Makalah disampaikan Pada Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENASTEK), LPPM UNUD, 14-15 Oktober 2017

Desain Sistem Delivery Ikan Segar Untuk Pedagang Kecil [1]

I W. Widia[a], dan I M.S Utama.[b]

[a]Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Udayana
wayanwidia@unud.ac.id
[b]Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Udayana
s.utama@ymail.com

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah merancang sarana pemasaran ikan segar berkeliling menggunakan sepeda motor untuk pedagang kecil. Sistem delivey ini dirancang dengan tiga komponen utama yaitu peralatan peti berpendingin thermoelektrik, kerangka dudukan peti pendingin, dan penghubung sespan ke sepeda motor. Berdasarkan hasil kajian tekno-ekonomi, peti berpendingin thermoelektrik yang dipilih memiliki spesifikasi antara lain dimensi (P= 63 cm, L=56 cm, dan T=83 cm), berat 27 kg, konsumsi listrik sebesar 100 Watt, warna putih dengan dinding luar-dalam yang terbuat dari bahan polyurethane. Rancangan dudukan peralatan peti berpendingin terdiri dari kerangka tempat meletakkan peti, sistem roda dan penghubung. Sistem roda berfungsi menggerakan kerangka dudukan beserta beban yang diletakkannya agar sejalan dengan putaran sepeda roda sepeda motor yang digunakan sebagai penarik. Total beban pendinginan pada sistem delivery ini sebesar 97.83 watt. Sistem delivery ini memerlukan perangkat tambahan yaitu Inverter untuk mengubah arus listrik DC menjadi AC, dan baterai (aki) didasarkan pada kebutuhan listrik kompressor, efeisiensi inverter serta lamanya transportasi yang berkisar rata-rata 3-4 jam/hari untuk memasarkan 90-100 kg ikan segar/hari.

Kata Kunci : rantai dingin, mutu ikan segar, sistem delivery, ritel produk segar

1. PENDAHULUAN

Potensi perikanan Indonesia yang besar seyogyanya dimanfaatkan untuk meningkatkan konsumsi ikan bagi masyarakatnya sendiri. Tingkat konsumsi ikan per kapita di Indonesia masih rendah yakni hanya sebesar 33,14 kg per tahun per kapita, sementara itu Malaysia dan Singapura berturut 56,1 kg kapita/tahun dan 48,9 kapita/tahun. Demikian juga, tingkat konsumsi ikan di Provinsi Bali lebih rendah dari rata-rata konsumsi nasional dan baru mencapai 30,59 kapita/tahun, (Wiranata et. al, (2016). Satu penyebab rendahnya tingkat konsumsi ikan adalah kurangnya akses pasar ikan segar.

Ikan yang telah mati harus dijaga agar tetap segar hingga sampai ke tangan konsumen. Ikan yang telah mati sangat cepat mengalami penurunan mutu. Kerusakan daging ikan setelah mati disebabkan oleh adanya enzim dalam tubuh ikan yang menyebabkan daging ikan menjadi busuk. Serangan dan penyebaran bakteri patogen pada tubuh ikan berlangsung dengan cepat dan apabila kondisi lingkungan semakin buruk maka penyerangan bakteri ini bisa menjadi semakin singkat. Penyebaran dan penularan bakteri patogen ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu melalui media air atau ikan, wadah pengangkut serta melalui manusia.

Salah satu cara untuk mempertahankan mutu kesegaran ikan adalah dengan mengaplikasikan sistem rantai dingin, yakni mempertahankan suhu ikan senantiasa 5°C disepanjang rantai distribusi dan penyimpanan. Selama ini cara pemasaran oleh pedagang ikan segar keliling masih bersifat terbatas, yakni penggunan es sebagai media pendingin. Penggunaan teknik pedinginan semacam ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya kecilnya kapasitas muat ikan dalam peti insulasi, kurang nyamannya dalam berkendara serta belum terwujudnya cara penanganan ikan segar yang baik sebagaimana yang dipersyaratkan oleh stakeholders.

Beberapa pedagang ikan keliling di Bali membutuhkan alat transportasi ikan dengan kapasitas sampai 90 kg yaitu saat kegiatan pembelian ikan dari pengumpul atau TPI. Selama ini pedagang tersebut menggunakan kotak stirofom yang diletakkan di atas sepeda motor. Jumlah ikan yang didistribusikan oleh pedagang sebanyak 30–90 kg (1–3 kotak stirofom tiap sepeda motor) dengan waktu transportasi sekitar 3 jam. Kotak stirofom tersebut diletakkan di atas tempat duduk sepeda motor. Hal ini menyebabkan keseimbangan berkendara terganggu karena kotak stirofom dapat berubah posisinya akibat goncangan, kondisi jalan yang berbelok-belok serta naik turun. Kondisi seperti itu dapat menyebabkan kotak stirofom terjatuh. Bertitik tolak dari latar belakang dan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain sistem delivery yang mampu mempertahankan mutu kesegaran ikan dalam rangka mendukung kegiatan pemasaran ikan segar berkeliling bagi pedagang kecil menggunakan sepeda motor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Desain sistem delivery ini mengacu pada penerapan sistem rantai dingin (cold chain system) dalam praktek ritel produk segar. Prinsip utama dalam penerapan rantai dingin yaitu penanganan ikan dengan menurunkan suhu sekitar 0°C dan menjaga suhu tersebut terus menerus tanpa terputus sejak ikan ditangkap atau dipanen, didaratkan, dan didistribusikan serta dipasarkan hingga ke tangan konsumen.

Pengontrolan suhu dalam proses pengiriman sampai produk sampai di tangan konsumen harus dilakukan dengan baik untuk mencegah produk tidak melebihi dari suhu 5°C (SNI 01-2729.2-2013). Selain pengontrolan dalam suhu, juga dilakukan pengecekan pada wadah yang digunakan selama proses pengiriman sehingga wadah yang digunakan sudah memenuhi syarat kemasan sesuai dengan *standart operating procedure* (SOP). Jenis pendinginan yang digunakan dalam penanganan produk harus didukung dengan wadah yang terisolasi sehingga produk di dalam wadah tidak terjadi kerusakan. Jika produk yang sudah dalam wadah pendinginan namun tidak dilakukan pengiriman, maka produk harus disimpan dalam ruangan penyimpanan dingin.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peti insulasi, sistem pendinginan,

plat alumunium setebal 1,2 mm, bateri (Accu), inveter, sensor suhu digital, dan ikan *baby* tuna sirip kuning *(thunnus albacores)*, pipa besi, bahan las, cat minyak, shock breakers, velg sepeda motor, baut. Peralatan yang digunakan dalam perancangan adalah gerinda potong, palu, gergaji, *cutter*, penggaris, jangka sorong, obeng, gunting, mesin bor, alat potong, alat penekuk, alat las, ember, gelas ukur, pengaduk dan alat penekuk.

Tahapan desain sistem delivery ikan segar ini meliputi penentuan kriteria desain, pembuatan ranrangan fungsional, pembuatan rancangan struktural dan pembuatan alat. Dalam pembuatan rancangan fungsional beberapa hal utama yang diperhatikan antara lain sistem mampu mempertahankan suhu ikan di bawah 5 ^{O}C, tempat meletakkan dan mengangkut ikan dari TPI sampai konsumen serta dapat dioperasikan menggunakan sepeda motor. Fungsi-fungsi yang harus dapat dijalankan oleh sistem meliputi a) mengurangi pindah panas, b) memasukkan dan mengeluarkan ikan, c) mengeluarkan sisa air dalam peti, d) menempelkan peti insulasi pada sepeda motor, e) menghubungkan peti dengan sepeda motor, f) memindahkan panas, g) mengambil panas ruang , h) melepaskan panas ke lingkungan, i) monitoring suhu ikan dan j) penyediaan energi.

Bahan, bentuk, tata letak dan ukuran komponen sistem delivery ikan segar dirancang berdasarkan fungsi dan subfungsi komponen yang telah dibuat dalam tahap rancangan fungsional. Rancangan struktural terdiri dari rancangan peti insulasi dan sistem pendingin. Peti insulasi tersusun dari dinding luar, dinding dalam dan insulator. Bahan alumunium dipilih karena memiliki nilai konduktifitas besar sehingga dapat mempercepat proses penyerapan panas ruang. Selain itu alumunium tidak mudah berkarat, mudah dibentuk, ringan dan kedap air. Insulator diletakkan di antara dinding luar dan dalam peti Insulator terbuat dari poliuretan dengan ketebalan 3,5 cm. Poliuretan dipilih karena mudah dibentuk dan mempunyai nilai konduktifitas yang rendah. Dudukan peti insulasi tersebut dihubungkan dengan bagian samping sebelah kiri sepeda motor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Fungsional

Sistem delivery ikan segar dalam penelitian ini didesain berdasarkan fungsi utama yakni memuat produk ikan segar yang bertahan pada suhu rendah yaitu lebih kecil dari 5°C, mengangkut ikan segar dalam peti dengan suhu dingin menggunakan sepeda motor menuju titik-titik pemukiman warga yang menjadi wilayah pemasaran dan melakukan transaksi jual-beli berbasis penjaminan mutu kesegaran ikan yang diperdagangkan oleh pedagang kecil. Moda transportasi menggunakan sepeda motor Merek Yamaha Tipe Mio Soul Tahun Pembuatan 2009 didasarkan pada pertimbangan teknis dan ekonomis. Berdasarkan kebutuhan terhadap fungsi utama untuk pengoperasian sistem delivery ikan segar yang diiinginkan telah diindentifikasi sejumlah aspek teknis operasional dan peralatan/ komponen yang diperlukan (Tabel 1.)

Tabel 1. Rancangan fungsional sistem delivery ikan segar

Aspek teknis operasional	Peralatan/komponen
Mengurangi pindah panas	Insulator
Memasukkan dan mengeluarkan ikan	Tutup peti
Mengeluarkan sisa air dalam peti	Saluran pembuangan
Menempelkan peti pendingin ke sepeda motor	Dudukan
Menstabilkan arah gerak peti pendingin	Roda
Menghubungkan peti dengan sepeda motor	Penghubung
Memindahkan panas	Refrigrant
Mengambil panas ruang	Evaporator
Melepas panas ke lingkungan	Kondensor
Menaikkan tekanan refrigrant	Kompresor
Mengatur jumlah aliran dan tekanan refrigrant	Katup Ekspansi
Pemasok sumber listrik	Aki (Accu)
Mengubah listrik DC ke AC	Inverter
Memantau suhu dalam ruang pendingin	Thermometer digital + Kabel sensor waterproof probe thermometer suhu

Spesifikasi Peralatan Peti Berpendingin

Ketersedian peti insulasi dan sistem pendingin merupakan perangkat yang penting pada sistem delivery ikan segar. Peti insulasi berfungsi untuk memuat produk ikan segar yang memiliki dinding dalam dan luar untuk melindungi produk dari pengaruh luar dan terjadinya kehilangan panas. Penentuan ukuran peti insulasi didasarkan atas beberapa pertimbangan, antara lain kapasitas muat, kemudahan dalam pengangkutan, kenyamanan dalam pengoperasian serta kemampuan daya sepeda motor untuk menariknya.

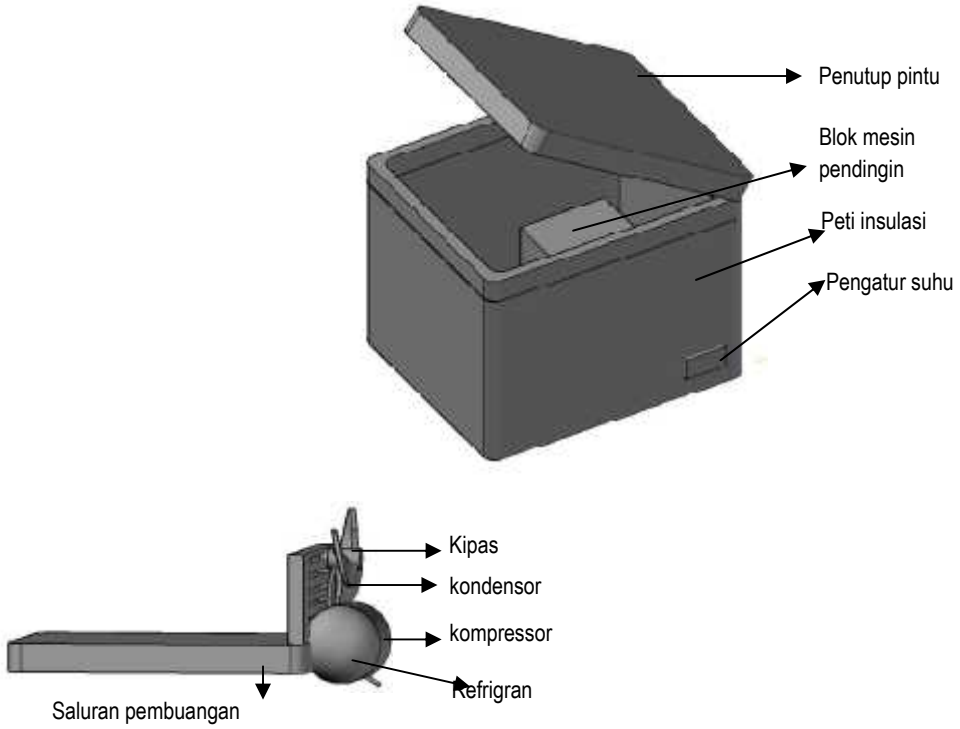
Bahan, bentuk, tata letak dan ukuran komponen sistem delivery ikan segar dalam penelitian ini dirancang berdasarkan fungsi dan subfungsi komponen yang telah dibuat dalam tahap rancangan fungsional. Rancangan struktural terdiri dari rancangan peti insulasi dan sistem pendingin. Rancangan struktural sistem terdiri dari peralatan peti insulasi, sistem pendingin dan penghubung sespan berpendingin ke sepeda motor. Peti insulasi tersusun dari dinding luar, dinding dalam dan insulator. Berdasarkan hasil survei lapangan ditemukan dua tipe peti insulasi dan sistem pendingin yang dapat digunakan sebagai peralatan prndingin untuk sistem delivery ikan segar. Adapun spesifikasi dari masing-masing peralatan prndingin ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi peralatan pendingin yang dapat digunakan

Spesifikasi	Tipe Peralatan Peti Pendingin	
	Tipe A	Tipe B
Informasi dasar	Nama Produk AQF-100W Kategori Freezer Brand AQUA Tahun Rilis 2012	Nama Produk SCF-128FL Kategori Freezer Brand Denpoo Tahun Rilis 2013
Detail teknis	Type Chest Capacity 100 L Power Consumption 100 Watt	Type Chest Capacity 100 L Power Consumption 110 Watt

Perangkat keras	Defrosting Type Manual Shelves Material Wire	Defrosting Type Manual Shelves Material Wire
Desain	Dimensions 63 x 56 x 83 cm Weight 27 kg Color White	Dimensions 56 x53x 84 cm Weight 54 kg Color White

Berdasarkan informasi yang termuat pada Tabel 2, kedua peralatan peti pendingin memiliki kapasitas muat yang sama yaitu 100 Liter. Ukuran peti tidak terlihat ada perbedaan yang mencolok, namun karena perbedaan jenis material yang digunakan untuk mengkonsuksikan peti insulasi ini maka perbedaan berat kedua jenis peralatan ini terlihat sangat nyata, yaitu tipe A beratnya 27 Kg dan Tipe B beratnya 54 Kg, ini berarti peratan peti pendingin Tipe B memiliki berat dua kali dari Tipe A. Berdasarkan pertimbangan teknis dan ekonomis dalam penelitian ini dipilih peralatan peti pendingin Merk AQUA Type AQF-100W. (Gambar 1). Pemilihan jenis peralatan pendingin ini berpengaruh terhadap rancangan konstruksi sespan yang akan dihubungkan dengan sepeda motor Yamaha Tipe Mio Soul yang digunakan.

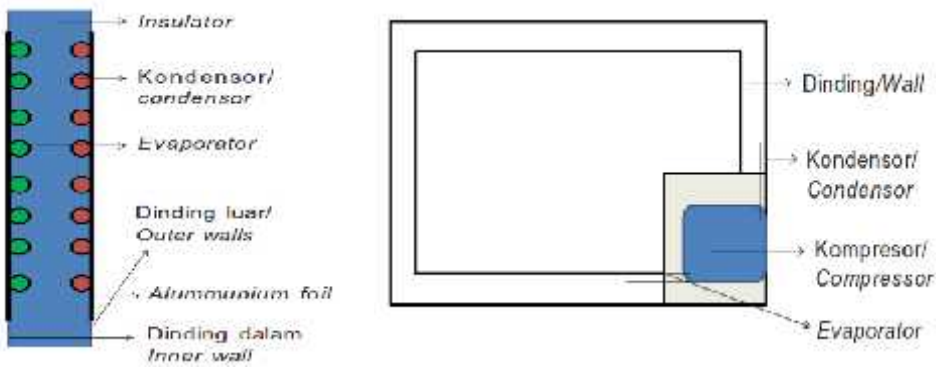


Gambar 1. Dimensi peralatan peti pendingin Merk AQUA Type AQF-100w

Pada Gambar 1, terlihat peti pendingin ini memiliki pintu yang diletakkan pada permukaan atas. Hal ini dimaksudkan agar produk yang tersimpan dalam peti tidak mudah jatuh pada saat melakukan aktivitas pemasukan dan pengeluaran ikan. Pintu peti dibuat terbelah dua bertujuan untuk meringkan beban pada saat aktivitas buka-tutup. Untuk pengamanan juga dilengkapi dengan kunci. Pada bagian dalam peti juga tersedia keranjang yang diletakkan pada bagian atas. Hal ini untuk memisahkan produk ikan tertentu yang dianggap penting untuk dipisahkan, baik karena alasan jenis maupun harga tertentu. Peralatan peti pendingin ini dilengkapi dengan perangkat pengaturan tempratur sesuai dengan tingkat suhu yang

diinginkan. Saluran pembuangan merupakan tempat untuk mengeluarkan sisa-sisa air yang terdapat dalam ruang peti.

Sistem pendingin pada peralatan peti pendingin ini diletakkan pada bagian pojok bawah peti. Sistem pendingin menggunakan sistem kompresi uap yang terdiri dari kompresor, refrigerant, evaporator, katup ekspansi, aki, inverter dan kondensor. Secara umum refrigerant yang melewati pipa evaporator berfungsi untuk menyerap panas secara konveksi alami melalui udara dan secara konduksi melalui material yang didinginkan. Setiap fungsi komponen tersebut dijelaskan dalam rancangan fungsional seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pemilihan sistem pendingin kompresi uap cocok untuk dikembangkan pada sespan berpendingin dengan kapasitas angkut yang lebih besar, karena memiliki nilai COP yang tinggi. Sedangkan sistem pendingin pada alat transportasi ikan untuk pedagang ikan keliling dapat menggunakan pendingin termoelektrik (Shen et. al, 2012, dan Widianto (2014). Evaporator yang terdapat pada sistem pendingin pada peti insulasi Merek AQUA (AQF-100W) terbuat dari pipa aluminium diameter 6 mm yang dililitkan di bagian dalam dinding peti insulasi. Sedangkan kondensor yang terbuat dari bahan yang sama dengan evaporator dililitkan pada bagian luar peti insulasi. Untuk membantu proses pelepasan dan penyerapan panas, kondensor dan evaporator dilapisi dengan aluminum foil dan diletakkan pada dinding peti. Ilustrasi rangkai sistem pendingin ditunjukkan pada Gambar 2.



(a) (b)

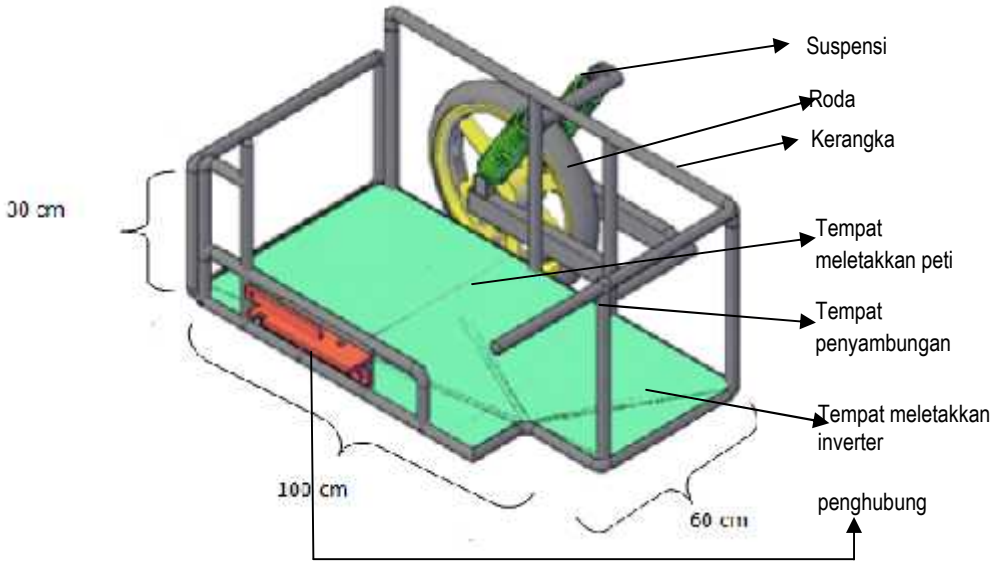
Gambar 2. Penampang dinding peti (a) dan komponen sistem pendingin (b)

Spesifikasi kompresor pada sistem pendingin (Gambar 2), disesuaikan dengan kebutuhan daya 100 watt. Pemilihan kompressor berdasarkan spesifikasi terendah yang ada di pasaran serta disesuaikan dengan kebutuhan beban pendingin. Refrigrant yang dipakai untuk ini adalah R.134, karena mempunyai efek refrigasi yang cukup besar, tekanan evaporator dan kondensor yang cukup rendah serta nilai COP yang cukup tinggi. Selain itu, R134 juga aman dan bagus untuk digunakan dalam ruangan dengan volume yang tidak terlalu besar.

Rancangan Dudukan Peralatan Peti Pendingin

Rancangan dudukan peralatan peti berpendingin pada sistem delivery ikan segar yang diinginkan terdiri dari kerangka tempat meletakkan peti, sistem roda dan penghubung. Kerangka tempat meletakkan peti terbuat dari pipa besi kotak dengan ukuran ¾ inci dan tebal 2mm. Pada bagian bawah permukaan kerangka dudukan ditutup dengan plat alumium tebal 1,2 mm yang dilas dengan bagian kerangka. Hal ini bertujuan untuk melindungi bagian bawah peralatan peti

pendingin dari benturan fisik maupun kotoran debu selama aktivitas transportasi pada saat memasarkan ikan ke wilayah pasar yang dituju (Gambar 3).



Gambar 3. Gambar rancangan dudukan peralatan peti pendingin

Sistem roda pada Gambar 3, berfungsi untuk menggerakan kerangka dudukan beserta beban yang diletakkannya agar sejalan dengan putaran sepeda roda sepeda motor yang digunakan sebagai penarik. Untuk menghasilkan putaran sistem roda tiga (3) yang kompak, maka dipergunakan ukuran dan jenis velg dan roda sama persis dengan spesifikasi yang dipergunakan pada sepeda motor Merk Yamaha Mio Soul. Sistem roda ini juga dilengkapi dengan penutup untuk mencegah kotoran mengena peralatan peti pendingin selama kegiatan transportasi. Selain itu sistem roda juga dilengkapi dengan lengan sepeda motor yang terbuat dari alumninium. Shockbreaker diperlukan untuk menghasilkan suspensi yang lembut selama pergerakan kerangka dudukan yang disertai dengan beban yang diangkutnya.

Komponen penghubung berfungsi untuk menghubungkan kerangka dudukan dengan sepeda motor dengan menggunakan *tierod end* mobi sebanyak dua buahl. *Tierod end* dihubungkan pada bagian belakang sepeda motor (chasisi depan sepeda motor). Pada prinsipnya rancangan dudukan peralatan peti pendingin didesain untuk membuat pedagang nyaman dan aman mengoperasikannya di jalan raya atau dijalan-jalan yang rusak sekalipun.

Beban pendinginan

Beban pendinginan adalah energi yang dibutuhkan selama transportasi ikan yang terdiri dari beban ikan, transmisi panas melalui dinding peti dan inflitrasi udara saat aktivitas buka-tutup peti. Beban pendinginan pada ruang pendingin komersial terdiri dari beban melalui dinding, beban karena aliran udara, beban ikan dan beban penggunaan peralatan lain.

Beban pendinginan ikan adalah energi yang dibutuhkan untuk menurunkan suhu awal sebesar 7oC menjadi suhu ruang peti insulasi yang didinginkan (5oC)

sesuai dengan kriteria desain. Suhu awal didasarkan pada suhu ikan tertinggi di lapangan (Tempat Pelelangan Ikan) yang menunjukkan bahwa suhu ikan sebelum dilakukan transportasi sebesar 1-7oC. Tranmisi panas melalui dinding peti adalah perpindahan panas dari lingkungan menuju ruang ruang peti insulasi melalui seluruh permukaan dinding peti akibat adanya perbedaan suhu lingkungan dengan suhu dalam peti. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi trasnfer panas melalui dinding adalah memilih material yang memiliki nilai konduktifitas thermal rendah.

Hasil perhitungan terhadap beban pendinginan pada sistem delivery ikan segar yang didesain ditunjukkan pada Tabel 3. Perhitungan dilakukan secara matematis dengan beberapa besaran parameter dan kondisi awal yang didasarkan atas hasil pengukuran dan perhitungaan yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil perhitungan beban pendinginan

Beban pendingin	Hasil (Watt)
Transmisi panas melalui dinding peti	22.41
Infiltasi udara	19.07
Beban ikan	56.35
Total	97.83

Tabel 4. Parameter perhitungan beban pendinginan dan kondisi awal

Parameter	Nilai
Kalor jenis ikan (kj/KgoC)	3.55*)
Konduktifitas panas poliuretan (W/moC)	0.033
Suhu awal ikan (^oC)	7
Suhu akhir ikan (oC)	5
Suhu ruang peti (oC)	5
Volume peti (m3)	0.29
Suhu lingkungan (oC)	30
Lama pengoperasian (jam)	2.5 – 4.0
Jumlah pembukaan tutup (kali)	50
Masa jenis udara (kg/m3)	1.34*)
Tebal polyuretan (m)	0.033
Kapasitas peti (kg)	90-100
Enthalphi udara suhu 30oC (kj/kg)	85.54*)
Entalphi udara suhu 5oC (kj/kg)	27.90*)

Menurut Holman (1997) nilai kondukfitas dari suatu bahan menunjukkan kecepatan panas mengalir dalam bahan tersebut. Beban pendinginan melalui dinding peti secara konveksi antara udara dengan dinding peti dan secara konduksi melalui material dinding. Menurut Welty et al. (2004) perpindahan panas yang disebabkann konveksi melibatkan pertukaran energi antara suatu permukaan dengan fluida di dekatnya.

Kebutuhan Listrik Peralatan Peti Pendingin

Ketersedian listrik dalam jumlah yang mencukupi sangat penting untuk memberikan suplai energi selama pengoperasian sistem delivery ikan segar. Dalam hal ini pemilihan sumber listrik didasarkan pada kemudahan aplikasi di lapangan, ketersediaan bahan di pasar, harga yang murah serta kebutuhan energi pendinginan. Berdasarkan perkiraan beban pendinginan yang didaptkan dari hasil perhitungan diperoleh besaran 97.83 watt. Hal ini telah sejalan dengan spesifikasi

kompresor yang dipergunakan pada sistem pendingin dengan kebutuhan listrik sebesar 100 watt.

Peralatan peti pendingin didesain dengan arus listrik AC, karena itu diperlukan perangkat tambahan yaitu Inverter untuk mengubah arus listrik DC menjadi AC. Pemilihan baterai (aki) didasarkan pada kebutuhan listrik kompressor, efeisiensi inverter serta lamanya transportasi yang berkisar rata-rata 3,4 jam/hari untuk memasarkan 90-100 kg ikan segar/hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Sespan berpendingin didesain berdasarkan fungsi utama untuk mempertahankan suhu ikan di bawah 5 ^{O}C, tempat meletakkan dan mengangkut ikan dari TPI sampai konsumen serta dapat dioperasikan menggunakan sepeda motor merek Yamaha Type MIO SOUL, tahun pembuatan 2009.
2. Rancangan struktural sistem delivery ikan segar ini terdiri dari peralatan peti insulasi, sistem pendingin dan penghubung sespan berpendingin ke sepeda motor. Peti insulasi tersusun dari dinding luar, dinding dalam dan insulator. Peralatan pendingin yang digunakan adalah peti pendingin merek AQUA (AQF-100 Watt) dengan dimensi 63 x 56 x 83 cm, berat 27 Kg dan warna putih.
3. Rancangan dudukan peralatan peti pendingin terdiri dari kerangka tempat meletakkan peti, sistem roda dan penghubung. Kerangka didesasin sesuai dengan bentuk dan dimensi peti insulasi sekaligus sebagai tempat meletakkan peralatan inverter dan timbangan.
4. Berdasarkan paramater dan kondisi awal yang digunakan sebagai dasar perhitungan, diperoleh total nilai beban pendinginan sebesar 97.83 watt, yang bersumber dari tranmisi panas melalui dinding peti sebesar 22.41 watt, infiltrasi udara 19.07 watt dan beban ikan 56.35 watt.
5. Pemilihan sumber listrik didasarkan pada kemudahan aplikasi di lapangan, ketersediaan bahan di pasar, harga yang murah serta kebutuhan energi pendinginan. Sumber istrik menggunakan baterai 12 Volt dan 10 Ampere

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2013). *Ikan segar*. SNI 2729.2013. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). *Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori pada produk perikanan*. SNI 2346.2011. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006). *Cara uji kandungan TPC pada produk perikanan*. SNI 01-2332.3.2006. Dewan Standardisasi Nasional.Jakarta.

Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., & Wooton, M. (1978). *Food Science*. Penerjemah : Purnomo, H. dan Adiono. 1988. Jakarta.

Castiaux, E. (2010). An introduction to cold chain management. Journal of GXP Compliance, 14(4), 19-22. Retrieved from http:// search.proquest.com /docview /1331940265 / accountid=32506

Chein, R. & Chen, Y. (2005). Performance of thermoelectric cooler integrated with microchanel heat sinks. *International Journal of Refrigeration*., 28,828–839.

Dossat, R.J. (1981). *Principles of referigation*. New York. Holman, J.P. 1997. *Perpindahan kalor*. Terjemahan. Edisi keenam. Penerbit Erlangga.

Jain, D., & Ilyas, S.M. (2005). Development of mathematical model for cooling. *Journal of food engineering*., *71*, 324–329.

Jugsujinda S. Vora-ud A dan Seetawan T. 2010. Analyzing of thermoelectric refrigerator performance. *Procedia Engineering*., 8, 154–159.

Mansur. (2010). *Pengembangan peti insulasi tipe CB-02 multifungsi ramah lingkungan berbasis termoelektrik untuk kendaraan roda dua*. Skripsi. Universitas Indonesia, Jakarta.

Mohanraj, M. (2013). Energy performance assessment of R430A as possible alternative refrigerant to R134a in domestic refrigerators. *Energy for Sustainable Development*, 17, 471–476.

Shen, L.M., Xiao, F., Chen, H.X., & Wang, S.W. (2012). Numerical and Experimental Analysis of Transient Supercooling Effect of Voltage Pulse on Thermoelectric Element. *International Journal of Refrigeration,* 35, 1156–1165.

Sutjahja, I.M. (2010). Penelitian bahan termoelektrik bagi aplikasi konversi energi di masa mendatang. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, *1*(58).

Wiranata, I Ketut, Widia, I Wayan dan Budisanjaya, I Putu Gede, 2016. Penegmbangan sistem rantai dingin ikan tongkol (Euthynnus Affini) segar untuk pedagang ikan keliling. Skripsi Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Bali.

Widianto, T.N. (2013). *Desain alat transportasi ikan segar berpendingin untuk pedagang ikan keliling*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.

Welty, J.R., Wicks, C.E., & Rorrer, G.L. (2004). *Dasar- dasar fenomena transport*. Terjemahan. Penerbit Erlangga. Edisi keempat, Jakarta.

Zhou, Y. & Yu, J. (2011). Design optimization of thermoelectric cooling systems for applications in electronic devices . *International Journal ofRefrigeration*, *35*, 1139–1144.