

Model Efisiensi Mesin Pengupas dan Pembelah Biji Kedelai Tipe Piringan Menggunakan Program Powersim

Suhendra¹⁾, Budi Setiawan¹⁾

¹⁾ Politeknik Terpikat Sambas
Email : aka.suhendra@yahoo.com

Abstrak

Mesin pengupas kulit ari dan pembelah biji kedelai telah banyak digunakan oleh industri pembuatan tempe. Salah satunya adalah mesin pengupas dan pembelah kedelai tipe piringan. Kapasitas mesin tipe ini mencapai 50 kg/jam dengan efisiensi pengupasan dan pembelahan mencapai 85%, sedangkan sisanya diperlukan proses lanjutan. Efisiensi pada mesin tersebut masih rendah dan perlu ditingkatkan. Usaha untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan penelitian untuk mengetahui perilaku pengupasan dan pembelahan kedelai. Penelitian ini bertujuan mendapatkan model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai tipe piringan sebagai bahan baku tempe, agar diperoleh variabel-variabel terbaik untuk menghasilkan kupasan dan pembelahan yang optimal yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam merancang bangun mesin pengupas dan pembelah biji kedelai tipe piringan. Model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai dibangun menggunakan program Powersim. Hasil simulasi model menunjukkan bahwa efisiensi kedelai terkupas dan terbelah tertinggi mencapai 100% pada ukuran celah 4,8 mm, dengan kapasitas 48,02 kg/jam dan membutuhkan gaya kupas kondisi sebesar 287,83 Newton. Analisis validasi model menunjukkan bahwa hasil prediksi model tidak berbeda nyata dengan hasil pengujian, sehingga model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai yang dibuat dapat diterima.

Kata Kunci: Kedelai, mesin pengupas dan pembelah, efisiensi

1. Pendahuluan

Kedelai (*glycine max*) merupakan jenis tanaman polong-polongan yang menjadi bahan baku untuk pembuatan tempe, tahu dan kecap. Kedelai putih pertama diperkenalkan ke Nusantara oleh pendatang dari Cina sejak maraknya perdagangan dengan Tiongkok (Rahayu, 2005). Kedelai yang diolah untuk pembuatan tempe sebagian besar adalah kedelai impor, karena memiliki ukuran lebih besar dan seragam dari kedelai lokal (Rofarsyam, 2010).

Proses pembuatan tempe memerlukan beberapa tahap pengolahan kedelai, yaitu dengan dimasak dan direndam selama 10 - 12 jam, selanjutnya pisahkan kulit ari kedelai dengan cara diinjak-injak dengan kaki (Riles, dkk, 2007). Pemisahan kulit ari kedelai bertujuan supaya ragi tempe dapat tercampur merata kesemua bagian, sehingga dihasilkan tempe dengan peragian yang baik.

Proses pengupasan kulit ari dan pembelahan biji kedelai sebagai bahan baku tempe pada industri rumah tangga umumnya masih dilakukan dengan cara manual. Proses pengupasan secara tradisional memiliki banyak kelemahan dalam hal waktu dan tenaga kerja, disamping itu hasil

pengupasan dan pembelahan yang dicapai belum optimal.

Proses pengupasan kulit ari kedelai secara manual membutuhkan waktu 1 jam untuk 10 kg biji kedelai dengan efisiensi pengupasan dan pembelahan 90% (Yusron, 2008). Penggunaan mesin pengupas kulit ari kedelai oleh industri banyak menggunakan mekanisme pengupas dengan dua buah piringan, salah satu piringan berfungsi sebagai stator dan yang lain berfungsi sebagai rotor. Kapasitas mesin tipe ini mencapai 50 kg/jam dengan persentase pengupasan mencapai 85%, sedangkan sisanya diperlukan proses lanjutan yaitu dengan injak-injak kaki guna penyempurnaan pengupasan (Rofarsyam, 2006).

Tipe lain mesin pengupas biji kedelai yang banyak digunakan adalah tipe roller yang banyak digunakan adalah tipe roller yaitu menggunakan dua buah roller sebagai mekanisme pengupas. Mekanisme pengupasan tersebut dapat dimodifikasi dengan menambahkan pegas pada salah satu roller. Selain itu, Rofarsyam (2010), telah mengembangkan mesin pengupas biji kedelai tipe gesekan putar.

Kedelai yang diproses menggunakan mesin pengupas akan mengalami 3

kemungkinan yaitu terkupas terbelah, remuk dan utuh. Berdasarkan hasil penelitian Taufik (2006), kemungkinan ini dapat terjadi jika :

- a. Bila biji kedelai yang diproses ukurannya jauh lebih besar dari ukuran celah piringan pengupas maka kedelai akan banyak yang remuk.
- b. Bila kedelai yang diproses ukurannya lebih kecil dari ukuran celah piringan pengupas maka kedelai banyak yang utuh (tidak terkupas, terkupas dan remuk)
- c. Bila kedelai yang diproses ukurannya hampir sama atau mendekati ukuran celah piringan pengupas, maka banyak kedelai yang terkupas atau terbelah.

Selain ukuran celah piringan pengupas, faktor lain yang sangat menentukan efisiensi pengupasan adalah kecepatan piringan pengupas. Semakin tinggi kecepatan piringan pengupas maka kemungkinan kedelai yang terkupas dan remuk akan bertambah dengan konsekuensi gaya pengupas juga akan bertambah, begitu pula sebaliknya jika kecepatan piringan pengupas berkurang.

Berdasarkan keterangan diatas, perlu diperhatikan dan dipelajari proses pengupasan dan pembelahan kedelai untuk dapat menghemat waktu dan tenaga serta menghasilkan efisiensi kupasan dan belahan yang optimal dari mesin pengupas kedelai yang digunakan. Dalam hal ini, dapat dilakukan pendekatan menggunakan model untuk menyederhanakan permasalahan tersebut. Diharapkan model yang dibuat dapat memberikan informasi untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam meningkatkan efisiensi pengupasan dan pembelahan biji kedelai sebagai bahan baku tempe.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai tipe piringan sebagai bahan baku tempe, agar diperoleh variabel-variabel terbaik untuk

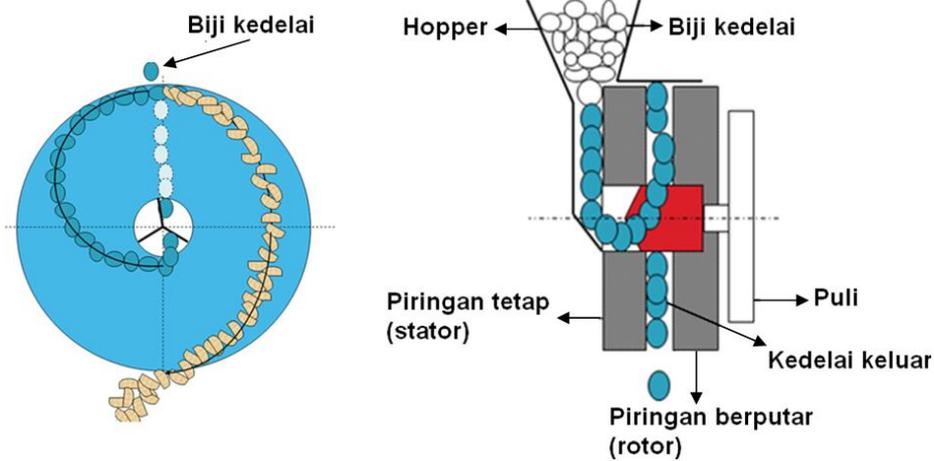
menghasilkan kupasan dan pembelahan yang optimal. Selain itu, penelitian ini juga digunakan untuk menentukan parameter yang mempengaruhi efisiensi pengupasan dan pembelahan biji kedelai yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam merancang bangun mesin pengupas dan pembelah biji kedelai tipe piringan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan pada mesin pengupas biji kedelai tipe piringan. Kedelai yang diuji dipilih jenis kedelai impor, karena memiliki ukuran yang lebih seragam dibanding kedelai lokal. Mekanisme pengupasan mesin tipe ini menggunakan 2 buah piringan (*disk*). Cara kerja pengupasan yaitu dengan memasukkan biji kedelai pada celah diantara 2 piringan pengupas. Salah satu piringan dalam keadaan diam (*stator*) sedangkan yang lainnya dalam keadaan berputar (*rotor*). Akibatnya akan terjadi gesekan antara biji kedelai dan piringan pengupas, sehingga kulit ari kedelai akan terkupas dan biji kedelai terbelah.

Tahap pertama dalam membuat model efisiensi pengupasan dan pembelahan kedelai adalah dengan melakukan identifikasi parameter yang berhubungan dan dianggap penting serta mempengaruhi efisiensi mesin. Parameter tersebut meliputi diameter piringan, luas piringan, kecepatan putar pengupasan, lebar celah, daya motor, gaya penggerak mesin, waktu pengupasan, kapasitas pengupasan, gaya kupas kondisi, gaya kupas pada kedelai dan gaya remuk pada kedelai.

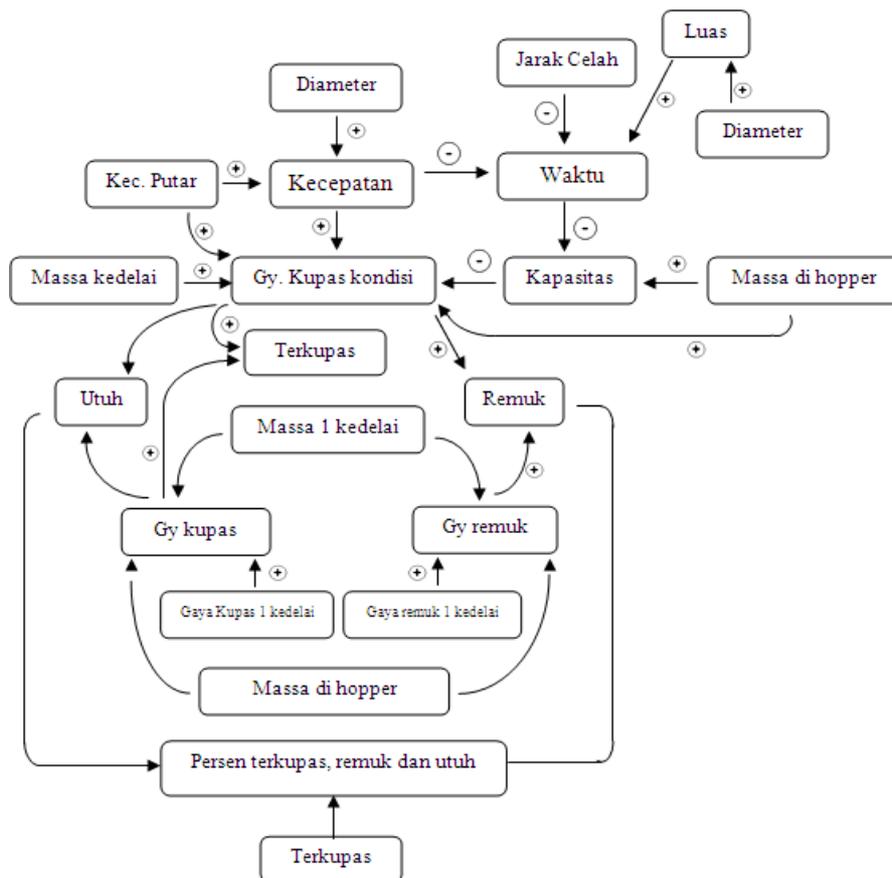
Data hasil pengujian dan parameter yang berpengaruh diolah lebih lanjut melalui diagram hubungan antar parameter (diagram kausal). Diagram kausal menjelaskan hubungan antar komponen apakah saling menguatkan yang diberi tanda \oplus atau saling melemahkan yang diberi tanda \ominus .



Gambar 1. Mekanisme pengupas dan pembelah biji kedelai tampak depan dan samping
 Sumber : Rofarsyam (2006)

Identifikasi sistem digunakan untuk mengetahui perilaku sistem komponen-komponen yang terlibat dalam sistem efisiensi mesin pengupas dan pembelah kedelai. Dari hubungan antar komponen ini

diharapkan dapat dibuat model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai yang paling optimal. Hubungan antar komponen tersebut dapat digambarkan pada diagram kausal sebagai berikut



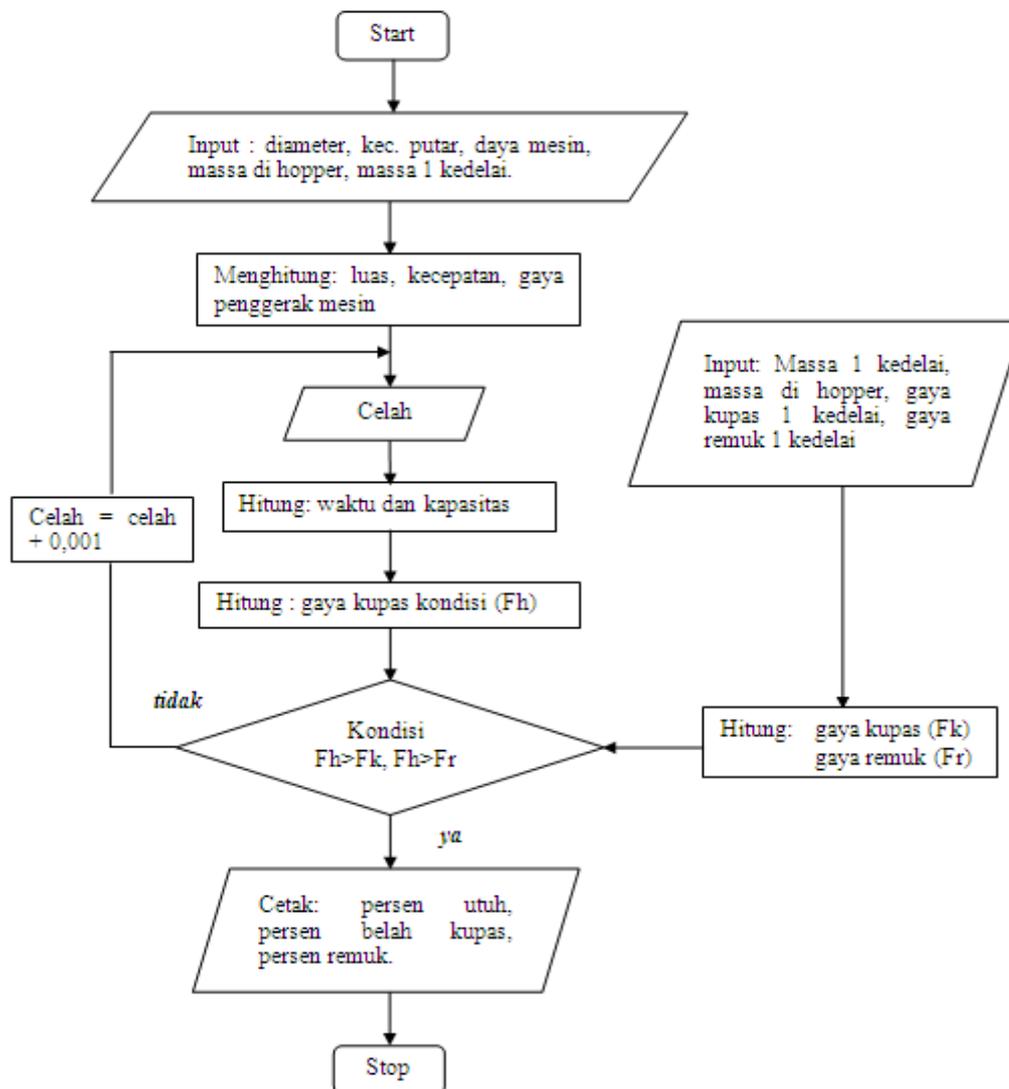
Gambar 2. Diagram kausal model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram alir pemrograman untuk simulasi hasil pemodelan. Langkah awal dimulai dengan menentukan input data sehingga menghasilkan data baru. Pada tahap

tertentu, data yang dihasilkan dapat dikondisikan dengan cara membandingkan data tersebut dengan data lainnya. Setelah itu, akan diperoleh hasil akhir simulasi yang diinginkan. Diagram alir yang digunakan

dalam menghitung model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai untuk

bahan baku tempe dapat dilihat pada Gambar 3.

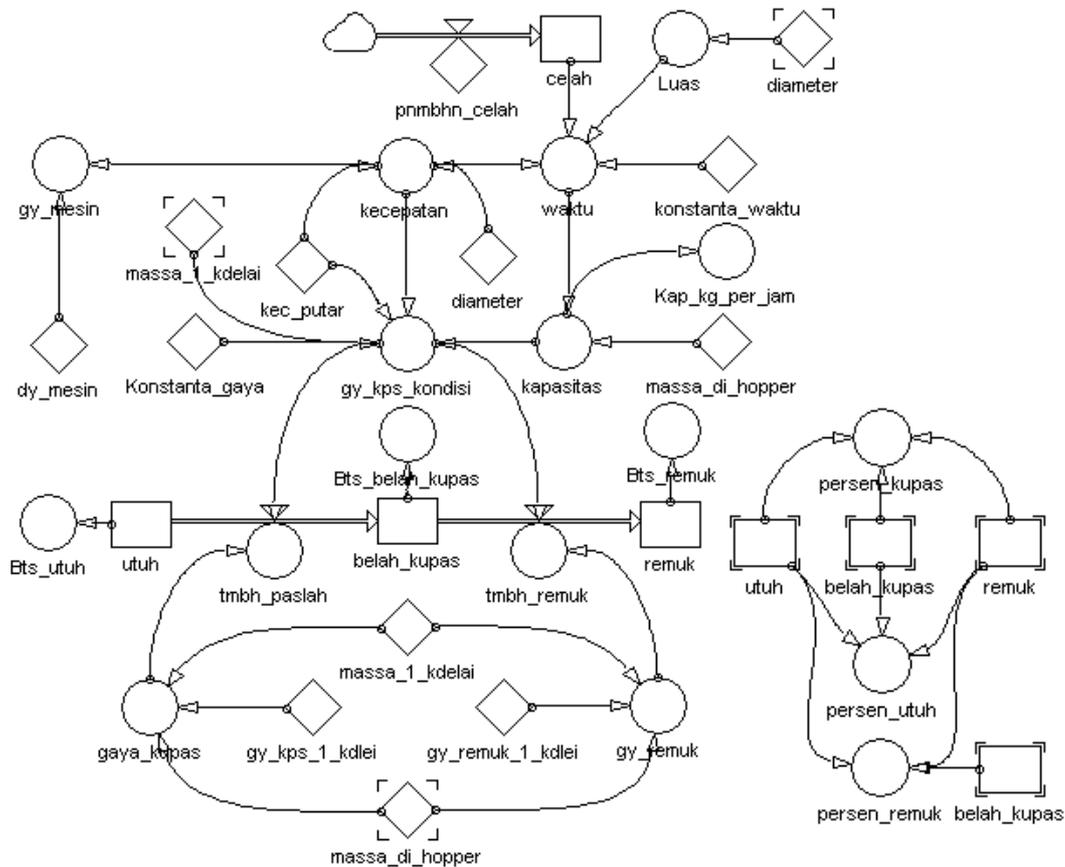


Gambar 3. Diagram alir pemrograman model efisiensi mesin pengupas dan pembelah kedelai

3. Hasil dan Diskusi

Pemodelan sistem merupakan penyederhanaan dari sebuah objek atau situasi. Keterkaitan antara komponen perlu dilakukan dalam upaya mendapatkan model efisiensi mesin pengupas dan pemelah biji kedelai untuk bahan baku tempe. Model efisiensi kedelai terkupas dan terbelah merupakan fungsi dari gaya kupas yang diperlukan dan gaya kupas kupas kondisi, sedangkan efisiensi kedelai remuk merupakan fungsi dari gaya remuk dan gaya kupas kondisi.

Dalam model yang dibangun, ukuran celah piringan pengupas memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap efisiensi kedelai utuh, terkupas terbelah dan remuk. Sehingga dari model ini, diharapkan nantinya akan diperoleh efisiensi pengupasan yang optimal dengan cara pengaturan ukuran celah piringan pengupas. Pemodelan dibuat dengan bantuan program Powersim versi 1.03. Gambar model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai

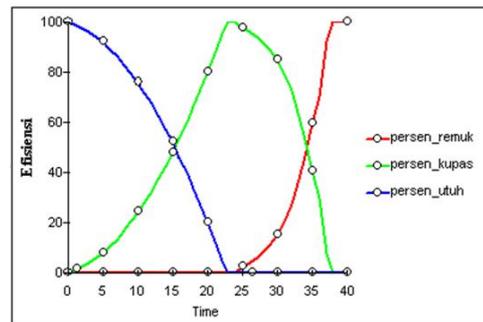
Hubungan antar komponen yang mempengaruhi efisiensi kerja mesin untuk mempermudah analisis model, disajikan dalam bentuk persamaan yang membentuknya. Dari persamaan ini dapat dilihat hubungan antar komponen yang saling mempengaruhi, ada yang sebanding dan ada pula yang berbanding terbalik.

Dalam mengeksekusi model untuk melihat gambaran pola perubahan persentase kedelai terkupas terbelah, remuk dan utuh, dapat digunakan beberapa asumsi dalam pemodelan ini antara lain:

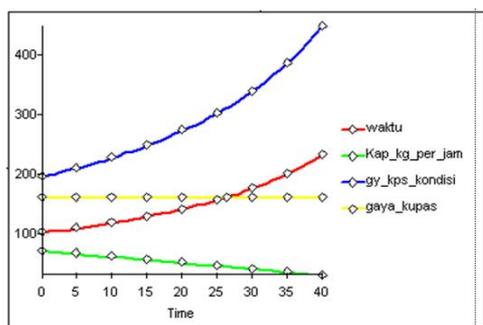
1. Daya mesin yang digunakan dianggap konstan (menggunakan 1 mesin),
2. Diameter piringan yang digunakan dianggap konstan (menggunakan 1 jenis piringan)
3. Kedelai yang digunakan dalam penelitian ukuran dan massanya dianggap *homogen*, sehingga gaya kupas dan gaya remuk 1 kedelai juga dianggap konstan
4. Massa kedelai yang ada di dalam *hopper* diasumsikan konstan (2 kg)

Langkah berikutnya adalah melakukan simulasi terhadap model yang dibuat. Hasil simulasi ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam membuat keputusan dalam

menentukan variabel terbaik untuk mendapatkan efisiensi pengupasan dan pembelahan kedelai yang paling optimal. Hasil simulasi model yang dibuat dapat dilihat pada gambar 5 dan 6, serta tabel 1 dan 2 berikut ini.



Gambar 5. Simulasi model efisiensi pengaruh celah terhadap persentase terkupas, remuk dan utuh



Gambar 6. Simulasi model efisiensi pengaruh celah terhadap waktu, kapasitas, gaya kupas dan gaya kupas kondisi

Gambar 5 hasil simulasi model menunjukkan bahwa pengurangan ukuran celah dapat menurunkan persentase kedelai utuh, sedangkan persentase kedelai terkupas dan terbelah akan bertambah sampai batas maksimal. Setelah mencapai nilai maksimal, persentase kedelai dan terkupas terbelah akan berkurang akibat kenaikan persentase kedelai yang remuk.

Gambar 6 hasil simulasi model menunjukkan bahwa pengurangan ukuran celah dapat menambah waktu proses dan gaya kupas kondisi yang dihasilkan, sedangkan kapasitas mesin pengupas akan berkurang. Penambahan gaya kupas kondisi inilah yang sangat menentukan kondisi terkupas, remuk atau utuhnya biji kedelai yang diproses di dalam mesin pengupas kedelai. Jika gaya kupas kondisi lebih besar dari gaya kupas yang diperlukan maka akan terjadi penambahan kedelai yang terkupas, sedangkan jika gaya kupas kondisi terlalu besar sehingga nilainya melebihi gaya remuk, maka akan terjadi pengurangan kedelai terkupas dan terjadi penambahan kedelai remuk. Jadi kondisi ini harus benar-benar diperhatikan dalam simulasi model yang dibuat.

Tabel 1. Simulasi model efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai yang dibuat

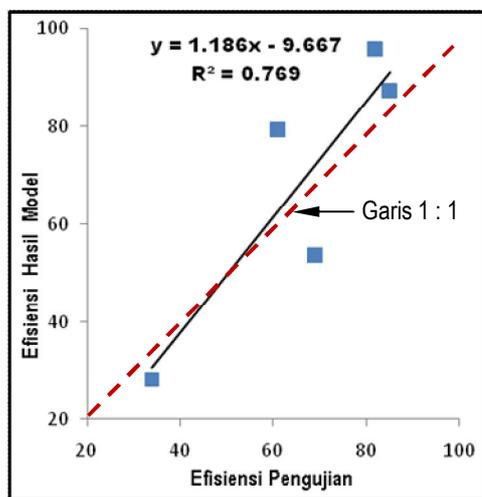
| TIME | celah | persen_kupas | persen_remuk | persen_utuh |
|------|--------|--------------|--------------|-------------|
| 18 | 0.0053 | 66.24 | 0.00 | 33.76 |
| 19 | 0.0052 | 72.97 | 0.00 | 27.03 |
| 20 | 0.0051 | 80.01 | 0.00 | 19.99 |
| 21 | 0.0050 | 87.36 | 0.00 | 12.64 |
| 22 | 0.0049 | 95.02 | 0.00 | 4.98 |
| 23 | 0.0048 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | 0.0047 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | 0.0046 | 97.76 | 2.24 | 0.00 |
| 26 | 0.0045 | 95.89 | 4.11 | 0.00 |
| 27 | 0.0044 | 94.00 | 6.00 | 0.00 |
| 28 | 0.0043 | 91.70 | 8.30 | 0.00 |
| 29 | 0.0042 | 88.65 | 11.35 | 0.00 |
| 30 | 0.0041 | 84.57 | 15.43 | 0.00 |

Simulasi model bertujuan untuk mendapatkan nilai persentase tertinggi kedelai terkupas dan terbelah untuk memperoleh efisiensi yang paling optimal mesin pengupas dan pembelah kedelai tipe piringan. Hasil simulasi menunjukkan persentase tertinggi kedelai terkupas dan terbelah adalah 100% yang dicapai pada ukuran celah 4,8 mm, dengan kapasitas 48,02 kg/jam dan membutuhkan gaya kupas kondisi sebesar 287,83 Newton.

Validasi merupakan tahap akhir dalam pengembangan pemodelan untuk memeriksa model dengan kesesuaian output model. Validasi terhadap perilaku dilakukan untuk menjawab apakah model konsisten terhadap realitas yang digambarkan dan konsisten dengan tujuan kegunaan dan hal yang dipermasalahkan. Pengujian validasi perilaku model difokuskan pada uji prediksi model terhadap perubahan variabel celah. Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan ukuran celah terhadap efisiensi kedelai utuh, terkupas terbelah dan remuk. Uji validasi terhadap model dapat dilakukan menggunakan uji t dengan tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5%.

Tabel 2. Simulasi pengaruh ukuran celah terhadap waktu, kapasitas, dan gaya kupas kondisi

| TIME | celah | waktu | kap_kg_per_jam | gy_kupas_kondisi | gy_kupas | gy_remur |
|------|--------|--------|----------------|------------------|----------|----------|
| 18 | 0.0053 | 135.78 | 53.03 | 260.68 | 160.00 | 288.00 |
| 19 | 0.0052 | 138.39 | 52.03 | 265.69 | 160.00 | 288.00 |
| 20 | 0.0051 | 141.11 | 51.03 | 270.90 | 160.00 | 288.00 |
| 21 | 0.0050 | 143.93 | 50.02 | 276.32 | 160.00 | 288.00 |
| 22 | 0.0049 | 146.87 | 49.02 | 281.96 | 160.00 | 288.00 |
| 23 | 0.0048 | 149.93 | 48.02 | 287.83 | 160.00 | 288.00 |
| 24 | 0.0047 | 153.11 | 47.02 | 293.96 | 160.00 | 288.00 |
| 25 | 0.0046 | 156.44 | 46.02 | 300.35 | 160.00 | 288.00 |
| 26 | 0.0045 | 159.92 | 45.02 | 307.02 | 160.00 | 288.00 |
| 27 | 0.0044 | 163.55 | 44.02 | 314.00 | 160.00 | 288.00 |
| 28 | 0.0043 | 167.36 | 43.02 | 321.30 | 160.00 | 288.00 |
| 29 | 0.0042 | 171.34 | 42.02 | 328.95 | 160.00 | 288.00 |
| 30 | 0.0041 | 175.52 | 41.02 | 336.98 | 160.00 | 288.00 |



Gambar 7. Grafik hubungan efisiensi hasil pengujian dan model.

Hubungan matematis antara efisiensi hasil pengujian (X) terhadap efisiensi hasil model (Y) pada mesin pengupas dan pembelah kedelai tipe piringan disajikan dengan persamaan berikut :

$$Y = 1,186.X - 9,667 \tag{1}$$

Koefisien determinasi (R²) = 0,769

Uji pengaruh hubungan antara hasil pengujian dan model dilakukan dengan uji t untuk membandingkan data sebenarnya dengan data hasil simulasi model. Hasil uji t menggunakan taraf signifikansi 5%, dengan jumlah data sampel (n) = 5, dapat ditentukan nilai t tabel 2,571 (Gomez dan Gomez,1984). Berikut dapat dibandingkan nilai t tabel dengan nilai t hitung.

1. Efisiensi terkupas, dengan t hitung (0,44) < t tabel (2,571)
2. Efisiensi remuk dengan t hitung (1,68) < t tabel (2,571)

3. Efisiensi utuh dengan t hitung (0,69) < t tabel (2,571)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai t hitung untuk persentase kedelai terkupas, remuk dan utuh lebih kecil dari nilai t tabel. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa data hasil pengujian tidak berbeda nyata dengan hasil simulasi model, dengan kata lain bahwa model yang dibuat sudah valid.

4. Kesimpulan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengurangan ukuran celah akan berpengaruh pada penambahan waktu proses, pengurangan kapasitas dan penambahan gaya kupas kondisi. Hal ini berakibat menurunkan persentase kedelai utuh, sedangkan persentase kedelai terkupas dan terbelah akan bertambah pada awal proses sampai batas maksimal. Setelah mencapai nilai maksimal, persentase kedelai dan terkupas terbelah akan berkurang sebagai akibat kenaikan persentase kedelai yang remuk.

Efisiensi terbaik mesin pengupas dan pembelah biji kedelai yang diperoleh dari hasil simulasi model dengan efisiensi kedelai terkupas dan terbelah tertinggi sebesar 100% yang dicapai pada ukuran celah 4,8 mm, dengan kapasitas 48,02 kg/jam dan membutuhkan gaya kupas kondisi sebesar 287,83 Newton.

Analisis validasi model menunjukkan bahwa hasil prediksi model tidak berbeda nyata dengan hasil pengujian, sehingga model

efisiensi mesin pengupas dan pembelah biji kedelai yang dibuat dapat diterima.

Pustaka

- Anonim, 2001, Akademi Analisis Kesehatan AAK, *Kedelai*, Kanisius, Yogyakarta
- Gomez, K.A., Gomez, A.A., 1984, *Statistical Procedures for Agricultural Research*, John Wiley & Sons, United States of America
- Rahayu, Anindia., 2005, *Pembuatan Tempe Kedelai (Glycine Max)*, Majalah Trubus, Edisi September, Vol. I No. 4, Jakarta
- Riles M.W., Hery Tristijanto, Ampala Khoryanton, 2007, *Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai Sistem Gesekan Putar*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Politeknik Semarang
- Rofarsyam, *Studi Eksplorasi Pembuatan Tempe pada Industri Kecil di Kabupaten Semarang*, Mandegani Vol II No. 4, 2006, Politeknik Negeri Semarang
- Rofarsyam, 2010, *Rancangbangun Mesin Pembelah Biji Kedelai (Glycine max L) Sistem Gesekan Putar Dengan Penerapan Analisis Dimensi*, Tesis, Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Taufik, H., *Pengujian Mesin Pengupas Kulit Ari Biji Kedelai Di Sentra Industri Tempe Bringin Salatiga Jawa Tengah*, Dimensi, Vol. III No. 2, 2006, Politeknik Negeri Semarang
- Yusron, Muhammad., 2008, *Rancang bangun Mesin Pengupas Kulit Ari dan Pembelahan Biji Kedelai Bahan Baku Produksi Tempe*, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Semarang