

APLIKASI TEKNOLOGI BERSIH UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS PADA INDUSTRI LOGAM-KUNINGAN

Purwanto*, Ori T. Hartonegoro**, Syamsul Huda**, Ratri Nugraheni*

ABSTRAK

Proses produksi industri logam kuningan meliputi pengecoran, pemesinan, penyiapan bahan untuk proses akhir dan proses akhir (finishing). Proses finishing dapat berupa coating, pengecatan maupun elektroplating. Pada setiap langkah proses dapat terjadi kehilangan bahan yang cukup berarti maupun kegagalan proses yang menyebabkan terjadinya produk tolakan yang cukup besar. Aplikasi teknologi bersih pada industri logam-kuningan ini meliputi perbaikan proses, penggantian bahan dan perbaikan teknologi. Secara umum hasil penerapan memberikan produk tolakan yang cukup berarti sehingga dapat menekan biaya produksi.

PENDAHULUAN

Konsep pengelolaan limbah industri berdasar prinsip pengelolaan limbah keluar dari industri (end of pipe technology) sedapat mungkin dihindari karena menyangkut aspek biaya pembuatan instalasi pengolah limbah dan juga penyediaan biaya operasi. Penekanan pengolahan limbah yang hanya ditujukan agar kualitas limbah yang dibuang ke lingkungan tidak menimbulkan pencemaran, mengakibatkan adanya biaya tambahan sehingga tidak jarang terjadi kasus-kasus seperti tidak dioperasikannya unit pengolah limbah atau pengusaha mengulur-ulur waktu pembuatan instalasi pengolah limbah, meskipun biaya operasi pengolahan limbah hanya sebesar 1 - 10% tergantung dari jenis industri, yang pada dasarnya dibebankan pada konsumen.

Pengurangan limbah industri melalui pendekatan proses merupakan tantangan insinyur kimia untuk menjawab pengurangan biaya operasi yang tinggi pada pengolahan limbah dengan sistem end of pipe (EOP). Pola pendekatan pengurangan limbah secara 'in process' melalui teknologi bersih (clean technology) yang dihasilkan oleh suatu pabrik dapat dilakukan sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas.

Pendekatan yang dilakukan pada produksi/teknologi bersih terutama ditekankan pada pencegahan sehingga tingkat emisi polusi dapat diperkecil, sumber limbah dapat direduksi dan penggunaan bahan baku, energi serta utilitas menjadi lebih efisien. Tiga macam pendekatan yang dipakai untuk mereduksi limbah terdiri dari :

- Proses baru :
Penciptaan pabrik dan proses baru berteknologi bersih

- Perbaikan dan Pengembangan Proses dan Teknologi, meliputi :
 - operasi
melakukan operasi dengan baik berdasarkan standar
 - teknologi
melakukan modifikasi teknologi proses atau peralatan
 - produk
reformulasi produk
 - bahan baku
seleksi bahan baku, mengganti bahan yang tak berbahaya
- Daur ulang dan penggunaan kembali (recovery dan reuse), melalui :
 - off site recycling (penggunaan pada proses yang lain)
 - in site recycling (penggunaan pada proses yang sama)

Proses baru dapat dilakukan untuk pabrik-pabrik yang akan didirikan. Pada kondisi ini dapat dipilih proses dengan teknologi bersih sehingga buangan industri kecil. Sebagai contoh, pabrik kimia umumnya didirikan dengan skala besar sehingga memerlukan lahan yang besar dan harus selalu berada di lokasi tertentu. Jika produk-produk elektronik seperti komputer dapat direduksi ukurannya namun mempunyai kapasitas yang jauh lebih tinggi, maka menjadi suatu tantangan para insinyur untuk dapat menciptakan pabrik yang berskala kecil, kompak dan mudah untuk dipindah. Pemikiran ke arah tersebut sekarang sedang dikembangkan, yang dikenal dengan nama 'process miniaturization'

Industri yang telah berjalan dengan teknologi lama, akan lebih ekonomis jika

* Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP

** Bina Mitra Usaha, Gajah Mada Plaza C/7, Semarang

melakukan kegiatan minimasi limbah menggunakan pola pengembangan prose dan teknologi. Standard operasi merupakan salah satu celah yang dapat digarap yang berkaitan langsung dengan perilaku manusia. Dengan adanya standar operasi maka efektivitas dan efisiensi kerja dapat terjamin. Kaitan dengan standar operasi adalah sertifikasi. Seseorang boleh (dapat) bekerja pada suatu bagian jika kemampuannya telah diuji. Ketiadaan standar operasi dapat menyebabkan mutu produk yang tidak stabil, apalagi berkaitan dengan proses yang berlangsung secara batch. Pola pendekatan ini tepat pula bila dilakukan untuk industri non kimia.

Modifikasi peralatan pada industri kimia berkaitan erat dengan transfer massa, energi maupun aliran fluida. Sebagai contoh penggunaan alat penukar panas dengan menggunakan plate exchanger untuk menggantikan shell and tube heat exchanger, poa aliran radial dalam reaktor menggantikan pola aliran aksial dan sebagainya. Dalam satu kesatuan pabrik, modifikasi dapat dilakukan dengan *reengineering* peralatan proses dan sistem aliran bahan maupun energi dengan mempertimbangkan kemungkinan recycle.

Pengelompokan lokasi pabrik industri kimia merupakan salah satu cara minimasi limbah. Dalam pendekatan ini diutamakan untuk melakukan pengelompokan berdasarkan pola 'makan-memakan'. Limbah dari suatu industri merupakan bahan baku untuk industri lainnya. Dengan demikian meskipun terdapat beberapa macam industri, limbah yang dihasilkan diharapkan dapat setara dengan satu industri saja.

PELUANG TEKNOLOGI BERSIH PADA INDUSTRI LOGAM – KUNINGAN

Industri logam kuningan merupakan salah satu industri yang menggunakan energi panas untuk proses peleburan, energi mekanik dalam proses pemesinan, bahan – bahan kimia untuk pencucian dan pelapisan. Industri ini merupakan gabungan antara industri manufaktur, kerajinan dan juga industri kimia. Peluang penerapan produksi bersih pada industri logam-kuningan sangat besar, meliputi bahan baku, perbaikan proses dan teknologi maupun energi.

Beberapa pendekatan yang dapat dipakai dalam penerapan konsep teknologi bersih pada industri logam-kuningan, di antaranya adalah :

- Bahan baku
Bahan baku logam maupun campuran logam yang dipakai dapat berupa scrap (rongsokan) maupun inggot. Biasanya komposisi bahan baku berubah-ubah tergantung dari bahan

yang diperoleh dari pemasok maupun pemulung. Standar spesifikasi bahan baku logam diperlukan agar diperoleh produk yang spesifik. Ketidak konsistenan komposisi bahan baku menyebabkan beberapa peluang untuk ekspor mengalami kendala, karena produsen tidak dapat menjamin mutu produk yang dihasilkan. Sebaiknya stadarisasi dilakukan secara kualitatif seperti bentuk, ukuran, kenampakan dan warna. Pendekatan lainnya dapat pula dilakukan dengan pemilihan maupun penggantian bahan baku dari yang berpotensi penghasil limbah / beracun menjadi bahan baku yang dapat dimanfaatkan secara keseluruhan.

- Energi
Energi diperlukan dalam kegiatan industri logam-kuningan meliputi energi yang digunakan untuk proses peleburan maupun energi yang digunakan untuk proses pelapisan. Upaya penghematan dapat dilakukan dengan memperhatikan kehilangan energi, pemilihan bahan bakar dan suplai energi sesuai dengan kebutuhan. Jenis dan geometri kowi yang digunakan untuk proses peleburan serta jarak pencetakan dengan dapur peleburan berpengaruh pula terhadap pemakaian energi. Pada proses pelapisan dengan elektroplating, biasanya energi listrik sebagai sumber arus searah tidak dilakukan pengukuran dan perhitungan mengenai efisiensi diabaikan. Akibatnya, waktu plating yang lama merupakan pemborosan energi karena tinjauan hanya ditekankan pada produk saja.
- Perbaikan proses
Perbaikan proses dapat dilakukan dengan meninjau ulang tahapan proses dari persiapan bahan baku, peleburan, persiapan permukaan dan proses tahap akhir. Penggunaan bahan-bahan kimia untuk proses pencucian dan penghilangan lemak maupun minyak merupakan salah satu tahapan yang berpotensi menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup berarti. Demikian pula proses pengecatan sistem spray merupakan tahapan proses yang berefisiensi rendah.
- Perbaikan teknologi
Perbaikan teknologi berkaitan erat dengan perbaikan proses. Peralatan – peralatan lama dapat dilakukan modifikasi untuk memperbaiki jalannya proses seperti perbaikan dapur pengecoran hemat energi dengan pemasangan sistem kontrol, perbaikan kontak hantaran listrik untuk meningkatkan efisiensi, perbaikan sistem pengadukan dan aerasi pada proses elektroplating. Perbaikan

teknologi dapat pula diarahkan pada standar operasi.

- Standar operasi
Banyak industri logam-kuningan yang berjalan dengan mengandalkan ketrampilan para pekerjanya sehingga seringkali kualitas yang dihasilkan oleh satu pekerja tidak sama dengan pekerja lainnya. Dengan adanya standar operasi maka akan dihasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang tidak berbeda jauh antara pekerja satu dengan lainnya, sehingga produk yang tidak memenuhi spesifikasi dapat dikurangi.
- Daur ulang
Perbaikan proses dilakukan dengan mempelajari kemungkinan daur ulang dan penggunaan kembali bahan buangan yang mengandung bahan baku / bahan antara yang masih dapat dimanfaatkan sehingga limbah yang dibuang oleh kegiatan industri dapat diperkecil. Penggunaan air meskipun sangat mudah diperoleh hendaknya disesuaikan dengan keperluan dan sedapat mungkin digunakan kembali.

PENERAPAN PRODUKSI BERSIH DAN HASIL YANG DIPEROLEH

Penerapan produksi bersih pada industri logam - kuningan dilakukan dengan melihat peluang yang ada. Aplikasi yang telah dilakukan meliputi kajian mengenai bahan baku, proses produksi dan pemanfaatan buangan maupun barang tolakan. Secara lengkap proses industri logam - kuningan dan penerapan produksi bersih meliputi langkah - langkah sebagai berikut :

- Proses pengecoran
Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan bahan cor berupa barang rongsokan maupun scrap. Bahan yang telah diterima dilakukan pelelehan pada dapur (kowi) sehingga terjadi lelehan bahan. Kehilangan pada saat pelelehan ini terjadi karena suhu yang tinggi, terbentuknya abu dan kotoran, dengan efisiensi produk sekitar 75%. Perbaikan sistem pelelehan pada dapur ini dilakukan dengan pengontrolan suhu operasi dan pemilihan bahan bakar yang tepat. Di samping itu standar operasi yang tidak baku memungkinkan terjadinya produk tolakan menjadi cukup besar. Dengan perbaikan standar operasi, efisiensi dapat dinaikkan sampai 85%. Produk yang tercampur dengan kotoran yang biasanya diperoleh di bagian atas dapat pula dilakukan daur ulang dengan

harga jual seperempat dari inggot logam yang terbentuk.

Pencetakan bahan lelehan juga merupakan langkah yang menentukan. Dengan jarak dapur dengan tempat pencetakan sepanjang 15 m, produk cacat untuk barang cetakan yang besar mencapai 50%, berupa terjadinya rongga-rongga pada barang cetakan. Sedangkan barang-barang yang kecil terdapat juga rongga-rongga karena leher pengecoran yang terlalu pendek. Upaya reduksi barang cacat dilakukan dengan memperpanjang leher pengecoran, namun implikasi yang perlu diperhitungkan adalah penambahan biaya untuk pengecoran dengan adanya daur ulang leher cor.

- Pemesinan
Pemesinan yang dilakukan pada produk cor ini meliputi pemotongan produk cor dilanjutkan dengan berbagai penggerindaan dan scrapping maupun polishing. Potongan-potongan logam dapat dilakukan pada daur ulang pada dapur cor, sedangkan scrap (butiran-butiran) logam pada saat penggerindaan sering tercampur dengan kotoran dan bertebaran sehingga menambah kotoran pada saat pelelehan dan terjadinya kehilangan. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan cara perbaikan standar operasi, sikap kerja dan kerumahaan yang baik, sehingga scrap yang berceceran dapat diminimalkan. Polishing dilakukan untuk membuat permukaan menjadi halus dengan bantuan alat maupun bahan polish seperti batu emmery, kain polish maupun bahan gosok. Polishing yang baik akan menghasilkan produk akhir yang halus, sedangkan polishing yang sembarangan akan berpengaruh pada proses akhir, sehingga produk tolakan menjadi lebih besar.
- Persiapan permukaan
Persiapan permukaan sebelum dilakukan proses akhir (finishing) meliputi pencucian untuk penghilangan kotoran, minyak maupun lemak. Pada proses ini biasanya dilakukan pencucian menggunakan sabun dilanjutkan dengan pembilasan, penghilangan minyak menggunakan solven organik, penghilangan dan pembilasan lemak (degreaser), dilanjutkan dengan pembilasan. Proses persiapan ini sebenarnya dapat disederhanakan dengan dua langkah proses yaitu dengan menghilangkan penggunaan solven organik dan degreaser dengan mengganti penggunaan satu jenis degreaser yang ramah lingkungan. Dengan sistem ini dapat dihemat biaya pemakaian

solven yang cukup berarti. Tingkat penghematan biaya dengan penggunaan degreaser ramah lingkungan mencapai 85%.

- Proses akhir
Proses akhir (finishing) pada industri logam – kuningan meliputi pengecatan, lacquering, bronzing maupun elektroplating. Pengecatan sistem cair dengan cara penyemprotan mempunyai efisiensi yang rendah. Agar produk cat yang bertebaran dapat dimanfaatkan, maka semprotan cat dapat ditangkap dengan air sehingga terikut dan kemudian dipisahkan antara air dengan cat. Bahan campuran cat dengan minyak ini tidak dapat digunakan lagi, namun dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar baik untuk dapur maupun alat oven. Pada sistem cat kering dengan serbuk, biasanya mudah dilakukan recovery cat dan dapat digunakan lagi.

Pada proses akhir menggunakan elektroplating, kegagalan operasi sering dijumpai karena analisis larutan plating tidak dilakukan. Akibatnya pelapisan yang terjadi tidak merata, terbakar dan mudah mengelupas. Waktu plating dengan larutan yang mengalami kontaminasi maupun konsentrasi yang rendah dapat mencapai 4 kali dari waktu plating normal, sehingga pemakaian energi listrikpun akan meningkat sampai 4 kali lipat. Produk cacat yang dihasilkan akibat faktor operasi dan analisis yang tidak teratur dapat mencapai 5% dari total produk. Dengan perbaikan kondisi larutan, kontak listrik dan sistem operasi dapat diturunkan produk cacat menjadi sekitar 1%.

KESIMPULAN

Aplikasi teknologi – produksi bersih pada industri logam – kuningan secara umum dapat meningkatkan produksi, mengurangi produk cacat yang memerlukan pekerjaan ulangan dan pengurangan biaya produksi. Penggunaan bahan yang ramah lingkungan dapat dilakukan untuk mengurangi beban cemaran dan dengan simplifikasi tahapan proses dapat dihemat biaya produksi sampai 85%.

DAFTAR ACUAN

- [1] ASEAN Environmental Improvement Project, 1993, Waste Reduction Assesment Guidelines.
- [2] ASEAN Environmental Improvement Project, 1995, Waste Reduction Opportunities in the

Pulp and Paper Industry in the Republic of Indonesia

- [3] *The Chemical Engineer*, Jan. 1994, *Liquid Membranes : The Time is Right*, *The Institution of Chemical Engineers*, No. 557, 21.
- [4] *The Chemical Engineer*, May 1994, *Water, Water Everywhere....*, *The Institution of Chemical Engineers*, No. 565, 23.
- [5] *The Chemical Engineer*, Jan. 1994, *Ceramic Membran for High Temperature*, *The Institution of Chemical Engineers*, No. 558, 14.
- [6] *Weston, N.C dan Stuckey, D.C.*, May 1994, *Cleaner Technologies and the UK Chemical Industry*, *Trans IchemE*, Vol. 72 Part B, 91