

# Desain dan Pembuatan Tungku Bakar Arang untuk Proses Pemanasan dan Pembersihan bagi Industri Ukir Tembaga dan Kuningan

Seno Darmanto<sup>1</sup>, Adi Nugroho<sup>2</sup>, Yusuf Umardani<sup>3</sup>, Sutanto<sup>4</sup>

Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi<sup>1</sup>  
senodarmanto@gmail.com  
Fakultas Ilmu Sosial dan Politik<sup>2</sup>  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik<sup>3</sup>  
Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi<sup>4</sup>  
Universitas Diponegoro

## Abstrak

Industri Ukir Tembaga dan Kuningan Bintang Pamungkas merupakan salah satu industri tembaga dan kuningan yang masih eksis di Tumang Cepogo Boyolali. Keberadaan industri ukir tembaga dan kuningan di Kelurahan Tumang Cepogo memberikan potensi yang besar terutama di bidang ekonomi, sosial, pendidikan dan lapangan kerja. Industri ukir kuningan dan tembaga juga memberikan dukungan pada wisata alam dan agro di daerah lereng gunung Merapi dan Merbabu khususnya wisata alam pegunungan Selo. Tantangan pengerjaan produk ukir dengan teknik pemanasan, pembentukan dan penyelesaian akhir untuk desain rumit dan ukuran relative besar masih menjadi kendala. Tujuan yang telah dicapai dalam kegiatan penerapan teknologi adalah desain dan pembuatan mesin pembangkit kalor melalui beberapa tahapan kegiatan meliputi pelatihan, konsultasi, perancangan dan pengerjaan mesin pembangkit kalor. Mesin pembangkit kalor di industri ukir tembaga, kuningan dan sejenisnya pada prinsipnya terdiri dari tungku arang dan mesin las (asetilin dan modifikasi instalasi pengelasan jenis asetilin dan LPG). Tungku arang sebagai pembangkit kalor terdiri dari ruang bakar dan pipa saluran udara bertekanan. Dasar pendukung ruang bakar didesain dengan ukuran panjang 3 m, lebar 2 m dan tinggi 15 cm. Ruang bakar dibuat dengan diameter 20 cm dan kedalaman 15 – 20 m. Pipa saluran udara bertekanan dan luaran blower dirancang dengan diameter 2,5 – 3 inch.

Kata Kunci: *tungku, arang, blower, ukir, tembaga, kuningan*

## 1. Pendahuluan

Pembentukan karya terdiri dari beberapa tahap meliputi pendesainan, pemilihan bahan dan tahap pembentukan. Setelah proses perwujudan karya selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan tinjauan karya yang disajikan dalam bentuk deskripsi (Ruci dkk., 2015). Inovasi karya-seni kerajinan yang berkualitas memerlukan elemen-elemen seni rupa yang meliputi garis, bidang, warna, tekstur, ruang, dan prinsip-prinsip penyusunan. Prinsip penyusunan terdiri dari komposisi, proporsi, kesatuan, kontras, irama, dan keseimbangan. Desain yang inovatif memiliki dasar kreatif dalam mencermati gejala sosial, budaya, ekonomi dari masyarakat sehingga memiliki karakteristik atau kepribadian (Wiyasa dkk., 2008). Unit produksi di industri ukir tembaga dan kuningan pada prinsipnya terdiri dari beberapa tahapan meliputi drafting, pengadaan bahan, pembentukan, dan pengepakan. Di teknik pembentukan, ada beberapa tahapan pengerjaan meliputi pemotongan, penyambungan (pengelasan), pengerolan, pencetakan dan pengukiran (sesuai motif). Dan khusus untuk

pengerjaan akhir, itu terdiri dari pembersihan, polishing, pelapisan dan pewarnaan.

Proses awal dari pembuatan produk ukir tembaga dimulai dengan pembuatan desain. Dalam tahap desain ini, gambar atau rencana konstruksi dan ornamen dari produk dibuat. Setelah tahap pembuatan desain dan ornamen selesai, tahap selanjutnya adalah tahap pemotongan plat tembaga atau kuningan, sebagai bahan dasar dari pembuatan produk ini, sesuai dengan gambar rencana yang sebelumnya telah dibuat. Tahap berikutnya adalah membentuk potongan plat tembaga yang telah dipotong tersebut dengan cara diketok (dipukul) dengan palu, untuk mendapatkan bentuk dasar atau bentuk kasar. Proses ini dikenal dengan istilah "Ketok Wudul". Tahap selanjutnya adalah penempelan tembaga yang telah berbentuk dasar tersebut pada jabung. Jabung adalah bantalan untuk menatah, yang terdiri dari campuran getah damar, batu bata dan oli. Jabung memiliki sifat seperti aspal, yang apabila terkena suhu dingin akan mengeras, dan bila terkena suhu panas akan mengeras. Tahap berikutnya adalah proses penatahan, sesuai dengan desain yang telah dibuat. Jenis tatahan ini pun sangat beragam, tergantung

dengan kebutuhan. Ada 3 jenis tataan meliputi tataan, wudulan dan lemahhan. Tataan adalah tataan untuk membentuk garis tepi/garis pinggir pada tembaga, sesuai dengan desain. Selanjutnya wudulan adalah tataan untuk menghasilkan bentuk/relief yang menonjol, atau pembuatan tonjolan pada tembaga. Dan lemahhan adalah tataan untuk meratakan permukaan. Setelah tembaga ditatah, tahap selanjutnya adalah proses pelepasan hasil tataan dari jabung dengan cara dibakar. Setelah itu, tembaga dirangkaikan bentuk yang sesuai dengan cara dipatri atau dilas. Dan tahap akhir adalah pewarnaan, finishing dan pengepakan. Setelah proses perwujudan karya selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan tinjauan karya yang disajikan dalam bentuk deskripsi (Ruci dkk., 2015)



Gambar 1. Pencucian plat tembaga dan kuningan

Identifikasi di proses pencucian menunjukkan bahwa bahan untuk mencuci tembaga dan kuningan menggunakan  $H_2NO_3$ ,  $H_2SO_4$  dan  $HCl$ . Ketiga bahan tersebut merupakan bahan kimia asam kuat. Asam nitrat, simbol kimianya  $H_2NO_3$  bersifat asam keras dan dapat melepuhkan kulit manusia, dapat melarutkan logam dan berwarna kuning muda. Demikian pula dengan asam sulfat, simbol kimianya  $H_2SO_4$  juga bersifat asam keras dan dapat melepuhkan kulit manusia, dapat melarutkan logam dan berwarna putih keruh. Perbaikan perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi dan keselamatan pekerja. Pencucian menggunakan bahan kimia yang cukup berbahaya bila mengenai tubuh atau bagian indera mata.

Pengamatan di lokasi tungku untuk proses perbaikan atau finishing masih berlantai tanah dan cenderung berdebu. Lokasi tungku atau perapian menggunakan blower udara untuk meningkatkan nyala atau bara api sehingga tekanan udara juga cenderung menekan debu sekitar. Peralatan disekitar tungku juga cenderung kurang tertata dengan rapi sehingga beresiko masuk ke tungku dan menjadi panas yang beresiko pada keselamatan pekerja. Pengaturan komponen utama dan pendukung perlu dilakukan untuk meningkatkan produktifitas dan keselamatan

pekerja. Perbaikan di sekitar tungku diarahkan pada pemasangan keramik bertekstur kasar dan penataanudukan pekerja dan kedudukan jabung (cetakan untuk ukir tembaga).



Gambar 2. Identifikasi permasalahan di unit tungku atau perapian

## 2. Metode

Di dalam Ilmu Kimia, tembaga diberi lambang *Cu*, merupakan singkatan *cuprum* (bahasa Latin). Tembaga adalah suatu logam berat yang berwarna merah. Pada bekas patahannya logam tersebut berwarna lebih tua. Berat jenis tembaga berkisar antara 8,70 – 8,93. Tembaga murni bersifat sebagai penghantar listrik dan panas yang sangat baik. Suhu cair tembaga terletak pada 1093 derajat celcius. Dalam keadaan cair, tembaga sangat kental dan mudah menerima gas-gas dari udara, terutama oksigen. Tembaga murni mudah dikerjakan dengan cara ditempa, digiling, diregang, dalam keadaan dingin maupun pijar. Setelah beberapa kali logam ini dikerjakan dalam keadaan dingin, akan berubah menjadi keras dan getas. Untuk melunakkan kembali, tembaga tadi dibakar sampai dengan suhu kurang lebih 300 derajat celcius, kemudian didinginkan di udara terbuka atau di dalam air. Di samping itu tembaga murni sukar dikerjakan dengan perkakas potong dan sukar pula dituang atau dicor. Tembaga mempunyai sifat tahan di dalam udara kering, tetapi di udara basah permukaannya akan mendapat lapisan zat yang berwarna hijau, sebagai akibat terjadinya oksidasi. Lapisan ini justru berguna sebagai pelindung terhadap kerusakan yang lebih ke dalam lagi. Tembaga juga mempunyai sifat tahan terhadap zat-zat kimia, misalnya terhadap asam sulfat dan asam klorida encer dan tidak tahan/termakan oleh asam hidrat encer dan pekat, serta asam sulfat pekat. Tembaga dalam bentuk kawat dan plat tebal dapat ditempa menjadi bermacam-macam bentuk perhiasan dan souvenir. Ada juga yang dikombinasi dengan macam-macam batu permata dan dilapis perak atau emas. Dan kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan difokuskan pada penyelesaian akhir produk ukir tembaga yang meliputi pembersihan produk ukir dari pengotornya terutama jabung. Pembersihan

pengotor dilakukan dengan beberapa bahan kimia dan pemanasan di dalam tungku bakar.

Mekanisme pembersihan pengotor bahan kimia pada industri tembaga dan kuningan dilakukan dengan teknik perendaman dan perlakuan dengan bahan-bahan kimia meliputi  $H_2NO_3$ ,  $H_2SO_4$  dan HCl. Bahan-bahan kimia bersifat asam kuat ini tentu perlu penanganan yang bersifat ramah bagi pekerja dan lingkungan dengan membuat bak penampung dan dasaran kasar di sekitar bak penampung cairan bahan kimia.

Desain tungku bahan bakar arang dan sejenisnya terdiri dari ruang bakar, lubang api (lebih dari 1 lubang), lubang udara dan udara paksa, ruang abu dan cerobong. Lubang api bisa didesain 2- 3 lubang dengan sistem buka dan tutup. Udara paksa dibangkitkan dari tenaga blower/fan udara. Untuk pembangkit kalor di industri bintang Pamungkas didesain dengan 1 (satu) lubang ruang bakar dengan dasaran di sekitar lubang api cukup luas.

Sehubungan pembangkit kalor didesain dengan 1 (satu) lubang ruang bakar, maka ruang bakar dapat difungsikan langsung menjadi lubang aliran api. Lubang ruang bakar sekaligus lubang aliran api mempunyai dimensi diameter 15 – 20 cm dan kedalaman 10 – 15 cm. Dinding ruang bakar terbuang dari pasangan batu bata dengan permukaan ruang bakar merupakan pasangan pasir dan semen tanpa diaci. Dasaran pendukung ruang bakar didesain dengan ukuran panjang 3 m, lebar 2 m dan tinggi 15 – 20 cm.

Udara pembakaran didesain dengan aliran paksa yang digerekkkan oleh blower. Seleksi blower didasarkan pada kebutuhan daya, putaran sudu dan lubang keluaran udara. Untuk pipa keluaran udara bertekanan dan luaran blower dirancang dengan diameter 2,5 – 3 inch.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dekorasi logam dapat dilakukan dengan beberapa cara meliputi ukir tekan, ukir kethok, ukir gores, ukir pukul dan teknik lain. Tujuan dari dekorasi pada prinsipnya adalah memperindah penampilan suatu produk, menambah nilai jual suatu produk dan membuat produk lebih unik (Rahayu, 2013). Analogi dengan dekorasi logam, teknik ukir tembaga dan kuningan di unit produksi Bintang Pamungkas pada prinsipnya terdiri dari beberapa tahapan meliputi drafting, pengadaan bahan, pembentukan (pemotongan, penyambungan (pengelasan), pengerolan, pencetakan, pengukiran (sesuai motif), finishing (pembersihan, polishing, pelapisan dan pewarnaan) dan pengepakan. Perbaikan unit produksi terutama drafting, pengadaan bahan, pembentukan (pemotongan, penyambungan (pengelasan) dan pengerolan) sudah dikerjakan di tahun pertama. Dan kegiatan identifikasi permasalahan dan perbaikan di unit produksi difokuskan finishing yang meliputi pembersihan, polishing, pelapisan dan pewarnaan.

Finishing pada literatur lain menyebutkan bahwa dekorasi dalam kerja dekorasi, kerja las, kerja perhiasan dan kethok pembentukan. Finishing dalam beberapa kerja meliputi perhiasan, las, cor, dekorasi dan kethok pembentukan merupakan tahap pembersihan/pencucian, perataan permukaan, penghalusan dan pemolesan (Rahayu, 2013).

Ada beberapa bahan finishing saat pembersihan meliputi SN, asam klorida (HCl), asam nitrat ( $H_2NO_3$ ) dan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Finishing logam tembaga dengan bahan kimia terdebut dimaksudkan untuk mendapatkan warna antik tembaga. SN tersusun dari sulfida (belerang) dan logam Natrium, bersifat bau spesifik dan dapat menyebabkan gatal jika mengenai tubuh manusia. Selanjutnya Asam nitrat merupakan bahan kimia yang bersifat asam keras dan dapat melepuhkan kulit manusia, melarutkan logam dan berwarna kuning muda. Analogi dengan asam nitrat, asam sulfat merupakan senyawa dengan simbol kimia  $H_2SO_4$  mempunyai sifat asam keras, dapat melepuhkan kulit manusia, melarutkan logam dan berwarna putih keruh (Sumanto, 2016; Rahayu, 2013).



Gambar 3. Revitalisasi tempat pencucian

Bahan plat tembaga dengan tebal 0,2 mm mudah dibentuk karena bersifat lunak, dapat dibersihkan dengan cara merendam dalam larutan HCl encer, kemudian disikat dengan cara berulang-ulang sampai bersih. Logam tembaga dapat difinishing dengan mudah dengan cara di SN. Warna tembaga berubah dari merah menjadi hitam kemerahan dan terkesan antik. Analogi dengan plat tembaga 0,2, bahan plat tembaga dengan tebal 0,6 – 0,8 mm mempunyai spesifikasi berbentuk plat berwarna merah dan mudah diukir dengan cara dikethok. Bahan plat tembaga tersebut juga mudah dibentuk karena bersifat lunak, dapat dibersihkan dengan cara merendam dalam larutan  $H_2SO_4$  encer. Finishing pembersihan kemudian dengan cara disikat secara berulang-ulang sampai bersih. Logam tembaga dengan ketebalan ini dapat juga difinishing dengan mudah dengan cara di SN. Warna tembaga berubah dari merah menjadi hitam kemerahan. Ini akan terkesan antik (Sumanto, 2016; Rahayu, 2013).

Identifikasi awal di lokasi tungku menunjukkan bahwa proses perbaikan atau finishing di sekitar bara api tungku masih berlantai tanah dan cenderung berdebu. Lokasi tungku atau perapian menggunakan blower udara untuk meningkatkan nyala atau bara api sehingga

tekanan udara juga cenderung menekan debu sekitar. Peralatan di sekitar tungku juga cenderung kurang tertata dengan rapi sehingga beresiko masuk ke tungku dan menjadi panas yang beresiko pada keselamatan pekerja. Pengaturan komponen utama dan pendukung perlu dilakukan untuk meningkatkan produktifitas dan keselamatan pekerja. Perbaikan di sekitar tungku diarahkan pada pemasangan alas lantai/keramik bertekstur kasar, penataan peralatan kerja, penataan dudukan pekerja dan dudukan bahan yang dipanaskan.



Gambar 3. Revitalisasi tungku bakar

Pemasangan alas lantai dibuat kasar dimaksudkan untuk menjaga pekerja di sekitar tungku aman. Ada banyak aktifitas kerja di sekitar tungku yang ada nyala api tersebut meliputi pengerjaan pemanasan logam sebelum diukir, penyiapan bahan yang akan dikerjakan, penyiapan alat yang digunakan untuk kerja, pemanasan jabung (cetakan untuk ukir tembaga) dan pemanasan bahan lain. Lalu lintas kerja yang padat dengan lokasi yang sempit tersebut cenderung menimbulkan kecelakaan kerja di sekitar tungku bakar. Dengan membuat dasaran tungku cukup luas yakni ukuran panjang 3 m, lebar 2 m dan tinggi 15 cm dan permukaan relatif kasar akan mereduksi kecelakaan kerja. Pengaturan nyala api ditentukan dengan pengaturan bahan bakar, kecepatan aliran udara dan pengaturan volume ruang bakar. Untuk mendapatkan nyala api besar dapat diatur secara bertahap atau bersama-sama sekaligus dengan memaksimalkan volume ruang bakar, menambah jumlah bahan bakar dan meningkatkan kecepatan blower. Pengaturan ruang bakar terutama untuk mereduksi ruang bakar dilakukan dengan memasukan benda yang bersifat tahan api (batu) ke dalam ruang bakar sehingga kebutuhan bahan bakar juga menurun. Pengaturan aliran udara pembakaran dilakukan dengan model

mebypass aliran dan meenurunkan kecepatan dengan inverter atau penurunan voltase.

Salah satu fungsi tungku bakar di industri kuningan dan tembaga adalah pembersihan jabung yang masih menempel di dasaran produk ukir. Setelah tembaga ditatah, tahap selanjutnya adalah proses pelepasan hasil tatahan dari jabung dengan cara dibakar. Jabung adalah bantalan untuk menatah, yang terdiri dari campuran getah damar, batu bata dan oli. Jabung memiliki sifat seperti aspal di mana apabila terkena suhu dingin akan mengeras dan bila terkena suhu panas akan mencair. Apabila pengerjaan mengukir telah dianggap selesai, benda kerja diambil dengan memanas kembali dan dibakar sampai sisa jabung terbakar habis. Kemudian benda kerja dibersihkan dengan alat sikat dengan teknik menggosok. Pembersihan juga dilakukan dengan mengampelas sampai halus dan dipolis sampai mengkilap. Bagian *background* (dasaran/latar) dibuat tekstur seperti pasir kemudian diwarnai gelap, bagian-bagian motif ukiran yang menonjol dipolis mengkilap maka tampak hasil ukiran yang artistik karena ukiran yang menonjol mengkilap dengan background yang gelap sehingga terjadi kontras dan ada *center of interest*nya (pusat perhatian) pada motif ukirannya (Sumanto, 2016).

#### 4. Kesimpulan

Pembersihan pengotor dilakukan dengan beberapa bahan kimia dan pemanasan di dalam tungku bakar. Mekanisme pembersihan pengotor bahan kimia pada industri tembaga dan kuningan dilakukan dengan teknik perendaman dan perlakuan dengan bahan-bahan kimia meliputi  $H_2NO_3$ ,  $H_2SO_4$  dan  $HCl$ . Selanjutnya pembersihan pengotor dengan kalor/panas dilakukan di dalam tungku bakar. Mesin pembangkit kalor tungku arang terdiri dari ruang bakar dan pipa saluran udara bertekanan. Dasaran pendukung ruang bakar didesain dengan ukuran panjang 3 m, lebar 2 m dan tinggi 15 cm. Ruang bakar dibuat dengan diameter 20 cm dan kedalaman 15 – 20 m. Pipa saluran udara bertekanan dan luaran blower dirancang dengan diameter 2,5 – 3 inch.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami dari hati yang paling dalam mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pengabdian ini terutama mahasiswa, teknisi dan PSD III Teknik Mesin FT Undip. Terima kasih kepada DRPM melalui Skim Iptek bagi Produk Ekspor yang telah mendanai kegiatan pengabdian melalui Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan

Tinggi Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Program Pengabdian kepada Masyarakat Nomor: 008/SP2H/PPM/ DRPM/II/2016, tanggal 17 Pebruari 2016.

### **Daftar Pustaka**

- Brown, J, 1998, *Advanced Machining Tecnology Handbook*, McGraw-Hill
- Khurmi, R.S., 1980, *A Text Book Machine Design*, Eurasia Publising House. Ltd, New Delhi.
- Rahayu, M., (2013), *Dekorasi dan Ketok Pembentukan 2 untuk Sekolah Mengah Kejuruan Kelas XI Semester 2*, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Ruci, W.H.N., dan Angge, I.C., (2015), *Matahari Sebagai Sumber Ide Pembuatan Perhiasan Kalung*, Jurnal Pendidikan Seni Rupa, 3, pp. 77-84
- Sumanto, (2016), *Album Produk Ukir Tembaga dan Kuningan CV Pamungkas*, CV Pamungkas Cepogo Boyolali.
- Sumanto, (2016), *Industri Ukir Tembaga dan Kuningan CV Pamungkas di Cepogo*, Survey langsung di CV Pamungkas Cepogo Boyolali.
- Wiyasa, I. N.N. dan Sumantra, I.M., (2008), *Kerajinan Perak di Desa Celuk : Kajian Aspek Disain dan Inovasinya*, Laporan Penelitian Dibiayai dari Dana Dipa Isi Denpasar Nomor 0230.0/023-04/Xx/2008