakukan adalah dengan membandingkan parameter efisiensi separasi dan nilai loses. Berdasarkan gambar 4.10 diperoleh hasil bahwa pengoptimal respon (*Response Optimizer*) dalam desain permukaan respon dengan menggunakan metode RSM adalah pada kondisi kecepatan udara 5.5152 m/s, debit pengumpanan 2.1545 kg/min dan kadar air bahan 8%.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan kegiatan penelitian ini adalah:

1. Rancangan bangun prototipe mesin pneumatik separator ini menggunakan aliran udara yang dihasilkan oleh *suction channel* untuk memisahkkan produk gabah dengan kontaminan pengotor ringan. Disamping itu mesin itu juga menggunakan ayakan getar yang digunakan untuk memisahkkan kontaminan yang berukuran besar seperti batang/daun sia pemanenan. Kapasitas mesin pneumatik separator yang ingin dicapai adalah sebesar 60 kg/jam dengan nilai efisiensi pemisahannya sebesar 98.6%.
2. Berdasarkan analisis statistik, dapat disimpulkan bahwa pengaruh faktor-faktor yang dipilih yaitu kecepatan udara, laju umpan material dan kadar air material signifikan terhadap efisiensi pemisahan dan nilai loses dari desain mesin pemisah pneumatik yang diusulkan.
3. Setup parameter yang optimal yang digunakkan pada penelitian ini adalah menggunakan *Respons Surface Methodology (*RSM) dengan metode Box-Behnken 3 *Continuous Factor.* Dalam penelitian ini desain pengoptimalan respon (*Response Optimizer*) dalam desain permukaan respon dengan menggunakan metode RSM adalah pada kondisi kecepatan udara 5.5152 m/s, debit pengumpanan 2.1545 kg/min dan kadar air bahan 8%.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapat maka terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini :

1. Rancangan bangun pada saluran hisap tidak sesuai dengan desain yang dibuat dalam *SolidWork.* Pada desain SolidWork saluran yang menghubungkan ruang pemisahan pneumatik dan *suction fan* mempunyai sudut hisap sebsar 30^0 sedangkan pada mesin separator hanya tegak lurus dengan ruang pemisahan. Hal ini menyebabkan tumpukkan gabah ikut mengalir masuk ke saluran hisap dan terjebak di dalam kipas hisap sehingga menimbulkan loses pada mesin tersebut.
2. Penggunaan material gabah dalam penelitian ini sebaiknya menggunakan gabah kering panen (GKP) untuk mendapatkan kondisi gabah yang sesuai kondisi di lapangan. Masalah yang ditemukan dalam penelitian ini adalah terdapat anomali dalam hasil pengaruh kadar air dikarenakan perlakuan sampel untuk memperoleh nilai kadar air gabah basah hanya dengan menyemprotkan air ke permukaan gabah. Hal tersebut membuat kontaminan pengotor ringan menempel pada permukaan gabah yang membuat nilai efisiensi separasi naik seiring dengan meningkatnya kadar air.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Andoko, Agus. 2005. Budidaya Padi Secara Organik. Depok: Penerbit Swadaya

Amiri, M., Karimi, N. & Jamshidi, S. F. 2008. *A Methodology for Optimizing Statistical Multi-Response Problems Using Genetic Local Search Algorithm Through Fuzzy Goal Programming*. Journal of Applied Science 8(18), 3199-3206.

Amiri, M., Najafi, A. A., & Gheshlaghi, K. 2008. Response Surface Methodology and Genetic Algorithm in Optimization of Cement Clinkering Process. Journal of Applied Science 8 (15), 2732-2738.

Assagaf, M., Hastuti, P., Hidayat, C. and Supriyadi, S., 2012. Optimasi Ekstraksi Oleoresin Pala (Myristica fragrans Houtt) Asal Maluku Utara Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Agritech*, *32*(4).

Badretdinov, I., Mudarisov, S., Tuktarov, M., Dick, E. and Arslanbekova, S., 2019. Mathematical modeling of the grain material separation in the pneumatic system of the grain-cleaning machine. *Journal of Applied Engineering Science*, *17*(4), pp.529-534.

Badan Standarisasi nasional (BSN) 2015. Stadar Nasional Beras 6128:2015. Jakarta.

Bulgakov, V., Kiurchev, S., Ivanovs, S. and Olt, J., 2020. Experimental substantiation of parameters of aspiration separator of sunflower seeds. In *Engineering for Rural Development* (pp. 435-444).

Choszcz, D. J., et al. 2020. "The Effect of Selected Factors on Separation Effciency in a Pneumatic Conical Separator." Sustainability **12**: 1-12.

Crépon, K. and F. Duyme 2020. "Efficiency of grain cleaner to increase test weight in wheat (Triticum aestivum)." Cereal Chemistry **97**(6): 1263-1269.

Chernyakov, A.V., Koval, V.S., Begunov, M.A., Algazin, D.N. and Boytsov, K.A., 2021, September. Theoretical Studies of a Centrifugal *Pneumatic separator* with Horizontal Air Flow. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 852, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.

Gharekhani, M., Kashaninejad, M., Daraei Garmakhany, A. and Ranjbari, A., 2013. Physical and aerodynamic properties of paddy and white rice as a function of moisture content. *Quality assurance and safety of crops & foods*, *5*(3), pp.187-197.

Giyevskiy, A.M., Orobinsky, V.I., Tarasenko, A.P., Chernyshov, A.V. and Kurilov, D.O., 2018, March. Substantiation of basic scheme of grain cleaning machine for preparation of agricultural crops seeds. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 327, No. 4, p. 042035). IOP Publishing.

Harini, R., & Susilo, B. 2017. Kajian Spasial Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian. *Joural Agribisnis*, *1*(1), 14–20.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Hollatz, B and G. R. Quick. 2003. Combine tailings returns, part 1: the effects of combine performance and settings on tailings. In e- Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. Kentucky USA. ASAE Publication Number 701P1103e. St Joseph, Mich. ASAE. 22 Pp .

Indrasari, S.D., Purwani, E.Y. and Damardjati, D.S 2009. Peningkatan Nilai Tambah Beras Melalui Mutu Fisik, Cita Rasa, Dan Gizi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Kelik, V., et al. 2016. "Perancangan mesin pengupas dan pemisah kulit buah kopi kering." Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana **5**(2): 64-70.

Kementerian Pertanian, 18 November 2019, Optimalisasi Lahan Pertanian. http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/82251/Optimalisasi Lahan---Pertanian/

Kharitonov, M.K., Gievsky, A.M., Orobinsky, V.I., Chernyshov, A.V. and Baskakov, I.V., 2020, May. Studying the design and operational parameters of the sieve module of the grain cleaning machine. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 488, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.

Khoshtaghaza, M.H. and Mehdizadeh, R., 2006. Aerodynamic properties of wheat kernel and straw materials. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.

Khoo, L. P. & Chen, C. H. 2001. Integration of Response Surface Methodology with Genetic Algorithm. International Journal of Advance Manufacture Technology, 18. 483-489

Makarim, A. K., & Suhartatik, E. (2009). Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi (pp. 297–330). Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Mudarisov, S., Badretdinov, I., Rakhimov, Z., Lukmanov, R. and Nurullin, E., 2020. Numerical simulation of two-phase "Air-Seed" flow in the distribution system of the grain seeder. *Computers and Electronics in Agriculture*, *168*, p.105151.

Mudjisihono, R. (1986). Penanganan Gabah Selama Pascapanen. Agritech, 6(1&2), 37–43.

Nasution, F.H., Ginting, J. and Siagian, B., 2013. Tanggap pertumbuhan dan produksi padi gogo varietas Situ Bagendit terhadap pengolahan tanah dan frekuensi penyiangan yang berbeda. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, *1*(2), p.94297.

Orobinsky, V.I., Gievsky, A.M., Gulevsky, V.A., Baskakov, I.V. and Chernyshov, A.V., 2021, February. Obtaining high-quality grain through the use of fractional technology for its cleaning. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 640, No. 2, p. 022046). IOP Publishing.

Panasiewicz, M., Sobczak, P., Mazur, J., Zawiślak, K. and Andrejko, D., 2012. The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials. *Journal of Food Engineering*, *109*(3), pp.603-608.

Prasetyo, Y. T. 2003. Bertanam Padi Gogo Tanpa Olah Tanah. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Reguła, T., Frączek, J. and Fitas, J., 2021. A Model of Transport of Particulate Biomass in a Stream of Fluid. *Processes*, *9*(1), p.5.

Rogovskii, I., Titova, L., Trokhaniak, V., Trokhaniak, O. and Stepanenko, S., 2020. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II: Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering*, *13*(62), pp.117-28.

Rofasyam. (2008). Mesin Pemisah dan Pembersih Biji-Bijian/Butiran Sebagai Bahan Baku Pakan Burung Olahan. Semesta Teknika, Vol 11(1), 53–62.

Rouzegar, M.R., Khalifeh, A.A., Asli-Ardeh, E.A. and Abbaspour-Gilandeh, Y., 2013. Study effects of moisture content, feed rate and fan revolution on separation efficiency in a paddy laboratory winnower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, *5*(21), pp.2576-2578.

Umar, S., & Alihamsyah, T. (2014). Pembersihan dan Pengeringan Padi. http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/833

Saitov, V.E., Farafonov, V.G., Gataullin, R.G. and Saitov, A.V., 2018, November. Research of a diametrical fan with suction channel. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 457, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

Sediawan, W.B., 2000. Berbagai Teknologi Proses Pemisahan. *Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, *5*, pp.10-11.

Shepelev, S.D., Cheskidov, M.V., Novikova, I.Y., Grakov, F.N. and Kuznetsov, N.A., 2019, September. Studying the Trajectory of Moving Particles in the Air-Screw Separator. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 582, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Simonyan, K.J., Yiljep, Y.D. and Mudiare, O.J., 2006. Modeling the grain cleaning process of a stationary sorghum thresher. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.

Simonyan, J.K. and Yiljep, D.Y., 2008. Investigating grain separation and cleaning efficiency distribution of a conventional stationary rasp-bar sorghum thresher. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.

Sudirman, Y., Waluyo, S., & Warji. 2014. Uji Kinerja Prototipe Alat Pembersih Gabah. Jurnal Teknik Pertanian, 3(1), 1–8. Retrieved from http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php /JTP/article/view/376

Supriatna, Ade. 2003. Analisis Sistem Pemasaran Gabah dan Beras (Studi Kasus Petani Padi di Sumatera Utara). Bogor : Puslitbang Sosek Pertanian

Widayati. (2010). Fenomena dan Kecepatan Minimum (Umf) Fluidisasi. Eksergi, X(2), 42–47.

Windarta, W. and Amami, E., 2016. Rancang Bangun Mesin Pemisah Padi Isi dengan Padi Kosong Kapasitas 10 Kg/menit. *Prosiding Semnastek*.

Winaya, I. N. S. (2016). Teknik Fluidisasi. In Universitas Udayana (p. 60). Universitas Udayana

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Xu, L., Wei, C., Liang, Z., Chai, X., Li, Y. and Liu, Q., 2019. Development of rapeseed cleaning loss monitoring system and experiments in a combine harvester. *Biosystems engineering*, *178*, pp.118-130.

Nugraha, Sigit 2012. Inovasi Teknologi Pascapanen Untuk Mengurangi Susut Hasil Dan Mempertahankan Mutu Gabah/Beras Di Tingkat Petani. Buletin Teknologi Pascananen Pertanian Vol 8 (1)

Patiwiri, A.W 2006. Teknologi Penggilingan Padi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN

lampiran 1 hasil pengambilan data

Run Order	M1	M2	M3	M4
1	4500	4500	500	13
2	4500	4480	500	20
3	4500	4495	500	17
4	4500	4500	500	25
5	4500	4495	500	32
6	4500	4500	500	33
7	4500	4500	500	18
8	4500	4500	500	18
9	4500	4460	500	84
10	4500	4500	500	17
11	4500	4490	500	10
12	4500	4495	500	9
13	4500	4500	500	60
14	4500	4495	500	29
15	4500	4500	500	14
16	4500	4500	500	35
17	4500	4500	500	29
18	4500	4480	500	64
19	4500	4470	500	69
20	4500	4500	500	47
21	4500	4500	500	92
22	4500	4495	500	33
23	4500	4490	500	32
24	4500	4498	500	71
25	4500	4500	500	20
26	4500	4495	500	37
27	4500	4500	500	13
28	4500	4500	500	25
29	4500	4500	500	25
30	4500	4480	500	23
31	4500	4495	500	17
32	4500	4490	500	26
33	4500	4480	500	19
34	4500	4485	500	7
35	4500	4495	500	31
36	4500	4500	500	39
37	4500	4495	500	42

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

38	4500	4500	500	12
39	4500	4490	500	26
40	4500	4500	500	47
41	4500	4495	500	16
42	4500	4495	500	11
43	4500	4475	500	69
44	4500	4495	500	18
45	4500	4460	500	55

lampiran 2 Tabel level faktor pada penelitian

Selected Factors	**Low Level**	**Medium Level**	**High Level**
Air Velocity (m/s)	4	5	6
Material Feed rate (kg/min)	1.7	2.5	2.7
Material Moisture Content (%)	8	10	12

lampiran 3 Interaksi kecepatan udara vs Debit Pengumpanan

Air Velocity*Material feding rate	N	Mean	Grouping			
5 2,5	9	96,6444	A			
6 2,5	6	96,5000	A	B		
5 1,7	6	95,2333	A	B		
5 2,7	6	94,6667	A	B		
6 1,7	3	93,7333	A	B	C	
6 2,7	3	93,2667		B	C	
4 2,5	6	91,2000			C	
4 1,7	3	86,1333				D
4 2,7	3	85,1333				D

Tabel 5.

lampiran 4. Analisi Anova lebih lanjut dengan general linier model

Difference of Air Velocity (m/s)*Material feed rate (kg/min) Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
(4 2,5) - (4 1,7)	5,07	1,67	(1,68; 8,45)	3,04	0,004
(4 2,7) - (4 1,7)	-1,00	1,93	(-4,91; 2,91)	-0,52	0,607

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(5 1,7) - (4 1,7)	9,10	1,67	(5,72; 12,48)	5,46	0,000
(5 2,5) - (4 1,7)	10,51	1,57	(7,32; 13,70)	6,69	0,000
(5 2,7) - (4 1,7)	8,53	1,67	(5,15; 11,92)	5,12	0,000
(6 1,7) - (4 1,7)	7,60	1,93	(3,69; 11,51)	3,95	0,000
(6 2,5) - (4 1,7)	10,37	1,67	(6,98; 13,75)	6,22	0,000
(6 2,7) - (4 1,7)	7,13	1,93	(3,23; 11,04)	3,70	0,001
(4 2,7) - (4 2,5)	-6,07	1,67	(-9,45; -2,68)	-3,64	0,001
(5 1,7) - (4 2,5)	4,03	1,36	(1,27; 6,79)	2,96	0,005
(5 2,5) - (4 2,5)	5,44	1,24	(2,92; 7,97)	4,38	0,000
(5 2,7) - (4 2,5)	3,47	1,36	(0,71; 6,23)	2,55	0,015
(6 1,7) - (4 2,5)	2,53	1,67	(-0,85; 5,92)	1,52	0,137
(6 2,5) - (4 2,5)	5,30	1,36	(2,54; 8,06)	3,89	0,000
(6 2,7) - (4 2,5)	2,07	1,67	(-1,32; 5,45)	1,24	0,223
(5 1,7) - (4 2,7)	10,10	1,67	(6,72; 13,48)	6,06	0,000
(5 2,5) - (4 2,7)	11,51	1,57	(8,32; 14,70)	7,32	0,000
(5 2,7) - (4 2,7)	9,53	1,67	(6,15; 12,92)	5,72	0,000
(6 1,7) - (4 2,7)	8,60	1,93	(4,69; 12,51)	4,47	0,000
(6 2,5) - (4 2,7)	11,37	1,67	(7,98; 14,75)	6,82	0,000
(6 2,7) - (4 2,7)	8,13	1,93	(4,23; 12,04)	4,22	0,000
(5 2,5) - (5 1,7)	1,41	1,24	(-1,11; 3,93)	1,14	0,264
(5 2,7) - (5 1,7)	-0,57	1,36	(-3,33; 2,19)	-0,42	0,680
(6 1,7) - (5 1,7)	-1,50	1,67	(-4,88; 1,88)	-0,90	0,374
(6 2,5) - (5 1,7)	1,27	1,36	(-1,49; 4,03)	0,93	0,358
(6 2,7) - (5 1,7)	-1,97	1,67	(-5,35; 1,42)	-1,18	0,246
(5 2,7) - (5 2,5)	-1,98	1,24	(-4,50; 0,54)	-1,59	0,120
(6 1,7) - (5 2,5)	-2,91	1,57	(-6,10; 0,28)	-1,85	0,072
(6 2,5) - (5 2,5)	-0,14	1,24	(-2,67; 2,38)	-0,12	0,908
(6 2,7) - (5 2,5)	-3,38	1,57	(-6,57; -0,19)	-2,15	0,038
(6 1,7) - (5 2,7)	-0,93	1,67	(-4,32; 2,45)	-0,56	0,579
(6 2,5) - (5 2,7)	1,83	1,36	(-0,93; 4,59)	1,35	0,187
(6 2,7) - (5 2,7)	-1,40	1,67	(-4,78; 1,98)	-0,84	0,407
(6 2,5) - (6 1,7)	2,77	1,67	(-0,62; 6,15)	1,66	0,106
(6 2,7) - (6 1,7)	-0,47	1,93	(-4,37; 3,44)	-0,24	0,810
(6 2,7) - (6 2,5)	-3,23	1,67	(-6,62; 0,15)	-1,94	0,060

Simultaneous confidence level = 46,49%

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 6.

lampiran 5. Interaksi Keceptan udara vs kadar air

Air Velocity (m/s)*Material moisture content (%)	N	Mean	Grouping			
6 12	3	98,0667	A			
5 10	9	96,6444	A	B		
5 12	6	96,2667	A	B		
6 8	3	94,9333		B	C	
4 12	3	94,4000		B	C	
5 8	6	93,6333			C	
6 10	6	93,5000			C	
4 8	3	88,0000				D
4 10	6	85,6333				D

Means that do not share a letter are significantly different.

lampiran 6. Analisi Anova lebih lanjut dengan general linier model

Difference of Air Velocity (m/s)*Material moisture content (%) Levels	Difference of Means	SE of Difference	Individual 95% CI	T-Value	P-Value
(4 10) - (4 8)	-2,37	1,21	(-4,83; 0,09)	-1,95	0,059
(4 12) - (4 8)	6,40	1,40	(3,56; 9,24)	4,57	0,000
(5 8) - (4 8)	5,63	1,21	(3,17; 8,09)	4,64	0,000
(5 10) - (4 8)	8,64	1,14	(6,32; 10,97)	7,55	0,000
(5 12) - (4 8)	8,27	1,21	(5,81; 10,73)	6,81	0,000
(6 8) - (4 8)	6,93	1,40	(4,09; 9,78)	4,95	0,000
(6 10) - (4 8)	5,50	1,21	(3,04; 7,96)	4,53	0,000
(6 12) - (4 8)	10,07	1,40	(7,22; 12,91)	7,18	0,000
(4 12) - (4 10)	8,77	1,21	(6,31; 11,23)	7,22	0,000
(5 8) - (4 10)	8,000	0,991	(5,990; 10,010)	8,07	0,000
(5 10) - (4 10)	11,011	0,905	(9,176; 12,846)	12,17	0,000
(5 12) - (4 10)	10,633	0,991	(8,624; 12,643)	10,73	0,000
(6 8) - (4 10)	9,30	1,21	(6,84; 11,76)	7,66	0,000
(6 10) - (4 10)	7,867	0,991	(5,857; 9,876)	7,94	0,000
(6 12) - (4 10)	12,43	1,21	(9,97; 14,89)	10,24	0,000

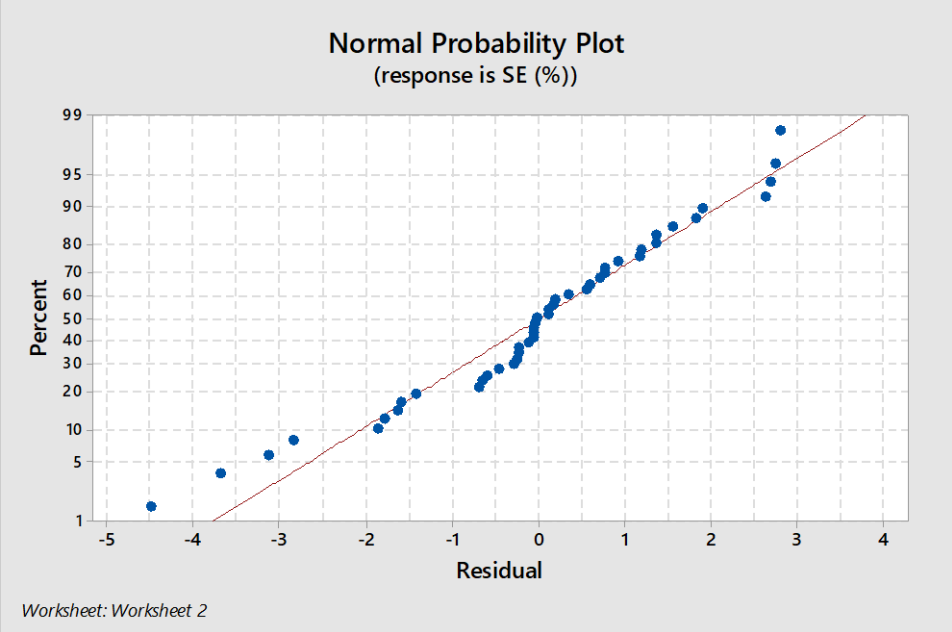
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(5 8) - (4 12)	-0,77	1,21	(-3,23; 1,69)	-0,63	0,532
(5 10) - (4 12)	2,24	1,14	(-0,08; 4,57)	1,96	0,058
(5 12) - (4 12)	1,87	1,21	(-0,59; 4,33)	1,54	0,133
(6 8) - (4 12)	0,53	1,40	(-2,31; 3,38)	0,38	0,706
(6 10) - (4 12)	-0,90	1,21	(-3,36; 1,56)	-0,74	0,463
(6 12) - (4 12)	3,67	1,40	(0,82; 6,51)	2,62	0,013
(5 10) - (5 8)	3,011	0,905	(1,176; 4,846)	3,33	0,002
(5 12) - (5 8)	2,633	0,991	(0,624; 4,643)	2,66	0,012
(6 8) - (5 8)	1,30	1,21	(-1,16; 3,76)	1,07	0,291
(6 10) - (5 8)	-0,133	0,991	(-2,143; 1,876)	-0,13	0,894
(6 12) - (5 8)	4,43	1,21	(1,97; 6,89)	3,65	0,001
(5 12) - (5 10)	-0,378	0,905	(-2,212; 1,457)	-0,42	0,679
(6 8) - (5 10)	-1,71	1,14	(-4,03; 0,61)	-1,50	0,144
(6 10) - (5 10)	-3,144	0,905	(-4,979; -1,310)	-3,48	0,001
(6 12) - (5 10)	1,42	1,14	(-0,90; 3,74)	1,24	0,222
(6 8) - (5 12)	-1,33	1,21	(-3,79; 1,13)	-1,10	0,279
(6 10) - (5 12)	-2,767	0,991	(-4,776; -0,757)	-2,79	0,008
(6 12) - (5 12)	1,80	1,21	(-0,66; 4,26)	1,48	0,147
(6 10) - (6 8)	-1,43	1,21	(-3,89; 1,03)	-1,18	0,245
(6 12) - (6 8)	3,13	1,40	(0,29; 5,98)	2,24	0,032
(6 12) - (6 10)	4,57	1,21	(2,11; 7,03)	3,76	0,001

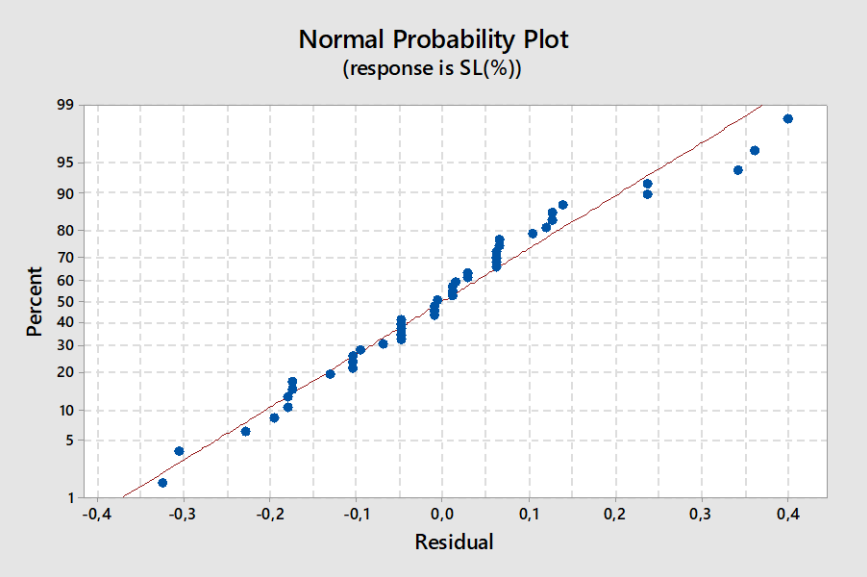
Simultaneous confidence level = 46,49%

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lampiran 7. Grafik probabilitas normal (SE)

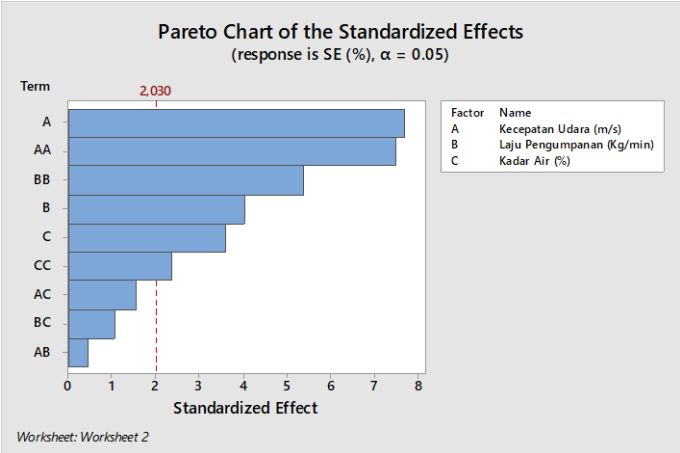


lampiran 8. Grafik probabilitas normal (SL)

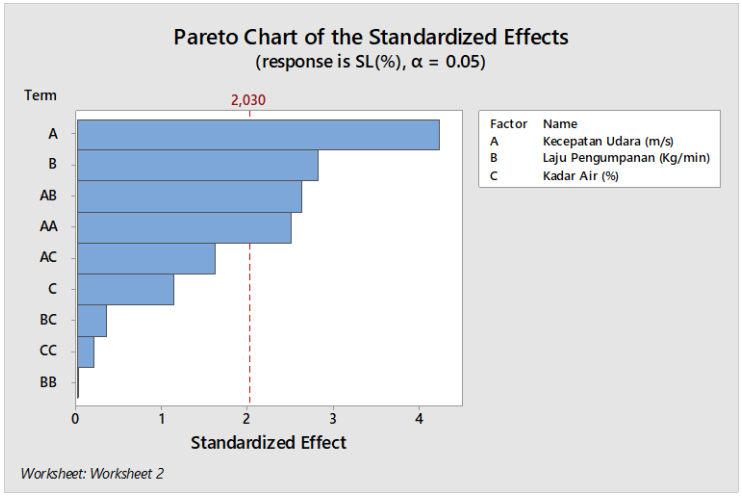


UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lampiran 9. Tingkat Signifikansi faktor-faktor terhadap nilai (SE)



lampiran 10. Tingkat Signifikansi faktor-faktor terhadap nilai (SL)

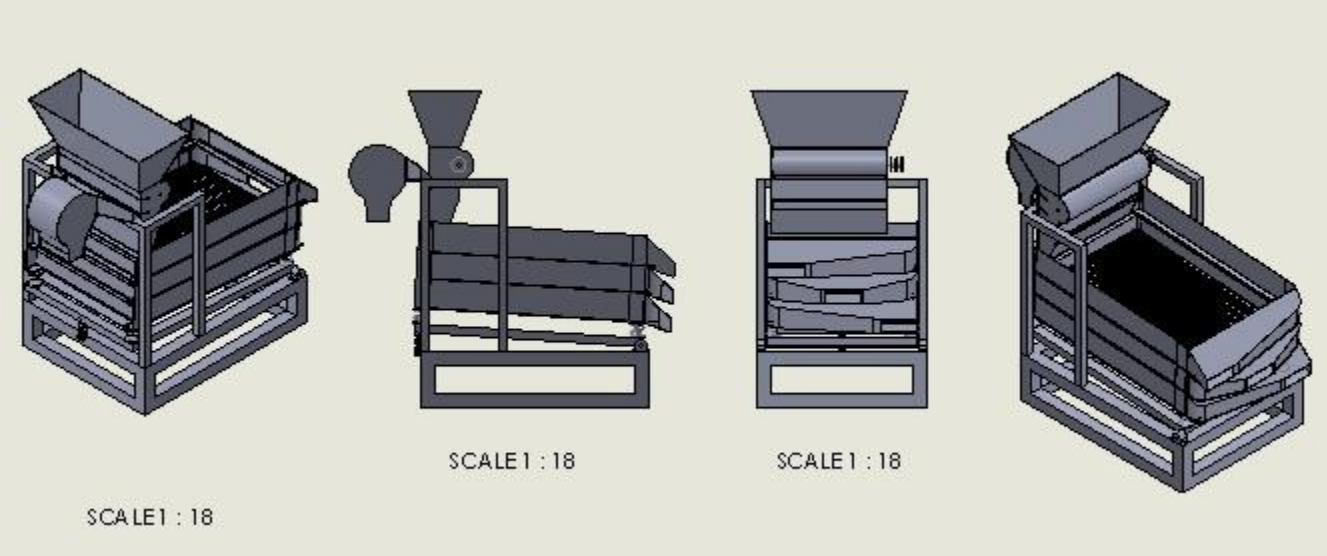


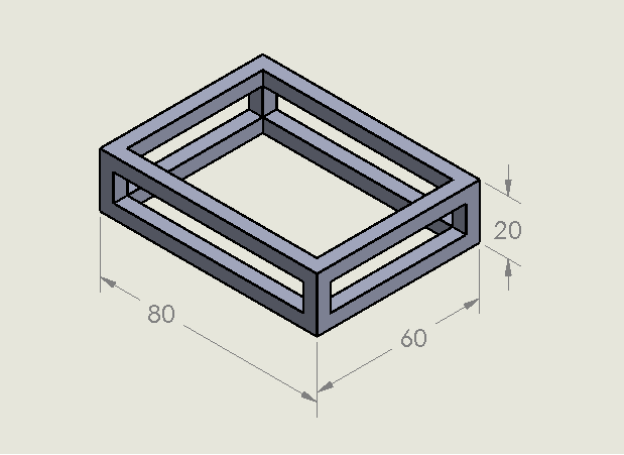
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lampiran 11. Desain mesin *pneumatic separator*

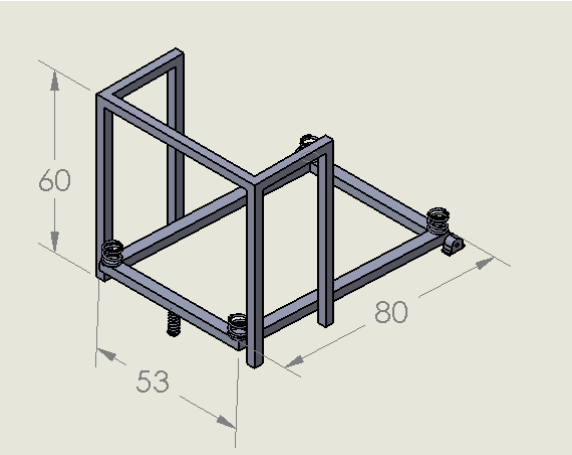
Nama alat : Desain Mesin Pneumatik Separator Gabah

gambar alat :

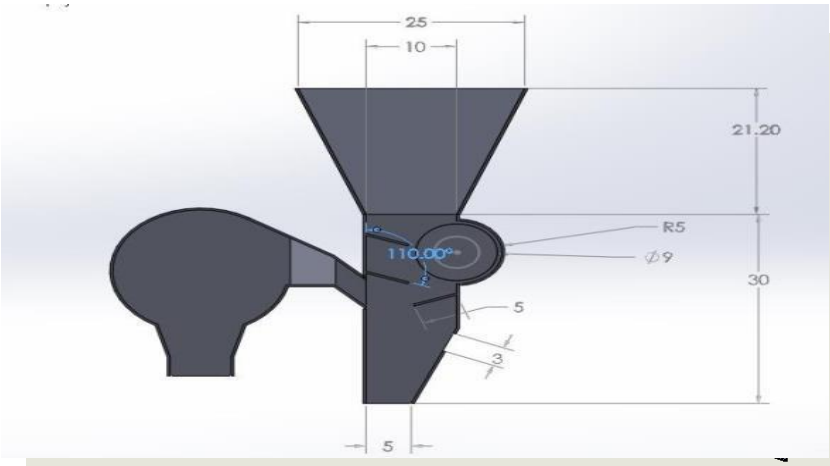




s



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN OPTIMASI MESIN PNEUMATIC SEPARATOR UNTUK MENINGKATKAN KEBERSIHAN GABAH
ROZZAQ HABIB A, Makbul Hajad, S.T.P., M.Eng., Ph.D. ; Dr. Radi, STP. M.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2. Gambar Proyeksi Alat

