

Analisis Kekuatan dan *Safety Factor* Alat Pengering Ikan Berbasis Teknologi Tenaga Surya dan Biomassa dengan Metode *Finite Element Analysis*

Meri Rahmi¹, Suliono², Badruzzaman³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu 45252

E-mail : meri@polindra.ac.id

E-mail : sulionolee@gmail.com

E-mail : badruzzaman@polindra.ac.id

ABSTRAK

Salah satu metode untuk pengawetan ikan adalah dengan proses pengeringan. Proses pengeringan ikan yang dilakukan oleh nelayan khususnya di Desa Eretan Wetan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu masih secara tradisional. Dari segi waktu dan kualitas, metode ini tidak efisien dan efektif, karena panas matahari tidak stabil. Sehingga kadar air untuk produk ikan kering yang dihasilkan masih jauh dari standar pangan yang telah ditentukan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis alat pengering ikan dengan teknologi matahari dan biomassa. Pengeringan ikan dengan sumber tenaga surya dan ditambahkan dengan panas yang berasal dari pembakaran briket yang ditempatkan secara proposional. Rak pengeringan ikan di dalam ruang kaca, bergerak memutar searah sumbu Y dengan kecepatan maksimum 20-25 rpm, agar pemanasan stabil ke segala arah. Penelitian ini, menganalisis kekuatan dan *safety factor* dua rangka utama alat pengering ikan, yaitu rangka bawah dan rangka atas karena menampung beban keseluruhan ± 30 kg. Metode analisis ini menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dengan bantuan *software Solidworks*. Berdasarkan hasil analisis kekuatan dengan FEA, disimpulkan bahwa pengering dengan kapasitas daya tampung ikan ± 5 kg kuat dan relatif aman. Tegangan maksimum untuk rangka bawah dan rangka atas adalah $2,03e+007$ N/mm² dan $3,14e+006$ N/mm². Perubahan bentuk (*displacement*) dan regangan (*strain*) tidak signifikan dengan rata-rata 0,18 mm. Sedangkan nilai *safety factor* menunjukkan nilai 7,34 dan 1,5 dan masuk kategori aman.

Kata Kunci

Pengering Ikan, Tenaga Surya, Biomassa, FEA, Safety Factor

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis. Perairan tropis kaya akan jenis-jenis ikannya. Berdasarkan penelitian dan beberapa literatur, diketahui tidak kurang dari 3.000 jenis ikan yang hidup di Indonesia. Dari 3.000 jenis tersebut sebanyak 2.700 jenis (90%) hidup di perairan laut dan sisanya 300 jenis (10%) hidup di perairan air tawar dan payau. Dari jumlah tersebut diatas tidak semua tergolong ikan ekonomis penting. Pengertian ekonomis penting yang dimaksud adalah mempunyai nilai pasaran yang tinggi volume produksi makro yang tinggi dan luas, serta mempunyai daya produksi yang tinggi [1].

Peranan perikanan dalam pembangunan ekonomi cukup besar, baik sebagai penghasil bahan pangan sumber protein maupun sebagai penghasil devisa negara. Kebutuhan atas komoditi perikanan, yang diketahui sampai saat ini yaitu masih rendahnya konsumsi ikan penduduk Indonesia rata-rata per tahun mencapai 19 kg/kapita pada tahun 2003. Dengan

harapan konsumsi ikan rata-rata nasional akhir tahun 2004 adalah 22 kg/kapita dan meningkat menjadi 22,7 kg/kapita pada tahun 2005. Apabila nilai ini tercapai maka dalam tahun 2004 diperkirakan dibutuhkan 4,4 juta ton ikan [2].

Pengolahan ikan melalui pengeringan merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mengawetkan produk perikanan, pertanian dan perkebunan [3]. Proses pengeringan pada prinsipnya adalah proses mengurangi kadar air dalam ikan. Menurut [4], untuk mencegah bakteri dan enzim bekerja dalam ikan, selain mengurangi kadar air dalam ikan, diperlukan juga pengendalian temperatur dan RH udara tempat penyimpanan ikan. Beberapa variabel yang penting dalam proses pengeringan ikan adalah: temperatur, RH dan laju aliran udara serta waktu pengeringan. Kadar air ikan bervariasi antara 50% - 80%. Untuk mengurangi aktivitas bakteri dan enzim, kadar air ikan sebaiknya dijaga dibawah 25% [5].

Daerah dengan intensitas sinar matahari rata-rata 30°C selama 8 jam/hari atau lebih, diperlukan waktu pengeringan selama 3 hari berturut-turut. Untuk mengukur tingkat kekeringan ikan dapat dilakukan dengan cara yaitu ditekan dengan ibu jari dan telunjuk tangan pada tubuh ikan yang tidak akan menimbulkan bekas dan dilakukan dengan melipat tubuh ikan asin yang telah kering tidak akan patah [6]. Keuntungan pengeringan dengan sinar matahari adalah biaya relatif lebih murah, pelaksanaan mudah, sedangkan kelemahannya adalah waktu pengeringan serta kebersihannya lebih sulit dicapai sesuai dengan standar yang ada [7].

Hasil penelitian [8], menyimpulkan bahwa ikan dendeng manis yang dikeringkan dengan alat pengering surya pada rak sederhana membutuhkan waktu 8 jam. Perubahan suhu dalam alat pengering sangat ditentukan oleh suhu lingkungan di luar dalam hal ini pengaruh sinar matahari yang menembus alat pengering surya yang digunakan, suhu tertinggi pada siang hari yaitu pada jam 14.00. Curah hujan sekitar antara 30-340 mm dengan periode tertinggi pada bulan Agustus-September. Hujan perbulan sekitar 8-26 hari dengan periode hujan besar pada bulan Agustus-September. Penyinaran matahari rata-rata 51% kecepatan udara rata-rata 1.10 m/dtk dan tingkat penguapan sekitar 3,74 mm/hari. Temperatur udara minimum 23,7°C dan maksimum 32,2°C.

Proses pengeringan ikan di Desa Eretan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu masih dilakukan secara tradisional. Proses penjemuran dilakukan di tempat terbuka yang di hamparkan pada para-para, dijemur di atas semen dan di atas rumput-rumput di sekitar pemukiman dengan menggunakan peralatan yang sangat sederhana. Proses penjemuran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengeringan Ikan Tradisional

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirancang alat pengering ikan dendeng manis khususnya untuk nelayan di Desa Eretan Wetan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu. Alat ini menggunakan teknologi tenaga surya dan pemanfaatan biomassa briket yang banyak didapatkan di Kabupaten Indramayu. Pengeringan ikan ini memanfaatkan dengan semaksimal mungkin sumber tenaga surya dalam ruang kaca dan ditambahkan dengan panas yang berasal dari pembakaran briket yang ditempatkan secara proposional. Rak pengeringan ikan di dalam ruang kaca, bergerak memutar searah sumbu Y dengan kecepatan maksimum 20-25 rpm, agar pemanasan stabil ke segala arah. Untuk itu perlu dilakukan analisis kekuatan dan *safety factor* terhadap dua rangka utama alat pengering ikan, yaitu rangka bawah dan rangka atas. Metode analisis menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dengan bantuan *software Solidworks*. Rangka bawah dan rangka atas harus dipastikan kuat dan aman, karena harus mampu menampung ikan yang dikeringkan dan dengan kondisi berputar.

2. PERANCANGAN PRODUK

2.1 Desain Produk

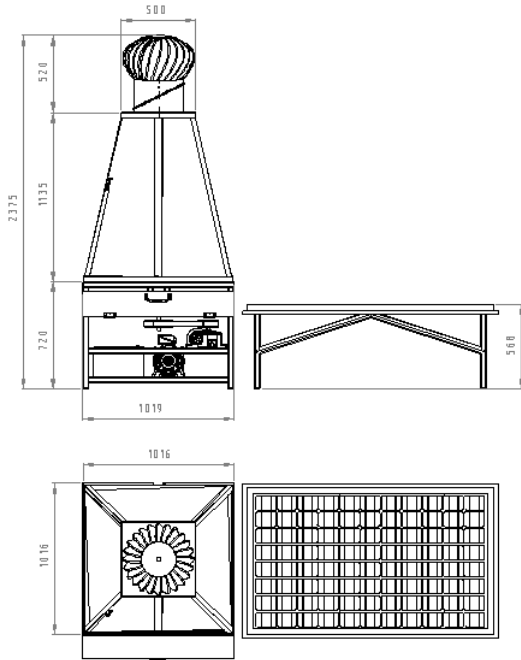
Proses perancangan dilakukan dengan tahapan yang sesuai dengan VDI 2222. Tuntutan produk yang diharapkan untuk mengakomodasi kuantitas dan area untuk menampung kapasitas ± 5 kg ikan. Beban total termasuk beban kaca dan *part* standar mencapai 30 kg. Bentuk ruang kaca pengering berupa limas segi empat. Rak untuk tempat penjemuran ikan terdiri dari tiga *layer* (tingkat) yang berputar 360° agar proses pengeringan merata.

Pemilihan bentuk ini berdasarkan penelitian yang sudah pernah dilakukan untuk pengeringan kerupuk [8] dan pengeringan jagung [9] dan didapatkan hasil yang optimal. Bentuk desain produk atau alat pengering ikan dengan teknologi tenaga surya dan biomassa dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

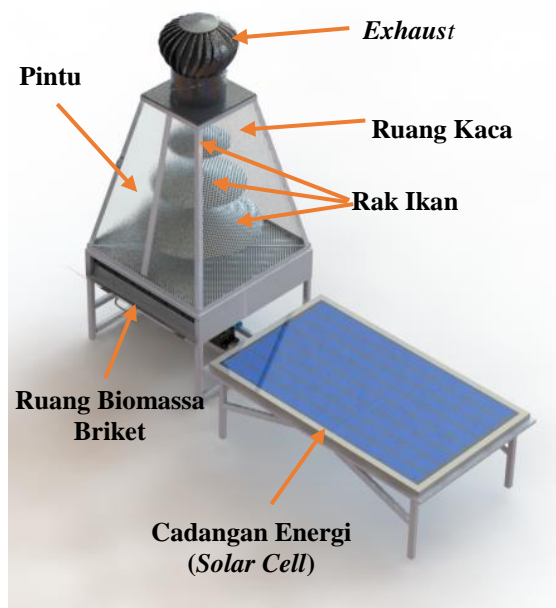
2.2 Material

Material yang digunakan untuk alat pengering ikan berbasis tenaga surya dan biomassa ini terdiri dari tiga material utama antara lain, kaca, baja dan aluminium. Material kaca merupakan bahan utama karena sebagai ruang pengering ikan. Pemilihan bahan kaca dengan pertimbangan bahwa kaca mampu mentransfer panas matahari dengan baik. Selain itu, penggunaan kaca juga berguna untuk dapat mengontrol kondisi ikan secara visual.

Untuk rangka ruang kaca menggunakan material baja dengan bentuk besi hollow ukuran 40 mm x 40 mm x 2 mm dan ukuran 50 mm x 50 mm x 2 mm. Material lain besi siku ukuran 50 mm x 50 mm x 2 mm dan pelat tipis tebal 2 mm. Material aluminium digunakan pada bagian *exhaust* yang sebagai penghisap uap air. Posisi *exhaust* terletak pada bagian paling atas.



Gambar 2. Perancangan Produk 2D



Gambar 3. Perancangan Produk 3D

2.3 Perhitungan

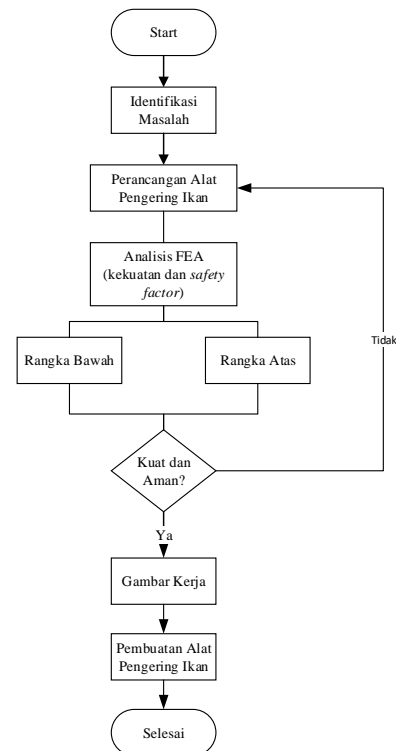
Perhitungan terhadap alat pengering ikan dendeng manis ini meliputi perhitungan rangka, perhitungan motor dan perpindahan panas. Hasil perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 1. Batas minimum *safety factor* yang dipilih adalah 1,25-2 dan termasuk kriteria statis. Berdasarkan hasil perhitungan secara matematis didapatkan bahwa alat pengering ikan dinyatakan kuat terhadap beban dan pengaruh putaran. Serta nilai *safety factor* masuk dalam kategori aman.

Tabel 1. Hasil Perhitungan

Dimensi	Nilai	Satuan
Beban Total	30	Kg
Momen Bending	72,78	Nm ²
Momen Inersia	43,20	mm ⁴
Tegangan Tarik	33,67	Nm ²
Safety Factor	7,43	
Diameter poros	25	mm
Daya Motor	0.11	Hp

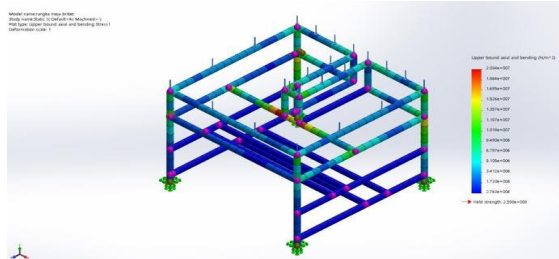
3. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. Tahapan yang dilakukan antara lain pembuatan rancangan 3D yang dapat dilihat pada Gambar 3. Parameter lainnya adalah beban, material dan suhu lapangan serta panas dari biomassa. Parameter ini digunakan untuk proses analisis dengan bantuan *software Solidworks*.

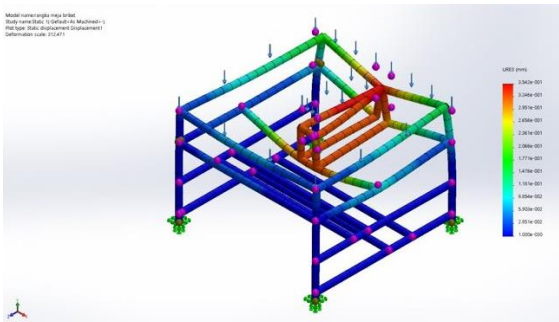


Gambar 4. Flowchart Penelitian

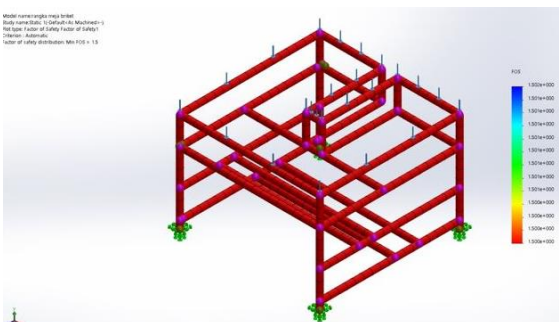
Analisis dilakukan untuk mengetahui kekuatan alat pengering ikan. Analisis dilakukan pada dua bagian rangka utama. Analisis rangka tahap 1 dilakukan pada rangka bawah, sebagai rangka utama penyangga semua beban yang ada pada alat pengering. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 6. Sedangkan hasil analisis *safety factor* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 5. Bentuk Hasil Analisis Tegangan (von mises) Rangka Bawah

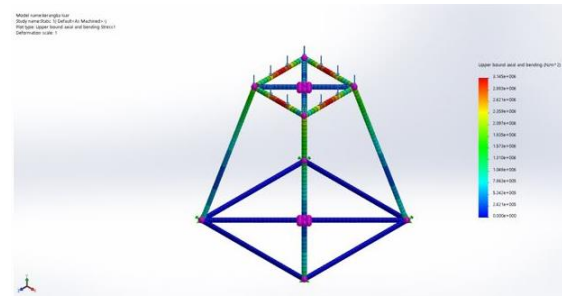


Gambar 6. Bentuk hasil analisis *displacement* Rangka Bawah

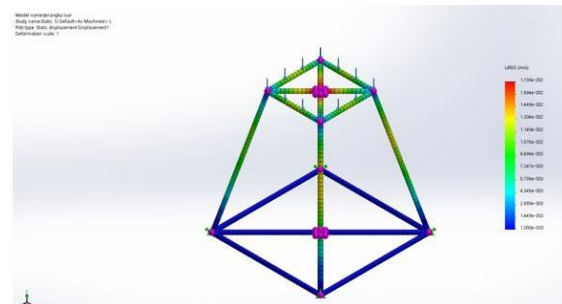


Gambar 7. Hasil Analisis *Safety Factor* Rangka Bawah

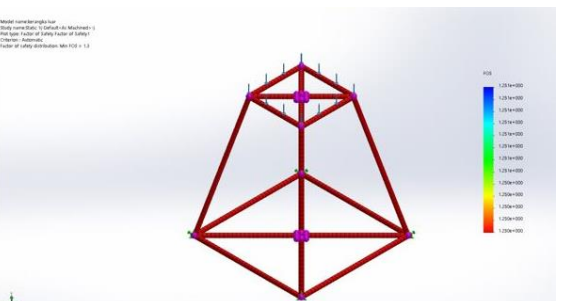
Analisis rangka tahap 2 dilakukan pada rangka atas sebagai penahan kaca dan penyangga poros. Hasil analisis rangka atas ini dapat dilihat pada Gambar 8 sampai dengan Gambar 9. Sedangkan hasil analisis *safety factor* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Bentuk Hasil Analisis Tegangan (von mises) Rangka Atas



Gambar 9. Bentuk hasil analisis *displacement* Rangka Atas



Gambar 10. Hasil Analisis *Safety Factor* Rangka Atas

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kekuatan dan *safety factor* untuk dua rangka utama alat pengering ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Rangka

Rangka	Stress Min (N/mm ²)	Stress Max (N/mm ²)	Displacement (mm)	Safety Factor
Bawah	0	2,03e+007	0,345	1,5
Atas	0	3,14+007	0,017	1,25

Tabel 2 menunjukkan bahwa *stress* atau tegangan yang diterima oleh rangka bawah dan rangka atas tidak signifikan. Ini dibuktikan juga dengan hasil *displacement* untuk kedua rangka tidak signifikan, hanya terjadi perubahan sebesar 0,345 mm dan 0,017

mm. Sedangkan untuk *safety factor* memang masih tidak terlalu aman atau mendekati batas maksimum nilai *safety factor* yang diizinkan. Nilai *safety factor* hasil perhitungan dengan nilai analisis berbeda, namun masih dalam kategori aman dengan nilai 7,34 secara matematis dan 1,5 berdasarkan hasil analisis FEA.

5. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi stress yang lebih tinggi pada rangka bawah dibandingkan dengan rangka atas karena beban yang diterima lebih besar dari rangka atas. Akan tetapi secara alat, masih aman digunakan selama putaran poros hanya berkisar pada kecepatan 20-25 rpm. Dapat disimpulkan bahwa alat pengering ikan berbasis teknologi tenaga surya dan biomassa aman dan bisa untuk diproduksi sesuai dengan desain dan diperuntukkan untuk masyarakat nelayan di Desa Eretan Wetan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu.

Saran untuk pengembangan alat pengering ikan berbasis teknologi tenaga surya dan biomassa ini lebih mutakhir dengan adanya sensor suhu dalam ruang kaca dan sensor kadar air pada ikan secara otomatis. Ini akan lebih mempercepat waktu dan membantu petani atau nelayan mengetahui kondisi ikan yang dikeringkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini bisa dilakukan dengan baik,

terutama kepada narasumber yaitu ketua kelompok tani/nelayan di Desa Eretan Wetan, Kecamatan Kandanghaur, Kabupaten Indramayu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Genisa, "Pengenalan Jenis - Jenis Ikan Laut Ekonomi Penting Di Indonesia," *Oseana*, p. 17, 1999..
- [2] F. Valentina, "Produk Perikanan," 2009. [Online]. Available: <http://www.bkipm.kkp.go.id/bkipmnw/en/sni/Produk%20perikanan>.
- [3] Suprpto, E. Daryanto and C. Situmeang, "Aplikasi Teknologi Pengering Tenaga Matahari Dan Biomassa Pada Produksi Ikan Asin Dan Ikan Asap Di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 23, no. No 1, pp. 1-7, 2016.
- [4] A. Tuyu, H. Onibala and D. M. Makapedua, "Studi Lama Pengeringan Ikan Selar (*Selaroides* sp) Asin Dihubungkan Dengan Kadar Air Dan Nilai Organoleptik," *Jurnal Media Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 2, no. 2, p. 20126, 2014.
- [5] P. Kristanto, E. A. Handoyo dan S. Alwi, "Disain Dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya," p. 1, 2011.
- [6] d. Susianawati, "Kajian Penerapan Produk Ikan Kering Dalam Upaya," *Undip Semarang*, Semarang, 2006.
- [7] H. Wibowo and E. Purnomo, "Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Untuk Industri Kecil Pedesaan," *Inotek*, vol. 8, no. Nomor 2, 2004.
- [8] d. Imbir, "Tingkat Kapasitas Pembudidayaan Ikan," 2015.
- [9] Y, Djamalu, "Studi Eksperimen Perpindahan Panas Pada Pengering Jagung Tipe Rumah Kaca Dengan Dua Cerobong Penghawaan," *Tesis, Institut Teknologi Sepuluh November*, 2014.