

Perancangan Alat Pengolah Sampah *Expanded Polystyrene Foam* (EPS) Portabel untuk Mengatasi Masalah Sampah di Sektor Rumah Tangga

Aqil Murtadho¹, Budi Triyono², Devi Eka Septiyani Arifin³

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

¹E-mail : aqil.murtadho@outlook.com

²E-mail : budi.triyono@polban.ac.id

³E-mail : devi.eka@polban.ac.id

ABSTRAK

Pada awalnya *Styrofoam* yang merupakan nama dagang dari *The Dow Chemical Company* (TDCC) untuk produk *Expanded Polystyrene Foam* (EPS) hanya digunakan sebagai insulator pada bahan konstruksi bangunan. Namun belakangan ini dikarenakan pembuatan dan penggunaannya yang praktis, EPS dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pelindung barang elektronik hingga bahan pembuat mainan anak-anak. Penggunaan EPS yang semakin meluas sayangnya tidak diikuti dengan peningkatan kualitas pengelolaan sampahnya yang seringkali diolah oleh masyarakat dengan pembakaran yang dapat menghasilkan senyawa-senyawa beracun seperti karbon monoksida (CO). Perancangan alat pengolah sampah EPS portabel dengan pelelehan dan ekstrusi bertujuan untuk mencegah tumpukan sampah EPS yang seringkali berakhir kepada pembakaran. Alat dirancang menggunakan metode perancangan Pahl dan Beitz yang dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan perancangan sehingga diperoleh alat dengan total konsumsi energi sebesar 0,87 kW yang digunakan untuk memutar *screw conveyor*, menekan lelehan EPS, mencacah sampah EPS, dan melelehkan EPS. Pada alat terdapat bagian pencacah otomatis yang terintegrasi dengan *screw conveyor* sehingga bobot dan dimensi alat dapat diminimalisasi untuk keergonomisan. Di samping itu juga, pada jalur keluar lelehan EPS terdapat penghisap dan penyaring karbon aktif yang mampu menyaring senyawa beracun seperti CO dan HCFC dengan ukuran partikel mencapai kurang dari 0,01 μm . Dengan harga pokok produksi sebesar Rp7.562.000,00, alat berkapasitas 5 kg/jam tersebut mampu meningkatkan densitas sampah EPS menjadi bahan baku biji plastik polistirena.

Kata Kunci

expanded polystyrene foam, ekstrusi, pencacah otomatis, screw conveyor

1. PENDAHULUAN

Pada awalnya *Styrofoam* merupakan nama dagang dari *The Dow Chemical Company* (TDCC) untuk produk *Expanded Polystyrene Foam* (EPS) yang hanya digunakan sebagai insulator pada bahan konstruksi bangunan [1]. Namun dikarenakan pembuatan dan penggunaannya yang praktis, saat ini EPS dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pelindung barang elektronik, kemasan makanan, hingga bahan pembuat mainan anak-anak.

Penggunaan EPS yang semakin meluas sayangnya tidak diikuti dengan peningkatan kualitas pengelolaan sampahnya. Studi yang dilakukan oleh Fitidarini dan Damanhuri [2] mengenai perilaku masyarakat terhadap sampah EPS di Kota Bandung menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat hanya membuang sampah EPS-nya begitu saja ketika sudah tidak memakainya. Jumlah timbulan sampah EPS yang diperoleh dari keseluruhan tempat pembuangan sampah (TPS) di Kota Bandung adalah 21,769 ton/bulan, di mana hanya 5,184 ton saja yang didaur ulang oleh pemulung dan bandar

menjadi produk baru sehingga sisanya berakhir kepada pembakaran [2].

Sampah EPS merupakan sampah yang sulit diurai oleh alam dan memiliki densitas yang rendah yaitu kurang dari 50 kg/m³ [3]. Dikarenakan densitasnya yang rendah membuat tingkat daur ulang sampah EPS relatif kecil dan membuat nilai ekonominya pun relatif rendah bahkan tidak ada, sehingga seringkali sampah EPS dibuang begitu saja di TPS yang lambat laun akan menumpuk. Sampah EPS yang menumpuk tersebut akhirnya dikelola oleh masyarakat dengan cara pembakaran, padahal dari pembakaran sampah EPS akan dihasilkan senyawa-senyawa beracun seperti *hydrochloroflourocarbon* (HCFC), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), *carbon black*, dan karbon monoksida (CO) [4].

Solusi yang dapat dilakukan untuk mencegah penumpukan dan pembakaran sampah EPS di TPS yaitu dengan mengolahnya menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi menggunakan alat khusus pelelehan dan ekstrusi di sektor rumah tangga sebagai penghasil utama sampah EPS di TPS. Namun alat khusus tersebut di pasaran umumnya diperuntukkan untuk industri skala

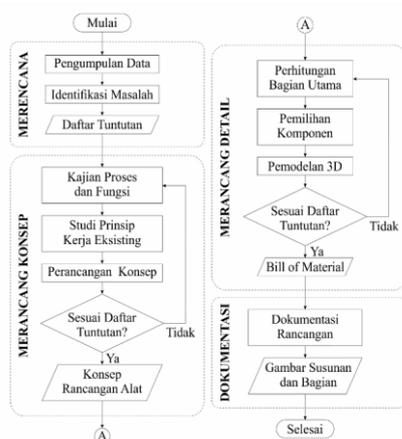
besar sehingga membuatnya kurang efisien apabila digunakan untuk sector rumah tangga yang memiliki keterbatasan uang dan sumber daya. Pada tahun 2015,

Iskandar dan Triyono [5] membuat alat pengolah sampah EPS dengan metode ekstrusi berkapasitas 5 kg/jam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 untuk mengolah sampah di Koperasi Bangkit Bersama. Hasil pengujian alat hanya diperoleh kapasitas pengolahan sebesar 3,4 kg/jam sehingga menunjukkan kapasitas 5 kg/jam belum tercapai. Tidak tercapainya kapasitas 5 kg/jam pada alat salah satunya disebabkan oleh tidak adanya bagian pencacah otomatis sehingga mengharuskan operator mencacah sampah EPS secara manual yang membuat proses pengolahan sampah berjalan tidak kontinu. Alat dengan konsumsi energi maksimal mencapai 1,5 kW tersebut memiliki dimensi 700×600×450 mm yang mana cukup besar untuk alat dengan kapasitas 3,4 kg/jam.

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan tersebut maka perlu dilakukan perancangan alat pengolah sampah EPS portabel yang efisien dan efektif agar dapat mengolah tumpukan sampah EPS di sektor rumah tangga menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Keefektifan alat dapat diperoleh dengan menambahkan pencacah agar operator tidak perlu mencacah sampah EPS secara manual yang dapat menghambat pengolahan sampah berjalan secara kontinu. Sedangkan keefisienan alat dapat diperoleh melalui perancangan alat dengan dimensi dan konsumsi energi yang relatif kecil.



Gambar 1. Alat pengolah sampah EPS dengan metode ekstrusi berkapasitas 5 kg/jam [5]



Gambar 2. Diagram alir metode perancangan

2. METODOLOGI

Dalam merancang alat pengolah sampah EPS portabel hingga diperoleh dokumen perancangannya maka diperlukan metode perancangan untuk memandu proses penyelesaian agar lebih terarah. Metode perancangan yang digunakan merupakan metode perancangan VDI 2222 atau dikenal juga dengan metode perancangan Pahl dan Beitz seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Secara rinci metode perancangan pada Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Tahap merencana sebagai tahap awal dilakukan untuk memvalidasi masalah dan mendapatkan daftar tuntutan perancangan melalui observasi bank sampah sebagai target pengguna alat pengolah sampah EPS.
2. Pada tahap merancang konsep, daftar tuntutan perancangan yang telah diperoleh selanjutnya diterjemahkan menjadi konsep rancangan yang tersusun dari berbagai prinsip kerja eksisting hingga membentuk sebuah mekanisme kerja alat.
3. Konsep rancangan alat selanjutnya dilakukan pendetailan pada tahap merancang detail melalui perhitungan dan pemodelan yang dilakukan secara iterasi hingga hasilnya sesuai dengan daftar tuntutan perancangan. Keluaran yang diperoleh dari tahap merancang detail merupakan spesifikasi alat sebagai gambaran produk akhir.
4. Pada tahap akhir dokumentasi, dokumen perancangan seperti gambar kerja yang berisi gambar susunan-susunan komponen penyusun alat pengolah sampah EPS dapat dibuat.

Dalam proses perancangan ini dilakukan beberapa perhitungan untuk memperoleh spesifikasi minimum komponen penyusun alat pengolah sampah EPS portabel, terutama yaitu komponen *screw conveyor*, motor penggerak, dan elemen pemanas untuk mengetahui daya minimum yang dibutuhkan alat.

Salah satu perhitungan yang dilakukan pada perancangan detail yaitu menggunakan Persamaan 2. Perhitungan tersebut ditujukan untuk mengetahui jumlah putaran minimum *screw conveyor* yang disimbolkan dengan huruf N (rpm) agar alat dapat memenuhi kapasitas 5 kg/jam. Namun sebelum menghitung jumlah putaran minimum *screw conveyor*, terlebih dahulu hitung kapasitas yang dihasilkan dalam 1 rpm selama 1 jam menggunakan Persamaan 1.

$$C/RPM = \frac{0,7854 \times (Ds^2 - Dp^2) \times P \times K \times 60}{1728} \quad (1)$$

$$N = \frac{\text{Kapasitas rencana}}{\text{Kapasitas screw per rpm per jam}} \quad (2)$$

Pada Persamaan 1, C adalah kapasitas *screw conveyor* (ft³/jam/rpm), Ds adalah diameter *screw conveyor* (inci), Dp adalah diameter *barrel* (inci), P adalah pitch (inci), dan K adalah persentase pembebanan tabung (%). Setelah memperoleh jumlah putaran minimum,

selanjutnya dapat dihitung daya-daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat.

2.1 Perhitungan Daya Memutar *Screw Conveyor*

Daya minimum untuk memutar *screw conveyor* dapat diketahui dengan menjumlahkan daya akibat gesekan pada *screw* dari Persamaan 3 dan daya untuk mengalirkan material pada *screw* dari Persamaan 4. Persamaan-persamaan tersebut mengacu pada buku *Screw Conveyor Components & Design* [7] yang berisi panduan-panduan untuk merancang *screw conveyor* agar menghasilkan kerja yang akurat.

$$HPf = \frac{Ls \times N \times Fd \times Fb}{1000000} \quad (3)$$

Pada Persamaan 3, HPf adalah daya akibat gesekan *screw conveyor* (HP), Ls adalah panjang *screw conveyor* (ft), N adalah jumlah putaran *screw conveyor* (rpm), Fd adalah diameter *conveyor factor*, dan Fb adalah *hanger bearing factor*.

$$HPm = \frac{C \times Ls \times W \times Ff \times Fm \times Fp}{1000000} \quad (4)$$

Pada Persamaan 4, HPm adalah daya untuk mengalirkan material (HP), C adalah kapasitas *screw conveyor* (ft³/jam), W adalah densitas material (lbs/ft³), Ff adalah *flight factor*, Fm adalah *material factor*, dan Fp adalah *paddle factor*.

Selanjutnya kedua daya tersebut dijumlahkan menggunakan Persamaan 5 untuk memperoleh daya minimum untuk memutar *screw conveyor*.

$$HP = \frac{(HPf + HPm) \times Fo}{e} \quad (5)$$

Di mana HP adalah daya total (HP), Fo adalah *overload factor*, e adalah efisiensi penggerak (%), HPm adalah daya untuk mengalirkan material (HP), dan HPf adalah daya akibat gesekan *screw conveyor* (HP).

2.2 Perhitungan Daya Tekan Lelehan EPS

Daya tekan lelehan EPS di bagian *nozzle* dihitung agar motor penggerak dapat memutar *screw conveyor* untuk mendorong lelehan EPS melalui diameter yang semakin mengecil. Tahapan-tahapan perhitungan daya tekan lelehan EPS sebagai berikut.

1. Menghitung *shear rate* lelehan EPS di dalam *barrel*.
2. Mencari tahu besar viskositas lelehan EPS pada titik lelehnya yaitu 240°C dari kurva *shear rate* vs viskositas yang dapat dilihat pada buku *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook* halaman 29 [6].
3. Menghitung tekanan yang terjadi di dalam *nozzle* menggunakan hukum Poiseuille.

4. Menghitung gaya dan torsi tekan lelehan EPS
5. Menghitung daya minimum untuk menekan keluar lelehan EPS dari dalam *nozzle*.

2.3 Perhitungan Daya Pencacahan EPS

Perhitungan daya pencacahan EPS dilakukan untuk mengetahui daya minimum motor agar mampu memutar pencacah untuk mencacah EPS yang akan diolah. Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk memperoleh daya minimum pencacahan EPS adalah sebagai berikut.

1. Menghitung gaya pencacahan dengan mengalikan tahanan geser ijin (τ) EPS sebesar 0,275 Mpa dengan luas permukaan EPS yang tercacah
2. Menghitung torsi pencacahan dari gaya pencacahan yang telah diperoleh sebelumnya
3. Menghitung daya minimum yang diperlukan agar EPS dapat tercacah dengan baik

2.4 Perhitungan Daya Elemen Pemanas

Elemen pemanas yang dipilih untuk melelehkan EPS pada alat pengolah sampah EPS portabel adalah *band heater*. Untuk mengetahui daya minimum yang diperlukan *band heater* agar EPS dapat meleleh di dalam *nozzle* maka perlu terlebih dahulu menghitung kalor konduksi yang dibutuhkan untuk memanaskan *nozzle* dan juga kalor konveksi yang hilang akibat rendahnya temperatur udara sekitar. Daya minimum *band heater* selanjutnya dapat diperoleh dengan menjumlahkan kedua perhitungan kalor tersebut.

3. PROSES DAN HASIL

Berikut beberapa proses beserta hasil yang diperoleh dari pelaksanaan metode perancangan yang telah dibahas sebelumnya.

3.1 Daftar Tuntutan Perancangan

Observasi terhadap beberapa bank sampah di sektor rumah tangga diperoleh data bahwa alasan sebagian besar bank sampah tidak menerima sampah EPS karena sampah EPS tidak memiliki nilai jual. Salah satu penyebab dari rendahnya nilai jual sampah EPS adalah dikarenakan rendahnya densitas EPS itu sendiri sehingga dengan massanya yang ringan, sampah tersebut terlalu memakan banyak ruang penyimpanan.

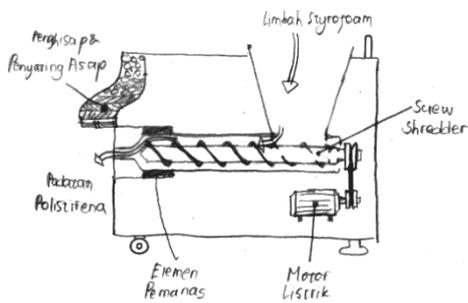
Observasi yang telah dilakukan menghasilkan daftar tuntutan perancangan yang dijadikan sebagai acuan untuk merancang alat pengolah sampah EPS di sektor rumah tangga yang memiliki ruang dan sumber daya terbatas dengan rata-rata golongan listrik 900 VA. Berikut rincian daftar tuntutan yang diperoleh dari tahap perencanaan.

1. Konsumsi daya maksimal 900 Watt.
2. Menghasilkan kapasitas minimal 5 kg/jam.
3. Alat dirancang portabel, memiliki *handle* dan roda untuk mempermudah transportasi.

4. Terdapat penghisap dan penyaring gas hasil pengolahan EPS.
5. Harga pokok produksi <Rp10.000.000,00.
6. Terdapat pencacah EPS otomatis.

3.2 Konsep Rancangan Alat

Konsep rancangan alat diawali dengan mengidentifikasi sub-fungsi yang dibutuhkan agar daftar tuntutan perancangan terpenuhi. Sub-fungsi tersebut di antaranya yaitu pengarah sampah, pencacah, pengalir dan pemadat lelehan, pemanas, serta penghisap dan penyaring asap. Kelima sub-fungsi tersebut selanjutnya dicarikan prinsip kerja eksisting dan dikombinasikan hingga membentuk sebuah mekanisme kerja alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

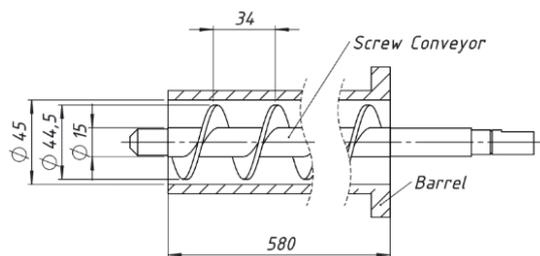


Gambar 3. Konsep rancangan alat pengolah sampah EPS portabel

Konsep rancangan alat dibuat dengan mengintegrasikan pencacah pada *screw conveyor* sebagai pengalir dan pemadat lelehan sehingga tidak lagi memerlukan komponen pencacah tambahan yang dapat membuat bobot dan dimensi alat bertambah. Pada konsep rancangan alat juga ditambahkan bagian *handle* dan roda agar alat lebih ergonomis dan mudah untuk ditransportasikan.

3.3 Perhitungan Jumlah Putaran *Screw Conveyor*

Diameter *screw conveyor* yang digunakan pada alat pengolah sampah EPS portabel adalah 2 inci seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 karena *screw conveyor* tersebut relatif mudah ditemukan di pasaran dan dapat membuat alat memiliki dimensi yang ringkas.



Gambar 4. *Screw conveyor* alat pengolah sampah EPS portabel

Menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2 selanjutnya dapat dihitung jumlah putaran *screw*

conveyor agar kapasitas 5 kg/jam dapat terpenuhi. Dengan asumsi persentase pembebanan tabung sebesar 45%, diperoleh jumlah putaran minimum yang dibutuhkan agar alat dapat menghasilkan kapasitas 5 kg/jam adalah 123,67 rpm atau jika dibulatkan menjadi 130 rpm.

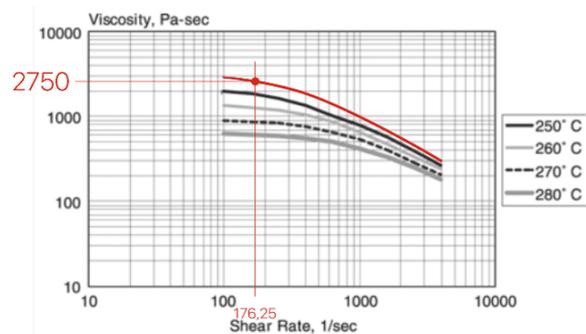
3.4 Perhitungan Daya Memutar *Screw Conveyor*

Perhitungan daya minimum yang dibutuhkan motor penggerak untuk memutar *screw conveyor* dilakukan menggunakan Persamaan 3, Persamaan 4, dan Persamaan 5. Variabel perhitungan berupa faktor-faktor terkait *screw conveyor* diperoleh dari penyesuaian diameter *screw conveyor* sebesar 2 inci dengan beberapa tabel yang ada pada buku *Screw Conveyor Components & Design* [7].

Perhitungan tersebut menghasilkan daya minimum yang dibutuhkan motor penggerak untuk memutar *screw conveyor* tanpa beban adalah 0,014 HP atau 10,44 Watt.

3.5 Perhitungan Daya Tekan Lelehan EPS

Mengacu pada buku *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook* [6], untuk mengetahui daya tekan minimum terlebih dahulu diperlukan menghitung *shear rate* lelehan EPS di dalam bidang silinder dalam hal ini *nozzle*. Dengan debit $5,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ diperoleh *shear rate* sebesar $176,25 \text{ s}^{-1}$. *Shear rate* tersebut digunakan untuk mencari tahu besar viskositas lelehan EPS di titik lelehnya yaitu 240°C melalui kurva *shear rate* vs viskositas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva *shear rate* vs viskositas [6]

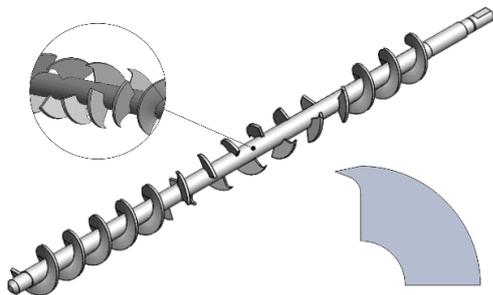
Berdasarkan kurva pada Gambar 5 dapat diketahui dengan *shear rate* sebesar $176,25 \text{ s}^{-1}$, viskositas lelehan EPS pada temperatur 240°C adalah 2750 Pa.s. Viskositas lelehan EPS selanjutnya digunakan untuk menghitung tekanan di dalam *nozzle* menggunakan hukum Poiseuille sehingga diperoleh besar tekanan yaitu $2,45 \text{ N/mm}^2$. Dari perhitungan tekanan menggunakan hukum Poiseuille dapat diketahui bahwa semakin kecil lubang keluaran lelehan pada *nozzle* maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar.

Dikarenakan tekanan dalam *nozzle* telah diketahui, selanjutnya dapat dicari besar gaya dan torsi minimum yang diperlukan untuk menekan lelehan EPS keluar dari

nozzle. Besar gaya dan torsi yang diperoleh masing-masingnya adalah 3969,6 N dan 2,18 kg.m. Dengan besar gaya dan torsi demikian, maka besar daya minimum yang diperlukan untuk mendorong lelehan EPS keluar dari *nozzle* adalah 277,94 Watt.

3.6 Perhitungan Daya Pencacahan EPS

Seperti yang dibahas pada konsep rancangan alat, pencacah pada alat pengolah sampah EPS portabel terintegrasi dengan *screw conveyor* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Agar motor penggerak mampu memutar *screw conveyor* untuk mencacah sampah EPS maka perlu dilakukan perhitungan daya minimum yang dibutuhkan motor tersebut.

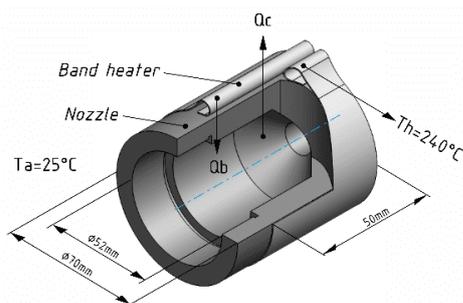


Gambar 6. Integrasi pencacah pada *screw conveyor*

Dalam menghitung daya minimum pencacahan, sebelumnya diperlukan terlebih dahulu menghitung gaya untuk merusak atau mencacah sampah EPS. Diasumsikan sampah EPS yang dicacah memiliki tebal 70 mm. Dengan tebal pisau pencacah 2,5 mm maka gaya pencacah yang diperoleh sebesar 48,125 N. Gaya pencacahan tersebut dapat menimbulkan torsi pencacahan sebesar 1,07 N.m atau 0,11 kg.m. Berdasarkan torsi pencacahan yang telah diperoleh, daya minimum pencacahan diketahui sebesar 13,86 Watt.

3.7 Perhitungan Daya Elemen Pemanas

Proyeksi perpindahan kalor yang terjadi pada bagian *nozzle* ditunjukkan pada Gambar 7. Diketahui *nozzle* berbahan S45C dengan nilai konduktivitas termal sebesar 1,09 W/m.°C dipanaskan menggunakan *band heater* hingga temperatur dalamnya mencapai 240°C.



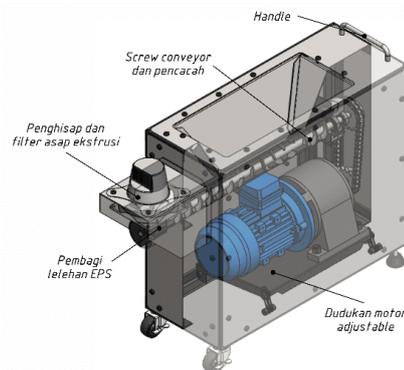
Gambar 7. Proyeksi perpindahan kalor pada

bagian *nozzle*

Perhitungan perpindahan kalor konduksi dari *band heater* ke dalam *nozzle* diperoleh sebesar 340,39 Watt. Sedangkan dengan koefisien konveksi 6,5 W/m².°C, perhitungan kalor konveksi yang hilang ke ruangan sekitar adalah 3,3 Watt. Dari kedua perhitungan kalor tersebut, jumlah daya minimum yang dibutuhkan *band heater* agar dapat melelehkan sampah EPS pada temperatur 240°C adalah 343,71 Watt.

3.8 Spesifikasi dan Pemodelan Alat

Hasil-hasil perhitungan yang diperoleh dijadikan sebagai acuan untuk memilih komponen penyusun alat. Tiap komponen dibuatkan model 3D-nya menggunakan *software* Solidworks agar spesifikasi alat lebih tergambar dengan jelas. Gambar 8 menunjukkan model 3D alat secara keseluruhan yang dilengkapi dengan spesifikasinya.



Gambar 8 Model 3D alat pengolah sampah EPS portable

Kapasitas	: ±5 kg/jam
Dimensi	: 757×550×232 mm
Berat	: ±36 kg
Penggerak	: Motor Listrik 1/2 HP – 220 VAc
Transmisi	: Rantai – Sprocket
Pemanas	: Band Heater 0,5 kW

4. PEMBAHASAN

Alat hasil rancangan bekerja dengan meneruskan putaran motor sebesar 130 rpm ke *screw conveyor* menggunakan rantai dan *sprocket*. Rantai dan *sprocket* dipilih sebagai sistem transmisi karena perawatannya yang mudah dan dapat meminimalisasi kebisingan alat di sektor rumah tangga. Berdasarkan Kepmen LH No. 48 Tahun 1996, baku tingkat kebisingan di pemukiman adalah 55 dB [8]. Pada jalur keluar lelehan EPS juga terdapat penghisap dan penyaring karbon aktif yang dapat menyaring senyawa beracun seperti CO dan HCFC dengan ukuran partikel mencapai kurang dari 0,01 µm yang berbahaya bagi lingkungan.

Pada alat terdapat dua buah roda yang didukung dengan *handle* dengan fungsi untuk memudahkan transportasi alat dari satu tempat ke tempat lainnya. Dengan *handle*,

operator hanya perlu menopang sebagian bobot alat sebesar ± 18 kg. Hal tersebut cukup ergonomis karena berdasarkan *National Institute for Occupational Safety and Health*, bobot maksimum yang dapat diangkat oleh manusia adalah 27 kg, baik dilakukan oleh pria maupun wanita [9].

Berdasarkan perancangan alat, diperoleh harga pokok produksi sebesar Rp7.562.000,00. Dengan harga tersebut, bank sampah di sektor rumah tangga dapat memperoleh alat dengan cara swadaya warga.

5. KESIMPULAN

Alat pengolah sampah EPS portabel dengan ukuran 757×550×232 mm dapat mengolah sampah EPS sebanyak 5 kg/jam di sektor rumah tangga tanpa menghasilkan senyawa beracun yang berbahaya bagi lingkungan karena terdapat bagian penghisap dan penyaring asap hasil ekstrusi yang terbuat dari karbon aktif. Di samping dapat mengatasi masalah lingkungan, alat pengolah sampah EPS portabel berdaya 0,87 kW tersebut juga mampu mengatasi masalah ekonomi karena dapat mengubah sampah EPS yang memiliki nilai jual rendah bahkan hampir tidak ada menjadi produk baru seperti bahan baku biji plastik polistirena yang memiliki nilai ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan POM RI, "infoPOM", *Kemasan Polistirena Foam (Styrofoam)*, vol. 9, no. 5, 2008.
- [2] N. L. Fitidarini and E. Damanhuri, "Timbulan Ssampah Styrofoam Di Kota Bandung," vol. 17, no. 2, 2011.
- [3] A. Kan and R. Demirboga, "A new technique of processing for waste-expanded polystyrene foams as aggregates," vol. 290, no. 5, 2008.
- [4] E. Fikri and A. Veronica, "Efektivitas Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dengan Sistem Kontak Media Karbon Aktif Menggunakan Variasi Ukuran Partikel Pada Proses Pembakaran Sampah Polistirena Foam," vol. 17, no. 1, 2018.
- [5] P. P. Iskandar and B. Triyono, "Rancang Bangun Mesin Pengolah Limbah Styrofoam Kapasitas 5 Kg/jam Dengan Metode Ekstrusi," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2015.
- [6] J. Harold F. Giles, J. John R. Wagner and I. Eldridge M. Mount, *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook*, Norwich, NY: William Andrew, Inc., 2005.
- [7] *Conveyor Engineering & Manufacturing, Screw Conveyor Components & Design*, Cedar Rapids, IA: Conveyor Eng. & Mfg. Co., 2012.
- [8] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1999 Baku Tingkat Kebisingan. 25 November 1996. Jakarta.
- [9] PT. Safety Sign Indonesia, "https://www.safetysign.co.id/," PT. Safety Sign Indonesia, 21 Juli 2016. [Online]. Available: <https://www.safetysign.co.id/news/241/Serba-Serbi-Manual-Handling-Sejauh-Mana-Anda-Memahaminya>. [Accessed 15 July 2021].