

Desain Cetakan Pipa Air Komposit Polimer Arang Kayu

Zulfikar

Dosen Kopertis Wilayah I

Jl. Setia Budi, Gg. Sempurna, Tanjung Sari, Kodya Medan

Email: zulfikar_073@yahoo.com

Abstrak - Pada umumnya, saluran pipa air buangan limbah rumah tangga pada saat ini menggunakan pipa thermoplastik dari jenis Polyvinyl Chloride (PVC). Bahan ini diketahui tidak tahan terhadap panas yang tinggi, mengandung bahan kimia berbahaya (racun), relatif tidak ramah lingkungan, serta memiliki harga jual yang relatif lebih mahal. Oleh karena itu peneliti melakukan inovasi memanfaatkan bahan alami berupa arang kayu sebagai bahan dasar pembuatan pipa air tersebut. Pembuatan pipa ini membutuhkan desain cetakan yang sederhana sehingga dapat dikerjakan dalam skala industri rumah tangga dan menengah. Penelitian ini bertujuan menghasilkan cetakan pipa air dengan desain yang sederhana, mudah dikerjakan, dan waktu pembuatan yang relatif lebih singkat. Pemilihan bahan cetakan mempertimbangkan berat cetakan, kemudahan bahan baku, kuat, kokoh, dan mampu cetak. Cetakan pipa dikelompokkan dalam 4 (empat) bagian utama, yaitu: cetakan diameter luar pipa, diameter dalam pipa, dudukan pipa, dan pengatur kelurusan pipa. Berbagai bahan telah dicoba sebagai bahan baku cetakan diameter luar pipa, seperti kayu, besi/baja, semen, dan thermoset. Hasil terbaik diperoleh dari bahan thermoset, dimana proses pembongkaran lebih mudah dan berat cetakan yang dihasilkan juga relatif lebih ringan. Untuk bagian dalam digunakan baja tahan karat, karena selain harus tahan terhadap proses kimia yang terjadi, pada bagian ini cetakan harus tahan beban tekan akibat penyusutan bahan baku pipa selama proses pengerasan (polimerisasai). Oleh karena itu dibutuhkan bahan yang tahan tekanan tinggi dan tidak menyatu dengan bahan baku pipa. Demikian juga untuk bagian dudukan terbuat dari bahan baja tahan karat karena selain sebagai landasan cetakan, bagian ini juga harus tahan terhadap korosi akibat proses kimia yang terjadi. Sementara untuk bagian *adjustment* pipa terbuat dari besi karbon ST 37, karena fungsinya hanya sebagai pengatur kelurusan pipa yang dihasilkan

Kata kunci : *Cetakan pipa komposit, Pipa air komposit, Poliester resin tak jenuh, Serbuk arang kayu*

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya saluran pembuangan air limbah rumah tangga terbuat dari bahan plastik jenis *Polyvinyl Chloride* (PVC). Bahan ini memiliki kelemahan tidak tahan terhadap suhu yang tinggi dan cuaca. Selain itu jenis pipa berbahan PVC ini memiliki harga jual yang relatif mahal di pasaran serta terbuat dari bahan yang mengandung racun yang berasal dari kandungan *Chloride* (Cl) yang tidak baik bagi kesehatan lingkungan. Kandungan Cl diketahui digunakan sebagai bahan pembunuh bakteri dan alga yang terkandung dalam air olahan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kadar yang cukup rendah [1].

Berdasarkan data-data tersebut di atas, Penulis tertarik melakukan penelitian untuk membuat pipa yang khusus untuk saluran pembuangan air limbah rumah tangga dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang mudah diperoleh dan relatif lebih kuat serta lebih ramah lingkungan. Bahan yang dipilih ialah serbuk arang kayu rambutan yang banyak tersedia di daerah Sumatera Utara. Arang merupakan bahan aktif yang mampu mengikat bakteri penyebab bau pada air sehingga dipergunakan juga dalam proses pengolahan air bersih [1].

Arang memiliki sifat fisik yang getas dan kaku. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan penulis, belum dipublikasikan, bahan arang kayu memiliki ketahanan terhadap beban tekan

eksternal yang lebih baik dibandingkan terhadap beban lentur. Kekuatan tekan bahan arang kayu dapat mencapai hingga 1 GPa, sedangkan kekuatan lenturnya hanya mencapai 200 – 300 MPa. Dengan demikian jika bahan ini dibuat dalam bentuk pipa, maka pipa yang tersebut lebih direkomendasikan diletakkan dalam kondisi tertanam dalam tanah dibandingkan diletakkan diatas dudukan tertentu dipermukaan tanah.

Ukuran pipa yang dicetak ialah 2” dengan ketebalan dinding pipa berkisar antara 2.5-5 mm, sesuai standar SNI 06-0084-2002 untuk pipa air dari bahan plastik [2]. Untuk itu dibutuhkan cetakan khusus untuk pembuatan jenis pipa tersebut di atas, dengan kriteria sebagai berikut: mudah dibuat, tahan terhadap reaksi kimia, massa relatif lebih ringan, dan mudah dalam proses pembongkaran. Beberapa bahan telah diujicoba sebagai bahan cetakan pembentuk diameter luar pipa dengan kriteria-kriteria yang telah disebutkan, antara lain: kayu, pipa baja tahan karat, semen, dan thermoset.

Pemakaian bahan kayu akan menghasilkan cetakan dengan massa yang lebih ringan, tetapi mudah menyerap bahan baku pipa sehingga lengket ke permukaan cetakan dan sulit dalam proses pembongkaran. Selain itu pemakaian bahan kayu relatif lebih mahal dan mudah rusak, sehingga tidak efisien. Pemakaian bahan pipa baja tahan karat menghasilkan permukaan yang sangat baik dan lebih presisi. Akan tetapi bahan ini relatif lebih sulit diperoleh dengan harga yang cukup tinggi dijual

dipasaran. Pemakaian bahan semen dan pasir juga telah dicoba dalam penelitian ini, akan tetapi memiliki kendala pada permukaan cetakan yang cukup getas sehingga mudah mengalami kerusakan ketika proses pembongkaran. Selain itu cetakan yang dihasilkan juga memiliki massa yang relatif lebih berat dibandingkan bahan-bahan yang lain. Pemakaian bahan plastik thermoset menghasilkan cetakan dengan permukaan yang relatif lebih halus, massa yang relatif lebih ringan dibandingkan bahan-bahan sebelumnya, dan proses pembongkaran yang mudah. Oleh karena itu peneliti memilih bahan ini sebagai bahan untuk cetakan diameter luar pembuatan pipa tersebut.

Bahan komposit pada umumnya tersusun dari dua bahan utama, yaitu matrik dan penguat. Matrik berfungsi sebagai media penyebar tegangan yang terjadi pada suatu elemen mesin sehingga merata keseluruh bagian. Selain itu matrik juga berfungsi sebagai pelindung dan peredam bahan penguat dari tegangan langsung akibat pembebanan yang dialami. Bahan penguat berfungsi sebagai struktur penguat yang mampu meningkatkan kekuatan bahan komposit yang dibentuk. Bahan penguatan biasanya dalam bentuk serat (*fiber*), serbuk, serpihan, atau anyaman. Komposit merupakan bahan teknik rekayasa yang banyak dikembangkan karena bahan ini mampu menggabungkan beberapa sifat material yang berbeda karakteristiknya menjadi sebuah sifat mekanik yang baru sesuai dengan desain yang direncanakan [3].

Desain produk adalah perubahan atau penggantian informasi yang mencirikan terhadap kebutuhan dan persyaratan sebuah produk untuk menjadi pengetahuan tentang produk tersebut. Penggantian informasi ini bertujuan untuk menciptakan dan mengevaluasi produk sesuai dengan tujuan yang akan dicapai [4].

Suatu desain produk yang baik dapat menghasilkan pengembangan produk yang baik pula. Desain didasarkan pada kelebihan produk, praktis dalam pembuatan, biaya fabrikasi yang relatif lebih murah, serta teknik pemasaran. Sementara pada faktor utama dari kegiatan desain produk adalah dimana desain produk tersebut memenuhi persyaratan yang dibutuhkan pelanggan [5].

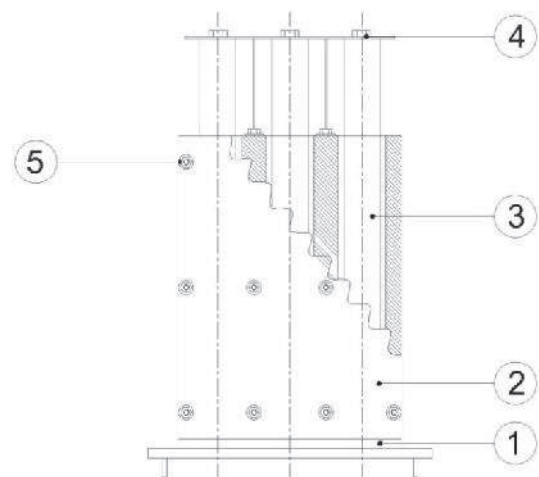
Prinsip dasar proses desain adalah: (1) Untuk mengurangi pemakaian material, (2) proses daur ulang (*recycle*), (3) adanya ketidaksesuaian dengan kebutuhan, (4) untuk menghindari kerja ulang (*re-work*) terhadap produksi, dan (5) untuk kebutuhan efisiensi dan kesesuaian terhadap standar. Sedangkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses desain antara lain: (1) mengidentifikasi kebutuhan, (2) indentifikasi dan memahami masalah dan memulai tujuan, (3) memahami konsep asli, (3) menciptakan spesifikasi tugas yang terperinci dan membuat batasan masalah, (4) membuat sebanyak mungkin alternatif pendekatan desain, umumnya pada tahapan ini menentukan nilai dan kualitas, (5) penyelesaian tahap-tahap sebelumnya selanjutnya menganalisa lalu menentukan diterima, ditolak ataupun

dimodifikasi/desain ulang, lalu ditetapkan solusi yang dipilih, (6) penentuan desain yang dipilih atau diterima, (7) pengerjaan detail yaitu pembuatan gambar teknik, identifikasi penyuplai (*vendor*) serta membuat spesifikasi manufaktur, dan lain-lain, dan (8) merealisasi desain dengan membuat *prototype* [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain cetakan pipa komposit serbuk arang dari bahan plastik thermoset dan bahan-bahan lain yang diperlukan. Cetakan terdiri dari 3 bagian utama, yaitu cetakan untuk pembuatan diameter luar, cetakan untuk pembuatan diameter dalam, dan dudukan. Cetakan diameter luar terbuat dari bahan plastik thermoset, sedangkan bagian-bagian lainnya terbuat dari baja tahan karat

II. METODOLOGI

Sasaran unit produksi yang dituju dalam penelitian ini ialah industri rumah tangga, kecil, dan menengah. Desain cetakan dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki konstruksi yang sederhana, mudah dibuat, dan dapat dikembangkan lebih lanjut. Bentuk desain cetakan diperlihatkan pada gambar 1.



Keterangan gambar:

1. Dudukan cetakan
2. Cetakan diameter luar
3. Cetakan diameter dalam
4. Pengarah (*adjustment*)
5. Baut pengikat

Gambar 1. Desain cetakan pipa komposit serbuk arang

Cetakan diameter luar terbuat dari bahan thermoset jenis polyester tak jenuh. Bahan ini banyak dijual bebas dipasaran dengan kode dagang BQTN 157 EX dalam bentuk fasa cair seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Bahan thermoset polyester tak jenuh

Untuk membentuk bahan ini menjadi menjadi bentuk yang diinginkan, maka diperlukan mal/cetakan yang terbuat dari besi tahan karat pada bagian setengah silinder. Dinding penampung bahan resin dibuat dari kayu lapis. Proses pembentukan cetakan diameter luar pipa diperlihatkan pada gambar 3.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Proses pembuatan cetakan diameter luar pipa: (a) penuangan bahan, (b) pengerasan, (c) cetakan diameter luar pipa

Cetakan diameter dalam pipa terbuat dari bahan baja tahan karat jenis SS 41. Bahan ini relatif lebih mudah diperoleh dipasaran tetapi dengan harga yang relatif mahal. Selanjutnya pipa tersebut dimodifikasi dengan menutup pada masing-masing ujungnya. Tujuannya ialah agar bahan baku pipa yang dituang tidak masuk ke bagian dalam cetakan yang dapat mempersulit proses pembongkaran pipa. Selain itu pada bagian atas cetakan diberikan tambahan batang ulir yang bertujuan untuk mempermudah pengaturan keseragaman tebal pipa. Sedangkan pada bagian bawah diberikan lubang berulir yang fungsinya sebagai dudukan tetap/fix cetakan ketika dilakukan proses pengaturan keseragaman tebal pipa yang akan dicetak. Bentuk cetakan diameter dalam pipa diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Cetakan untuk pembuatan diameter dalam pipa

Untuk menopang dan menahan bahan baku pipa yang dituangkan ke dalam cetakan, maka dibutuhkan alat dudukan yang stabil dan tahan proses kimia. Bagian ini terbuat dari baja tahan karat yang berbentuk plat dari jenis baja SS 41. Bentuk dudukan cetakan ialah persegi panjang dengan ukuran 300 x 150 x 8 mm, dan tambahan flat bar dengan ukuran 5 x 5 x 240 mm sebagai penguat sisi-sisi dudukan. Proses perataan permukaan dengan pembubutan dan penyambungan antar plat dengan cara pengelasan. Bagian-bagian lubang dikerjakan dengan proses bor. Bentuk dudukan cetakan diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Dudukan cetakan pipa komposit serbuk arang

Ukuran diameter pipa yang dihasilkan harus diusahakan seragam baik diameter luar maupun dalam pipa. Untuk mengatur keseragaman tersebut dibutuhkan alat khusus yang dapat digeser sedemikian rupa sehingga tebal pipa yang dihasilkan menjadi lebih seragam. Alat tersebut terbuat dari besi plat ST 37 yang dilengkapi dengan dua kaki penopang dan tiga baut pengatur drum cetakan diameter dalam pipa. Alat ini disebut dengan pengarah drum cetakan dan bentuk alat tersebut diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Alat pengarah drum cetakan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk cetakan pipa komposit serbuk arang secara lengkap diperlihatkan pada gambar 7. Secara keseluruhan berat cetakan tersebut ialah 7,5 kg, sehingga mudah untuk dipindah-pindah. Ukuran cetakan secara keseluruhan sbb.: panjang 300 mm, lebar 150 mm, dan tinggi maksimum 500 mm.



Gambar 7. Cetakan pipa komposit serbuk arang

Percobaan pencetakan spesimen pipa dengan menggunakan bahan komposit polimer diperkuat serbuk arang kayu menghasilkan bentuk pipa komposit dengan diameter yang sesuai dengan perencanaan. Tetapi ketebalan pipa belum benar-benar seragam disepanjang pipa yang dihasilkan. Hal ini disebabkan bagian pengarah belum benar-benar mengunci kedudukan drum cetakan diameter dalam. Pada percobaan selanjutnya ketebalan pipa yang akan dicetak benar-benar diukur dengan menggunakan jangka sorong pada 4 titik yang saling berhadapan. Hasilnya diperoleh pipa dengan ketebalan yang sudah lebih seragam dari hasil sebelumnya. Lamanya proses penuangan hingga pembongkaran ialah maksimum selama 30 menit. Selanjutnya spesimen pipa tersebut dibiarkan mengalami proses polimerisasi diluar cetakan di udara terbuka. Proses pencetakan pipa komposit polimer dan pipa yang dihasilkan diperlihatkan pada gambar 8.



(a)



(b)

Gambar 8. Proses pencetakan spesimen: (a) proses penuangan bahan baku, (b) spesimen pipa yang dihasilkan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam desain cetakan untuk pembuatan pipa air komposit serbuk arang yang khusus diperuntukkan untuk skala industri rumah tangguh, kecil, dan

menengah, dengan metode penuangan ini telah berhasil mencetak spesimen pipa yang sesuai dengan standar SNI 06-0084-2002 untuk bahan pipa plastik. Pembuatan spesimen dilakukan dengan cara penuangan ke dalam cetakan terbuka dengan lama proses polimerisasi maksimum 30 menit. Hal ini untuk menghindari terjadinya tegangan tekan pada drum cetakan diameter dalam pipa akibat proses penyusutan selama pengerasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian ini sepenuhnya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Montgomery, M., J., *Water Treatment Principles and Design*, New York: John Wiley & Sons, 1985.
- [2]. Standar Nasional Indonesia, 2002, *Standar Ukuran Pipa Air Berbahan Plastik*, SNI 06-0084-2002.
- [3]. Hull, Derek, *An Introduction to Composite Materials*, New York: Cambridge University Press, 2001.
- [4]. Edward, B.M., *Integrated Product and Process Design and Development*, New York: Cambridge University Press, 1981.
- [5]. Roozenburg, N. F. M., and Eekels, J., *Product Desain: Fundamentals and Methods*, New York: John Willey & Sons, 1991.

BIODATA PENULIS

Penulis adalah seorang Dosen Kopertis Wilayah I yang saat ini masih bertugas di UNIVA Medan. Setelah menyelesaikan studi S2 di Magister Teknik Mesin, FT USU, tahun 2010, selanjutnya penulis aktif melakukan penelitian dibidang Mekanika Kekuatan Material yang diadakan oleh Kemenristekdikti. Bidang penelitian yang ditekuni ialah mekanika kekuatan material komposit dari bahan-bahan alami, seperti tandan kosong kelapa sawit, arang kayu, batang pisang, kulit kerang, dll.