



**PENERAPAN TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENCEGAH
PENCEMARAN INDUSTRI**

PIDATO PENGUKUHAN

Diucapkan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar dalam
Ilmu Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Semarang, 22 Januari 2009

Oleh :
PURWANTO

PENERAPAN TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN MENCEGAH
PENCEMARAN INDUSTRI

Purwanto

Diucapkan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar
dalam Ilmu Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Semarang, 22 Januari 2009



Diterbitkan oleh:
Badan Penerbit Universitas Diponegoro
ISBN : 978.979.704.690.3

“ Dan janganlah kalian membuat kerusakan di atas muka bumi
setelah Allah memperbaikinya “
(QS, al-A'raaf : 56)

Ngelmu iku kalakone kanthi laku,
Lekasing lawan kas,
Tegese kas nyantosani,
Setya budya pangekese dur angkara
(Serat Wedhatama, K.G.P.A.A. Mangkunagara IV)

Yang Saya hormati dan muliakan :

- Rektor/Ketua Senat Universitas Diponegoro
- Sekretaris, Para Anggota Senat dan Dewan Guru Besar Universitas Diponegoro
- Para Anggota Dewan Penyantun Universitas Diponegoro
- Para Pejabat Sipil, Militer dan Polri
- Para Pembantu Rektor Universitas Diponegoro
- Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah IV
- Para Pimpinan Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta
- Direktur Program Pascasarjana, Para Dekan, Pembantu Direktur Pascasarjana dan Pembantu Dekan di lingkungan Universitas Diponegoro
- Para Ketua Lembaga, Ketua Program, Ketua Jurusan, Kepala Biro di lingkungan Universitas Diponegoro
- Para Dosen, Karyawan serta Alumni Universitas Diponegoro
- Fungsiaris Mahasiswa dan Para Mahasiswa Universitas Diponegoro
- Para Tamu Undangan, Keluarga dan Para Hadirin yang saya hormati dan saya muliakan,

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam Sejahtera bagi kita semua,

Perkenankanlah saya memanjatkan Puji Syukur ke hadirat Allah Swt yang telah melimpahkan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga pada hari yang berbahagia ini saya dapat mengucapkan Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar pada Sidang Senat Terbuka Universitas Diponegoro dalam keadaan sehat wal afiat. Dengan tulus saya menyampaikan terima

kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya atas kehadiran Bapak-bapak, Ibu-ibu dan Saudara-saudara sekalian yang telah meluangkan waktu untuk menghadiri acara ini.

Pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankanlah saya menyampaikan Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam bidang Ilmu Teknik Kimia dengan judul :

Penerapan Teknologi Produksi Bersih Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Mencegah Pencemaran Industri

Bapak Ibu Anggota Senat, Para Guru Besar Universitas Diponegoro dan Hadirin yang saya muliakan

PENDAHULUAN

Pada era global dan pasar bebas sekarang ini, industri dihadapkan pada persaingan yang ketat sehingga keunggulan komparatif yang menjadi andalan pada masa lalu sudah tidak mampu lagi untuk menghadapi tantangan saat ini. Industri dituntut untuk memproduksi barang-barang yang berdaya saing tinggi terhadap produk-produk sejenis dari negara tetangga maupun negara lain yang masuk ke Indonesia, dan juga terhadap produk-produk yang diekspor. Industri juga dihadapkan pada isu lingkungan global dan pelestarian sumber daya alam yang dipergunakan.

Pembangunan sektor industri merupakan salah satu pilar pembangunan yang diarahkan agar dapat bersaing di era global (Kuncoro, 2005). Hasil yang dicapai dari pengembangan sektor industri Indonesia sampai saat ini ditandai oleh nilai ekspor tertinggi dibanding sektor lainnya. Sepanjang tahun 2006 sumbangan nilai ekspor sektor industri lebih kurang 64,45 persen dari 100,69 miliar dollar AS total ekspor baik dari sektor migas maupun non-migas (Hidayati, 2007).

Kegiatan industri bertujuan untuk menghasilkan suatu produk dengan spesifikasi tertentu. Dalam melakukan kegiatan proses produksi diperlukan bahan baku, energi dan air serta bahan penolong lain. Kebutuhan akan bahan baku industri dipenuhi dari berbagai sumber daya alam Indonesia seperti minyak dan gas bumi, batu bara, bahan-bahan mineral, dan kayu. Sumberdaya alam yang tidak dapat diperbarui (*non renewable resources*) akan habis sehingga pengambilan sumber daya alam perlu mempertimbangkan aspek keberlanjutan.

Tantangan dan tuntutan pada industri saat ini yang sedemikian banyak tidak hanya pada masalah daya saing, efisiensi, dan lingkungan saja, namun lebih luas mencakup pembatasan pemakaian bahan-bahan berbahaya dan beracun, keselamatan kerja dan tanggung jawab sosial perusahaan. Pembatasan pemakaian bahan-bahan berbahaya dan beracun juga diterapkan untuk bahan baku proses dan bahan lain yang dipakai oleh industri, seperti pembatasan pemakaian *chloro fluoro carbon* (CFC) (Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2001), produk bebas dari logam berat seperti cadmium (Cd), merkuri (Hg), dan pendingin *polychlorinated biphenyl* (PCB) pada industri logam dan elektronika. (*Basel Convention, www.basel.int*).

Ketidakmampuan industri atau pengusaha di Indonesia untuk bertarung di pasar global banyak terkait dengan daya saing, dan ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kemampuan penguasaan teknologi yang sangat tertinggal (Samhadi, 2006).

Isu lingkungan juga dikaitkan dengan penilaian kinerja industri dengan peringkat taat dan tidak taat dalam Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan atau PROPER (KLH, 2002). Berbagai sertifikasi internasional (ISO, www.iso.org) juga diberlakukan untuk industri mulai dari sertifikasi sistem manajemen mutu ISO 9001, sistem manajemen lingkungan ISO 14001, dan sistem manajemen keselamatan (OHSAS 18001).

Selain produk yang diinginkan, industri juga menghasilkan produk samping dan bukan produk berupa limbah bahan-bahan berbahaya dan beracun, limbah padat, limbah cair, emisi panas dan gas. Limbah dan emisi yang ditimbulkan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara, air maupun tanah bila tidak dikelola dengan baik. Dampak negatif pencemaran limbah industri dapat terasa dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Pencemaran berupa buangan air limbah industri ke lingkungan di Jawa Tengah mencapai sekitar 3.029.991 meter kubik air setiap hari, dengan perkiraan industri besar membuang air limbah 650 meter kubik/hari, industri menengah 150 meter kubik/hari, dan industri kecil 3 meter kubik/hari. Jawa Tengah tercatat memiliki 645.120 industri yang terdiri dari 1.062 industri besar, 2.773 industri menengah, dan 641.673 industri kecil. Total air limbah yang dibuang dalam kurun waktu satu tahun di Jateng sekitar 1,09 miliar meter kubik, belum termasuk air limbah sektor hotel dan rumah sakit yang diperkirakan mencapai 1,9 juta meter kubik per hari (AntaraNews, 2008, Sutrisno, 2008).

Jenis industri besar yang berpotensi mencemari lingkungan adalah industri tekstil/batik, tapioka, alkohol, MSG (bumbu masak), farmasi, makanan, kecap, gula, kertas, dan penyamakan kulit. Di antara berbagai industri tersebut, pabrik tekstil menjadi pencemar lingkungan utama di Jawa Tengah. Daerah-daerah yang sangat rawan tercemar adalah Kabupaten Semarang, Surakarta, Pekalongan, dan Sukoharjo. Pada tahun 2007, ada 17 perusahaan yang mendapat pengawasan khusus dari Bappedal Propinsi Jawa Tengah karena mereka dinilai mencemari lingkungan. Namun, dari 17 perusahaan itu belum ada satu pun yang dikenai sanksi hukum. (Herdjoko, 2008).

Keadaan ini tidak terlepas pula dari kualitas dokumen AMDAL (Analisa Mengenai Dampak Lingkungan) yang masih rendah. Kendati sudah sekitar 9000 dokumen AMDAL (Analisa Mengenai Dampak

Lingkungan) telah disetujui pemerintah, namun tidak menjamin dapat mengurangi kerusakan lingkungan. Mutu dari ribuan dokumen AMDAL yang ada, terdapat sekitar 75% berkualitas buruk hingga sangat buruk (KLH, 2008), (Suara Akar Rumput, 2008). Jika Dokumen AMDAL-nya baik, tidak ditindaklanjuti dengan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), Dokumen AMDAL hanya diperlakukan sebagai syarat mendapatkan ijin operasi.

Pada tahun 2008, penilaian peringkat kinerja lingkungan PROPER diikuti oleh 516 perusahaan. Hasilnya hanya satu perusahaan mendapatkan peringkat emas, 341 perusahaan mendapat peringkat biru dan biru minus, 85 perusahaan berperingkat merah dan merah minus, serta 43 perusahaan berperingkat sangat buruk atau hitam. Ini berarti bahwa masih ada 128 perusahaan yang tidak taat dan melakukan pencemaran lingkungan. (Sulung Prasetyo, 2008).

Sampai saat ini masih banyak pandangan bahwa pertumbuhan industri semata-mata untuk kepentingan ekonomi sehingga dengan mengeksploitasi sumber daya alam yang berdampak negatif terhadap lingkungan adalah suatu konsekuensi yang harus diterima. Menipisnya sumber daya alam dan pencemaran lingkungan akibat kegiatan industri seringkali tidak dipertimbangkan secara terpadu dalam pengembangan industri.

Oleh karena itu arah pembangunan industri juga harus mempertimbangkan aspek pencegahan dan pengendalian kerusakan dan pencemaran lingkungan hidup yang merupakan dampak negatif dari pembangunan industri (Depperindag, 2002). Kegiatan industri perlu memadukan tiga pilar Pembangunan Berkelanjutan yang mencakup aspek ekonomi, lingkungan dan sosial. Penerapan Produksi Bersih di industri yang memadukan pendekatan efisiensi dan pencegahan pencemaran menjadi dasar bagi pembangunan sektor industri berkelanjutan (Purwanto, 2004d).

Rencana Tindak Pembangunan Berkelanjutan sektor industri ditekankan pada pola-pola produksi dan konsumsi (KLH, 2004b). Indikator keberhasilan kegiatan yang dilakukan industri yang penting di antaranya adalah meningkatnya efisiensi produksi dan efisiensi konsumsi di tingkat nasional, digunakannya sumber daya alam secara efisien, tercapainya penghematan bahan baku, dan tersedianya pilihan bahan, teknologi dan produk ramah lingkungan (KLH, 2000b).

Para Hadirin yang saya muliakan

PENGELOLAAN LINGKUNGAN INDUSTRI

Ketika era industri baru mulai tumbuh dan sumber daya alam masih melimpah, industri cenderung bersikap pasif dalam mengelola lingkungan. Pengelolaan lingkungan sampai dengan awal tahun 1990an di kalangan usaha bersifat *compulsory* atau wajib. Memasuki pertengahan tahun 1990an sampai menjelang tahun 2000, pengelolaan lingkungan bersifat Berdasarkan perkembangannya, pengelolaan lingkungan memadukan pendekatan *voluntary* atau sukarela (Hadi, 2003).

Pengelolaan lingkungan industri juga mengalami perubahan pendekatan dari yang bersifat pasif, wajib menjadi proaktif, yaitu :

- *Carrying Capability* (Daya Tampung), mengandalkan pada kemampuan alam untuk melakukan *self purification*.
- *End-of-pipe treatment* (Pengolahan Limbah), pola pandang hanya tertuju pada limbah yang dihasilkan kegiatan industri.
- *Cleaner Production* (Produksi Bersih), pola pendekatan pengelolaan pada bahan baku dan *in-process*, upaya peningkatan efisiensi dan produktivitas, mencegah dan mengurangi timbulan limbah langsung dari sumbernya. (Purwanto, 1997)

Banyak industri dalam melakukan upaya pengelolaan lingkungan masih menekankan pada pengolahan limbah (*end-of-pipe treatment*).

Pembangunan instalasi pengolah limbah memerlukan biaya yang tak sedikit dan selanjutnya pihak industri harus mengeluarkan biaya operasi agar buangan dapat memenuhi baku mutu dan kewajiban untuk mentaati peraturan. Beberapa kasus tidak dioperasikannya unit pengolahan limbah dengan baik adalah karena faktor biaya .

Pengolahan limbah (*end-of-pipe treatment*) bukanlah penyelesaian penanganan limbah yang baik. Pengolahan limbah cair yang mengandung zat warna dan logam berat, sebagai contoh, hanya mengalihkan dari fase cair ke fase padat. Air limbah yang terolah telah memenuhi baku mutu, tetapi padatan yang dihasilkan dari pengolahan air limbah yang mengandung zat warna dan logam berat merupakan persoalan lanjutan untuk ditangani dengan baik. Penanganan lanjut baik dengan cara pengolahan maupun penimbunan yang memerlukan biaya tidak akan menarik bagi industri dalam mengelola lingkungan dan akan menurunkan daya saing suatu produk (Purwanto, 2003c). Sugiarto (2003) menyatakan bahwa pendekatan pengolahan limbah mempunyai beberapa kerugian sehingga perlu untuk ditinjau ulang.

Pendekatan pengelolaan lingkungan dengan mengedepankan aspek pencegahan timbulan pencemar langsung dari sumbernya (*preventive*) merupakan pola pendekatan proaktif yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi melalui penerapan Produksi Bersih (UNEP, 1999). Produksi Bersih yang merupakan paduan aspek ekonomi dan lingkungan didasarkan pada keseimbangan pertumbuhan ekonomi, dinamika sosial dan pelestarian lingkungan hidup. Pengelolaan lingkungan dengan pendekatan Produksi Bersih pada suatu industri akan menekankan pada aspek efisiensi. Pemakaian bahan baku dilakukan penghematan dan pengelolaan yang lebih baik sehingga timbulan limbah dapat dikurangi. Dengan demikian maka biaya produksi dan biaya pengolahan limbah akan turun, sehingga keuntungan akan meningkat (PPBN, 2005).

Meskipun demikian, belum semua industri mengetahui manfaat langsung pola pendekatan ini sehingga kasus-kasus pencemaran lingkungan masih saja terjadi dan menurunnya daya saing industri akibat pengelolaan sumber daya industri yang tidak efisien.

Para Hadirin yang saya muliakan

KONSEP DAN STRATEGI PRODUKSI BERSIH

Pengertian Produksi Bersih

Banyak kalangan masih rancu mengenai istilah dan pengertian Produksi Bersih. Ada yang mengkaitkan Produksi Bersih semata-mata dengan kebersihan lokasi industri yang bersih bebas dari kotoran dan ceceran limbah. Dan masih banyak kalangan termasuk pemangku kepentingan industri yang belum paham mengenai Produksi Bersih. Istilah Produksi Bersih diterjemahkan dari *Cleaner Production*, yang terjemahan berdasarkan kaidah bahasa adalah Produksi Lebih Bersih. Produksi Bersih menurut UNEP (*United Nations Environmental Programs*) adalah strategi pencegahan dampak lingkungan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses, produk, jasa untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan dan mengurangi risiko terhadap manusia maupun lingkungan (UNEP, 1999).

Istilah Produksi Bersih pertama kali diperkenalkan UNEP pada bulan Mei 1989 dan diajukan secara resmi pada bulan September 1990 dalam *Seminar on Promotion of Cleaner Production* di Canterbury, Inggris (Sugiarto, 2003). Produksi Bersih mengadopsi program perbaikan berkesinambungan yang berkaitan dengan kinerja lingkungan dari suatu industri. Istilah Produksi Bersih diterima secara internasional melalui arahan UNEP pada tahun 1994, berdasarkan agenda 21 mengenai pembangunan berkelanjutan pada Konferensi PBB tentang Lingkungan Hidup dan Pembangunan di Rio de Janerio tahun 1992 .

Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) mulai memperkenalkan Produksi Bersih pada tahun 1993. Sejak saat itu Produksi Bersih terus dikembangkan dan disebarluaskan ke seluruh sektor-sektor terkait di Indonesia, dan pada tahun 1995 Pemerintah Indonesia mencanangkan Komitmen Nasional Penerapan Produksi Bersih. Pada tahun 2003, Kementerian Lingkungan Hidup menerbitkan buku mengenai Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003).

Produksi Bersih, menurut Kementerian Lingkungan Hidup, didefinisikan sebagai strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus-menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimisasi risiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan (KLH, 2003).

Dari pengertian mengenai Produksi Bersih maka terdapat kata kunci yang dipakai untuk peningkatan efisiensi dan pengelolaan lingkungan yaitu pencegahan pencemaran, penerapan pada proses, produk, dan jasa, peningkatan efisiensi, serta minimisasi risiko. Dengan demikian maka penerapan Produksi Bersih memerlukan perubahan sikap, manajemen yang bertanggung-jawab pada lingkungan dan evaluasi teknologi yang dipilih dan digunakan selama kegiatan dilaksanakan oleh suatu organisasi (Purwanto, 2003a).

Pada proses industri, Produksi Bersih berarti meningkatkan efisiensi pemakaian bahan baku, energi, mencegah atau mengganti penggunaan bahan-bahan berbahaya dan beracun, mengurangi jumlah dan tingkat racun semua emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses. Pada produk, Produksi Bersih bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan selama daur hidup produk, mulai dari pengambilan bahan baku

sampai ke pembuangan akhir setelah produk tersebut tidak digunakan. Produksi Bersih pada sektor jasa dilakukan dengan memadukan aspek lingkungan ke dalam perancangan dan layanan jasa.

Prinsip-Prinsip Strategi Produksi Bersih

Pola pendekatan Produksi Bersih dalam melakukan pencegahan dan pengurangan limbah menggunakan strategi 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery/Reclaim*) (UNEP, 1999). Sedangkan prinsip-prinsip pokok Strategi Produksi Bersih yang tertuang dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003) berupa 5R (*Re-think, Re-use, Reduction, Recovery and Recycle*). Pola-pola pendekatan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- **Re-think** (berpikir ulang), adalah suatu konsep pemikiran yang harus dimiliki pada saat awal kegiatan akan beroperasi, dengan implikasi :
 - perubahan dalam pola produksi dan konsumsi berlaku baik pada proses maupun produk yang dihasilkan, sehingga harus dipahami betul analisis daur hidup produk
 - upaya produksi bersih tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan dalam pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak terkait pemerintah, masyarakat maupun kalangan usaha.
- **Elimination** (pencegahan) adalah upaya untuk mencegah timbulan limbah langsung dari sumbernya, mulai dari bahan baku, proses produksi sampai produk.
- **Reduce** (pengurangan) adalah upaya untuk menurunkan atau mengurangi timbulan limbah pada sumbernya.
- **Reuse** (pakai ulang/penggunaan kembali) adalah upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia atau biologi.

- **Recycle** (daur ulang) adalah upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memprosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia dan biologi.
- **Recovery/Reclaim** (pungut ulang/ambil ulang) adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan ke dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.

Meskipun prinsip Produksi Bersih dilakukan dengan strategi 5R, namun perlu ditekankan bahwa strategi utama adalah penerapan aspek pencegahan dan pengurangan atau 2R pertama. Bila strategi 2R pertama masih menimbulkan pencemar atau limbah, baru kemudian melakukan strategi 3R berikutnya (*reuse, recycle, dan recovery*) sebagai suatu strategi tingkatan pengelolaan limbah (Purwanto, 2004d).

Tingkatan terakhir dalam pengelolaan limbah adalah pengolahan dan pembuangan limbah apabila upaya Produksi Bersih sudah tidak dapat dilakukan :

- **Treatment** (pengolahan) dilakukan apabila seluruh tingkatan Produksi Bersih telah dikerjakan, sehingga limbah yang masih ditimbulkan perlu untuk dilakukan pengolahan dengan tujuan mengolah limbah menjadi produk (*waste to product*) (Purwanto, 2002, 2005a, Purwanto et al, 2003, Suwarno et al, 2003). Pengolahan limbah hanya dilakukan apabila limbah benar-benar tidak dapat dijadikan produk yang berguna sehingga tujuan pengolahan adalah untuk memenuhi baku mutu lingkungan.
- **Disposal** (pembuangan) limbah bagi limbah yang telah diolah. Beberapa limbah yang termasuk dalam kategori berbahaya dan beracun perlu dilakukan penanganan khusus.

Tingkatan pengelolaan limbah berdasarkan konsep Produksi Bersih dan pengolahan limbah sampai dengan pembuangan ditunjukkan pada Tabel 1., yang memperlihatkan tingkatan pengelolaan limbah dilakukan pada aspek pencegahan dan pengurangan dilanjutkan dengan daur, pakai dan pungut ulang. Upaya pengolahan limbah merupakan tingkatan terakhir yang bukan bagian dari Produksi Bersih.

Tabel 1. Tingkatan Pengelolaan Limbah

Pencegahan (<i>Elimination</i>)	Produksi Bersih
Pengurangan (<i>Reduction</i>)	
Daur Ulang (<i>Recycle</i>) Pakai Ulang (<i>Reuse</i>) Ambil/Pungut Ulang (<i>Reclaim, Recovery</i>)	
Pengolahan (<i>Treatment</i>)	Pengolahan Limbah
Penimbunan (<i>Disposal</i>)	Bukan Produksi Bersih

Sumber : Weston dan Stuckey, 1994.

Sosialisasi dan penerapan konsep 5R selama ini masih mengutamakan pada prinsip-prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), sehingga penerapan Produksi Bersih masih lebih menekankan pada pengelolaan limbah yang telah terbentuk. Peluang-peluang pencegahan timbulan limbah dan pencemaran belum diterapkan secara menyeluruh. Akibatnya, masih banyak industri yang menghadapi persoalan limbah yang ditimbulkannya. Demikian pula persoalan limbah domestik berupa sampah masih tetap bertambah dari tahun ke tahun, apabila upaya-upaya *Rethink* dan *Recovery* tidak dijalankan dengan baik.

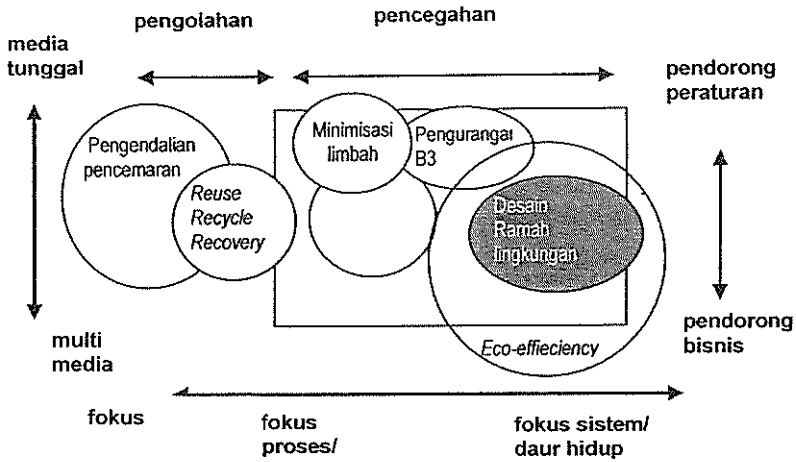
Para Hadirin yang saya muliakan

KONSEP-KONSEP SEJENIS PRODUKSI BERSIH

Berbagai konsep Produksi Bersih dalam kaitannya dengan pengelolaan lingkungan dan efisiensi industri telah banyak dikembangkan. Hubungan antar sistem manajemen lingkungan tersebut berdasarkan kriteria sebagai berikut :

- Kategori dampak lingkungan : apakah sasarannya pada dampak tunggal (*single media*) ataukah beberapa dampak (*multi media*)
- Motivasi dasar sebagai penggerak strategi pengelolaan lingkungan : apakah berdasarkan peraturan ataukah dengan atur diri sendiri
- Reaktif atau preventif sebagai pola pendekatan : strategi pengolahan limbah ataukah pencegahan timbulan limbah
- Fokus : apakah konsep pengelolaan lingkungan ditujukan pada limbah dan fasilitas produksi, ataukah pada daur hidup produk

Van Berkel (2000) menggambarkan hubungan antara Produksi Bersih dengan konsep pengelolaan lingkungan secara preventif berdasarkan kategori dampak, motivasi, konsep preventif dan reaktif, ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara Produksi Bersih dengan konsep pengelolaan lingkungan lainnya (van Berkel, 2000)

Pada Gambar 1 memperlihatkan Produksi Bersih merangkum semua konsep pencegahan pencemaran. Konsep pencegahan yang paling awal yaitu 3R, minimisasi limbah (*waste minimization*), pencegahan pencemaran (*pollution prevention*) (US EPA, www.epa.gov, Higgins, 1995) dan pengurangan pemakaian bahan beracun (*hazardous materials reduction*) yang kesemuanya terfokus pada dampak lingkungan, limbah B3 dan pencemaran. Konsep pencegahan yang baru didasarkan pada pengurangan dampak lingkungan melalui siklus daur hidup produk (*life cycle*), dengan fokus pada desain ramah lingkungan (*design for environment*) atau pada pendekatan nilai tambah menuju *eco-efficiency* (WBCSD, www.wbcsd.org). Faktor pendorong pengelolaan lingkungan bergeser dari pentaatan pada peraturan menuju ke arah dorongan bisnis. *Eco-efficiency* merupakan bentuk Produksi Bersih yang mengutamakan pendekatan peningkatan efisiensi yang memberikan keuntungan secara ekonomi dan ekologi.

Berbagai konsep sejenis Produksi Bersih lainnya (Purwanto, 2005c, 2005d) seperti *Responsible Care*[®] (www.responsiblecare.org) telah dikembangkan oleh industri-industri kimia, Produktivitas Ramah Lingkungan (*Green Productivity*) oleh *Asian Productivity Organisation* (APO, www.apo-tokyo.org) Bentuk lainnya seperti Kimia Ramah Lingkungan (*Green chemistry*) (Bishop, 2000), dan Pertukaran Limbah atau *By-product exchange* (BPX) juga dikembangkan untuk memperkuat berbagai jejaring industri. BPX adalah sekelompok perusahaan yang saling mempertukarkan dan menggunakan produk samping (energi, air, dan bahan) daripada membuangnya sebagai limbah (Lowe, 2001). Istilah-istilah yang sering dipakai BPX adalah *industrial ecosystem*, *by-product synergy*, *industrial symbiosis*, *industrial recycling network*, *green twinning*, *zero emission network*.

Para Hadirin yang saya muliakan

TEKNOLOGI PRODUKSI BERSIH DI INDUSTRI

Pilihan Teknologi Produksi Bersih

Teknologi yang diadopsi pada penerapan Produksi Bersih sangat tergantung dari industri yang menggunakannya, apakah berdasarkan motivasi lingkungan atautkah pendekatan keuntungan ekonomi. Van Berkel (2001) membuat empat kategori teknologi yang dipakai pada penerapan Produksi Bersih berdasarkan pendekatan lingkungan dan perbaikan teknologi, yaitu :

1. *Business driven technologies* : teknologi produksi canggih yang diadopsi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi, meningkatkan daya saing, menurunkan biaya produksi, dan meningkatkan juga kinerja lingkungan sebagai keuntungan tambahan yang tak semata-mata diharapkan.

2. *Cleaner technologies* : teknologi produksi canggih yang diterapkan dengan tujuan utama untuk meningkatkan kinerja lingkungan
3. *Appropriate technologies* : teknologi sederhana yang diterapkan sehingga dapat meningkatkan kinerja lingkungan, meskipun tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan keuntungan ekonomi dan manfaat lainnya.
4. *Low hanging fruit technologies* : teknologi sederhana yang ditambahkan atau dimodifikasikan pada teknologi produksi yang telah ada sehingga dapat meningkatkan kinerja lingkungan.

Industri-industri berskala besar pada umumnya mempunyai kemampuan untuk menggunakan teknologi berkategori *business driven technologies* dan *cleaner technologies*, sedangkan industri-industri berskala kecil menengah cenderung menggunakan teknologi berkategori *appropriate technologies* dan *low hanging fruit technologies* yang memberikan hasil nyata dalam waktu yang singkat dan segera dapat dinikmati.

Praktek dan tindakan Produksi Bersih dapat menggunakan teknologi konvensional bagi industri-industri yang telah beroperasi dan teknologi baru yang mempunyai potensi pengembangan di masa mendatang.

Teknologi-teknologi yang diterapkan untuk melaksanakan tindakan produksi bersih secara konvensional menurut Geiser (2002) meliputi :

- Teknologi Pengurangan Limbah (*Waste Reduction Technology*)
- Teknologi Efisiensi Energi (*Energy Efficiency Technology*)
- Teknologi Efisiensi Proses (*Processing Efficiency Technology*)
- Teknologi Bahan Ramah Lingkungan (*Cleaner Material Technology*)
- Teknologi Proses Daur Ulang dan Teknologi Proses Lingkaran Tertutup (*Recycling and Closed Loop Process Technology*)
- Produk Ramah Lingkungan (*Cleaner Product*)

- Teknologi Manajemen Produk Ramah Lingkungan (*Cleaner Product Management Technology*)

Inovasi dan pengembangan teknologi merupakan faktor yang penting dalam pengembangan Produksi Bersih, sehingga pengembangan teknologi baru yang berpeluang Produksi Bersih saat ini menjadi fokus kajian dan berjalan dengan semakin maju (Geiser, 2002). Teknologi-teknologi yang memberikan peluang bagi Produksi Bersih di masa kini dan akan datang, meliputi :

- Teknologi Energi Berkelanjutan (*Sustainable Energy Technologies*), diarahkan pada pengembangan proses yang berjalan pada temperatur rendah dan tekanan atmosferik sehingga mengurangi pemakaian energi untuk pemanasan, pengembangan energi terbarukan seperti energi angin, fotovoltaiik dan *fuel cell*.
- Teknologi Proses Kimia (*Chemical Processing Technologies*), diarahkan pada pengembangan sintesis produk dengan katalis bukan logam, mengembangkan proses yang mempunyai selektivitas tinggi dan nir limbah melalui daur ulang air dan bahan baku.
- Teknologi Informasi Maju (*Information Technologies Advanced*), menyediakan peluang untuk pengukuran, pencatatan dan pengelolaan data yang dapat meningkatkan kinerja teknologi proses. Teknologi informasi memberi peluang juga pada pengurangan pemakaian produk dan meningkatkan sistem layanan jasa.
- Bioteknologi (*Biotechnologies*), menyediakan berbagai peluang proses dengan menggunakan bahan-bahan yang dapat diperbarui, pengembangan bioproses dan biodegradasi. Reaksi enzimatik

yang memungkinkan sintesis produk dengan proses baru yang lebih efisien.

- Nanoteknologi (*Nanotechnologies*), memberi peluang pada teknologi berskala nano sehingga lebih selektif, dan menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki.

Tindakan Produksi Bersih

Praktek dan tindakan Produksi Bersih mencakup penerapan teknologi yang dapat mencegah atau mengurangi timbulan limbah, meliputi *soft technology* sampai dengan *hard technology*. Tindakan Produksi Bersih menurut Van Berkel (2001), meliputi modifikasi produk (*product modification*), penggantian bahan baku (*input substitution*), modifikasi teknologi (*technology modification*), tata kelola yang baik (*good housekeeping*), dan daur ulang di dalam industri (*on site recycling*). Menurut EPA (Bishop, 2000), Tindakan Produksi Bersih meliputi perubahan produk (*product change*) dan perubahan proses (*process change*) yang mencakup perubahan bahan masuk (*input material change*), perubahan teknologi (*technology changes*) dan perbaikan praktek-praktek operasi (*improved operating practices*).

Secara umum tindakan Produksi Bersih dikelompokkan ke dalam : a). tata kelola industri yang baik (*Good housekeeping*), b). penggantian bahan baku, c). perbaikan proses dan teknologi, d). penggantian teknologi, dan e). penyesuaian spesifikasi produk. Tindakan-tindakan Produksi Bersih beserta contoh kegiatan pada kegiatan di industri dirangkum pada tabel 2.

Tabel 2. Tindakan dan kegiatan Produksi Bersih

Tindakan	Kegiatan di Industri
Tata kelola yang baik	perbaikan penanganan bahan, pencegahan kebocoran, perbaikan jadual produksi, perbaikan prosedur kerja, pengendalian penyediaan bahan, pelatihan, segregasi aliran, segregasi limbah
Penggantian bahan baku	Penggantian dengan bahan yang tidak atau kurang berbahaya dan beracun, pemakaian bahan baku yang lebih murni, bahan baku yang ramah lingkungan
Perbaikan proses dan teknologi	Perubahan tata letak, otomatisasi, perbaikan kondisi operasi, pengendalian proses yang baik, perbaikan proses dan modifikasi peralatan
Penggantian teknologi	Mengganti dengan teknologi baru yang dapat mengurangi pemakaian bahan dan energi dan menurunkan timbulan limbah
Penyesuaian spesifikasi produk	Merancang produk yang mempunyai dampak negatif lingkungan lebih rendah dengan menggunakan bahan yang kurang berbahaya dan menimbulkan sedikit limbah, memperpanjang umur produk, dan desain produk modular

Sumber : Freeman, 1995; Van Berkel, 2001; Purwanto, 2003

Tindakan berupa tata kelola industri dapat digunakan sebagai tindakan awal pada suatu industri yang mudah dilakukan dan memberikan hasil segera dapat terlihat, pada umumnya teknologi tepat guna dan biaya rendah.

Para Hadirin yang saya muliakan

MODEL PEMBINAAN PRODUKSI BERSIH DI INDUSTRI

Skala Penerapan Produksi Bersih di Industri

Penerapan Produksi Bersih dapat dilakukan dari berbagai tingkatan mulai dari skala mikro dengan sudut pandang atom, skala meso dengan cakupan pada kegiatan sektor industri baik industri manufaktur, proses maupun jasa dan skala makro yang berhubungan dengan kegiatan jejaring industri (Van Berkel, 2000). Kegiatan penerapan tersebut berturut-turut

mencakup aspek Kimia Ramah Lingkungan, Eko-efisiensi dan Ekologi/Metabolisme Industri, ditunjukkan Tabel 3.

Pengembangan dan inovasi penerapan Produksi Bersih berdampak pada penyebar-luasan pemakaian konsep tersebut pada berbagai sektor terutama untuk kegiatan berskala meso. *Eco-office* merupakan salah satu contoh skala meso yang sedang giat-giatnya disosialisasikan dan diimplementasikan pada berbagai perkantoran.

Tabel 3. Skala Produksi Bersih pada Industri

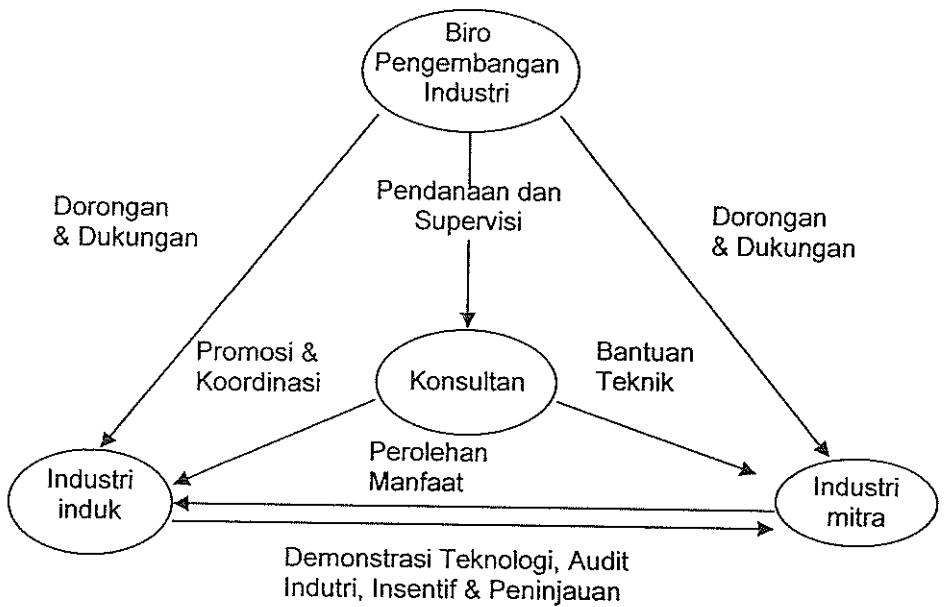
Produksi Bersih di Industri	Skala Produksi Bersih		
	Mikro : Kimia Ramah Lingkungan	Meso : Eko-efisiensi	Makro : Ekologi Industri
Pendekatan	Diagnosis efisiensi bahan dan energi pada langkah sintesis dan proses	Diagnosis efisiensi bahan dan energi pada produk, proses produksi, jasa	Diagnosis efisiensi aliran bahan dan energi pada jejaring industri
Metode analisis	Ekonomi atomik	Kajian Daur Hidup Kajian Produksi Bersih	Ekonomi/akuntansi lingkungan
Konsep pengembangan dan Inovasi	Sintesis dan proses yang lebih berwawasan lingkungan, Dasar Kimia berwawasan Lingkungan	Proses dan Produk yang eko-efisien, Dasar Perancangan Daur Hidup Produk, <i>Eco-campus</i> , <i>Eco-office</i>	Inovasi sistem, Langkah alamiah, Faktor X

Sumber : (Van Berkel, 2000)

Model Pembinaan Penerapan Produksi Bersih

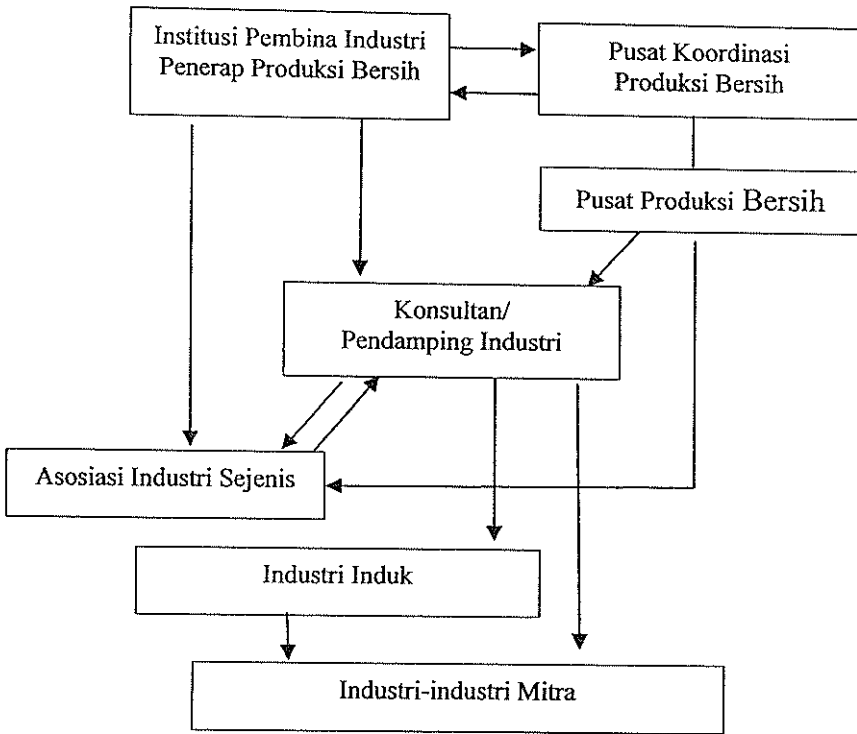
Model Penerapan Produksi Bersih pada sektor Industri perlu dilakukan dengan melihat skala penerapannya, dan memilih industri model yang akan dijadikan sebagai *benchmark* bagi industri sejenis lainnya. Pemilihan didasarkan pada beberapa kriteria dan terutama kesediaan dari manajemen puncak atau pemilik untuk menerapkan Produksi Bersih. Industri yang telah berhasil melakukan penerapan Produksi Bersih dipakai sebagai contoh dan acuan bagi industri sejenis untuk mendorong pelaksanaan dan penerapannya (Purwanto, 2004a).

Beberapa model pembinaan penerapan Produksi Bersih telah diterapkan pada industri kecil dan menengah. Model yang dikembangkan pada penerapan Produksi Bersih di Taiwan misalnya, menggunakan *Corporate Synergie System (CSS)*, yang melibatkan industri besar sebagai induk dan industri kecil-menengah (IKM) yang memasok pada industri besar. Industri besar (*Central Firms*) dan IKM pemasok (*Satellite Firms*) membentuk suatu kelompok untuk melaksanakan program Produksi Bersih. Komitmen dari manajemen pada setiap IKM untuk melaksanakan Produksi Bersih dengan mengikuti metodologi maupun jadwal dari industri induk sangat dituntut demi keberhasilan program. Gambar 2. di bawah menunjukkan pelaksanaan CSS di Taiwan.



Gambar 2. Pelaksanaan Produksi Bersih model CSS (Chen dan Chiu, 2000)

Model yang dikembangkan dan diterapkan di Indonesia banyak ragamnya. Hal ini disebabkan oleh struktur industri yang berbeda-beda, instansi pembina industri yang beragam seperti Perindustrian, Lingkungan Hidup, Penanaman Modal, Balai Penelitian baik di pusat maupun di propinsi dan kabupaten/kota. Tanpa adanya koordinasi yang baik maka dapat terjadi program pembinaan yang tumpang tindih, pengulangan dan sasaran yang kurang tepat. Model penerapan yang dikembangkan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengembangan Penerapan Produksi Bersih

Produksi Bersih secara nasional di berbagai sektor dikoordinasi oleh KLH sebagaimana dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003). KLH membentuk Pusat Produksi Bersih Nasional (PPBN, www.ppbn.or.id) pada tahun 2003 yang diharapkan dapat menjawab semua kebutuhan akan pengembangan dan penerapan Produksi Bersih. Sementara di tingkat propinsi dapat dibentuk pusat-pusat pengembangan, meskipun sampai saat ini baru beberapa propinsi yang telah memiliki Pusat Produksi Bersih Daerah di antaranya Propinsi Jawa Tengah dan Kalimantan Timur. Di tingkat kabupaten telah dilakukan upaya pembentukan Gugus Kerja (*Task*

Force) Produksi Bersih di antaranya di Kabupaten Klaten dan Sidoarjo. Pembentukan pusat-pusat kajian serupa di tingkat propinsi maupun kabupaten perlu diupayakan baik di lingkungan instansi pemerintah, lembaga-lembaga penelitian dan pengembangan maupun di perguruan tinggi..

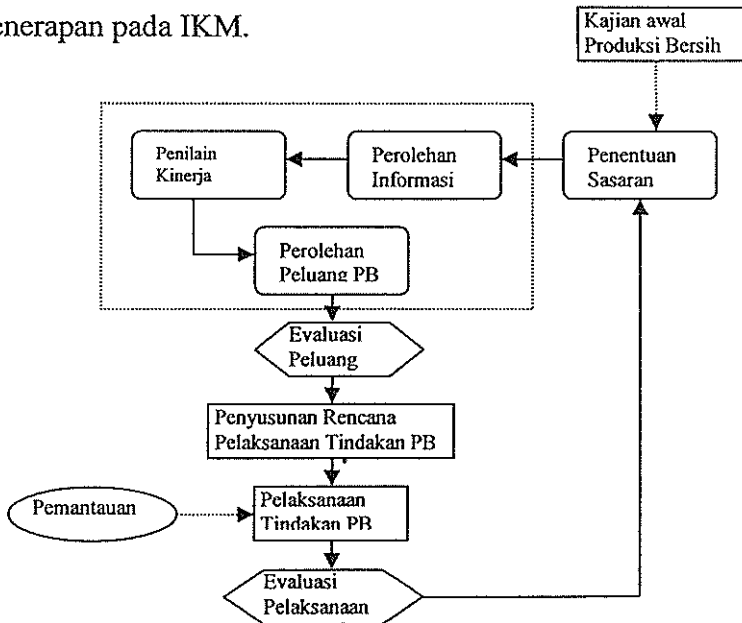
Dengan model pembinaan sebagaimana terlihat pada gambar 4, maka program-program sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan penerapan dapat melibatkan unsur konsultan teknis yang menangani produksi bersih secara umum maupun secara khusus berdasarkan teknologi produksi bersih yang diterapkan. Asosiasi industri perlu dilibatkan dalam penentuan industri penerap Produksi Bersih yang akan dijadikan model. Hal ini diperlukan agar industri pilihan sebagai model penerapan yang berhasil dapat dijadikan *benchmark* bagi industri sejenis maupun industri-industri yang memiliki persoalan serupa.

Para Hadirin yang saya muliakan

LANGKAH PENERAPAN PRODUKSI BERSIH DI INDUSTRI

Penerapan Produksi Bersih (Bishop, 2000), yang dilakukan pada sektor industri dapat dimulai dari kegiatan yang mudah dilakukan sampai pada tahapan penggantian teknologi ramah lingkungan yang memerlukan investasi. Langkah penerapan diawali dengan komitmen dari pemilik atau *top management* untuk melakukan efisiensi. Fase berikutnya adalah kajian dan penentuan peluang yang dapat diterapkan. Apabila pelaksanaan telah berhasil, selalu dicari peluang baru sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan secara terus menerus. Penerapan Produksi Bersih secara sistematis meliputi 5 (lima) langkah, yaitu : a). perencanaan dan organisasi, b). kajian peluang, c). analisis kelayakan, d). implementasi, dan e). monitoring dan evaluasi (UNEP Working Group for Cleaner Production, 1999).

Bersama dengan Louis Berger Groups dan Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Nusantara, Purwanto (2003, 2004b) telah melakukan penerapan Produksi Bersih pada industri kecil menengah (IKM) elektroplating dan logam di Kota Gede Yogyakarta, Ceper Klaten dan Ngingas Sidoarjo dalam program Produksi Bersih Untuk Peningkatan Daya Saing Industri (PUNDI) yang merupakan program dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan dengan pendanaan oleh Asian Development Bank (Louis Berger, 2003). Langkah-langkah yang dikembangkan oleh UNEP disesuaikan dengan kondisi industri berskala kecil menengah. Demikian pula teknologi yang dipakai juga disesuaikan dengan skala industri terutama yang bersifat *low hanging fruit technologies*, sehingga pihak industri akan segera tertarik dengan keuntungan yang langsung dapat terlihat dan cepat dirasakan. Gambar 4. di bawah menunjukkan langkah-langkah penerapan pada IKM.



Gambar 4. Langkah Penerapan Produksi Bersih (Louis Berger, 2003)

Perencanaan dan Organisasi

Langkah pertama ini sangat menentukan keberhasilan pelaksanaan Produksi Bersih. Pertanyaan yang perlu dijawab adalah apakah suatu industri telah siap untuk melaksanakan Produksi Bersih? Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam tahapan ini meliputi dukungan manajemen, penerimaan program oleh karyawan, perencanaan yang baik, pengetahuan tentang Produksi Bersih, kecakapan (*skill*) karyawan, dan adanya umpan balik dan perbaikan.

Komitmen dan dukungan manajemen untuk penerapan Produksi Bersih merupakan faktor utama dan penentu awal keberhasilan pelaksanaan program. Pada industri kecil dan menengah, seringkali manajemen dirangkap oleh pemilik atau ketergantungan pada pemilik sangat tinggi, sehingga perlu dukungan dari pemilik perusahaan. Perusahaan juga perlu mengembangkan visi dan misi yang terkait dengan pengelolaan lingkungan dan pencegahan pencemaran. Alokasi waktu yang cukup untuk mencanakan program Produksi Bersih dan melakukan komunikasi kepada karyawan mengenai keuntungan yang diperoleh dengan melaksanakan produksi bersih sangat diperlukan.

Kajian Peluang Produksi Bersih

Kajian Peluang Produksi Bersih dapat dilaksanakan dalam dua tahapan yaitu kajian awal dan kajian rinci. Kajian awal dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai penerapan Produksi Bersih di suatu perusahaan dengan mengumpulkan dan mengembangkan beberapa informasi dasar. Informasi ini digunakan sebagai bahan pada kajian rinci dan evaluasi kelayakan. Kajian awal menggunakan Diagram Alir Proses dan Peninjauan Lapangan.

- **Diagram Alir Proses**, merupakan salah satu metode terbaik untuk memperoleh informasi. Informasi diperoleh pada setiap langkah

proses paling tidak meliputi semua input (bahan baku, bahan penolong, air, listrik), dan output (produk, produk samping, limbah).

- **Peninjauan Lapangan**, dilakukan oleh tim pelaksana Produksi Bersih melakukan dengan mengamati setiap langkah proses untuk mengidentifikasi timbulan limbah, pemborosan dan menemukan peluang perbaikan. Pengamatan langsung pada industri dapat mencermati pengelolaan pabrik, melihat kondisi tata kelola pabrik, menemukan sumber kebocoran, ceceran bahan, dan melihat tata letak peralatan yang kurang efisien.

Kajian rinci digunakan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan, efisiensi pemakaian bahan dan timbulan limbah. Kajian rinci memerlukan data secara kuantitatif dan akurat sehingga dapat menentukan peluang Produksi Bersih dengan tepat. Pada kajian rinci ini diperlukan pula informasi mengenai perusahaan, informasi peraturan perundangan dan standar lingkungan, neraca massa dan energi, serta struktur biaya produksi. Ilmu Teknik Kimia berperan penting baik dalam Kajian Awal maupun Kajian Rinci dengan menerapkan perhitungan-perhitungan neraca massa dan neraca energi dan peninjauan proses produksi. .

Analisis Kelayakan

Berbagai peluang yang diamati untuk menerapkan Produksi Bersih dapat dilanjutkan dengan analisis kelayakan yang meliputi kelayakan lingkungan, kelayakan teknik, dan kelayakan ekonomi. Kelayakan lingkungan terkait erat apakah praktek-praktek Produksi Bersih dapat menjamin pengurangan limbah baik ditinjau dari segi kuantitas maupun jenis limbah. Kelayakan teknik berhubungan dengan penerapan teknologi Produksi Bersih. Tindakan Produksi Bersih layak secara teknik bila dengan

modifikasi maupun penggunaan teknologi baru mampu menjamin kualitas produk atau bahkan menaikkan kualitas. Analisis ekonomi merupakan faktor penentu program produksi bersih (Purwanto, 2003c).

Keputusan akhir penerapan peluang Produksi Bersih berdasarkan pada prinsip biaya berturut-turut dimulai dari tanpa biaya (*no cost*), dengan biaya rendah (*low cost*), dan selanjutnya peluang yang memerlukan biaya tinggi (*high cost*). Apabila tindakan Produksi Bersih memerlukan biaya untuk penyediaan maupun modifikasi fasilitas produksi maka perlu dihitung investasi yang diperlukan, waktu pengembalian modal, dan besarnya penghematan yang diperoleh dari penerapan. Analisis kelayakan non ekonomi terutama ditekankan pada dampak penerapan Produksi Bersih terhadap penerimaan pasar, kesehatan dan keselamatan kerja karyawan, pelanggan, dan karyawan bagian non proses.

Implementasi

Implementasi peluang Produksi Bersih meliputi penyediaan dukungan pembiayaan, kesiapan tim pelaksana yang melibatkan karyawan sebagai bagian dari pekerjaan rutinnnya, pembuatan jadual pelaksanaan, sistem monitoring dan pengukuran keberhasilan. Untuk mengetahui sampai sejauh mana implementasi Produksi Bersih dikembangkan indikator kinerja kunci (*key performance indicator*) dengan sasaran yang meliputi efisiensi, produktivitas, pengurangan timbulan limbah dan peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator Kinerja

No	Sasaran	Pengukuran	Indikator Kinerja
1	Peningkatan Efisiensi		
	Peningkatan Efisiensi Kerja	Produktivitas Pekerja	Tingkat Produktivitas
	Peningkatan Efisiensi Penggunaan Bahan Baku	Bahan Baku Produk	Tingkat Perolehan Produk Jadi
			Rasio Perolehan Produk Jadi
			Rasio Biaya Produk
			Rasio Produk Gagal
	Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi	Listrik	Tingkat Pemakaian Listrik
Rasio Biaya Listrik			
Bahan Bakar		Tingkat Pemakaian Bahan bakar	
		Rasio Biaya Bahan bakar	
2	Penurunan Timbulan Limbah dan Emisi	Limbah Padat	Tingkat Timbulan dan Karakteristik Limbah Padat
		Limbah Cair	Tingkat Timbulan dan Karakteristik Limbah Cair
		Emisi	Tingkat dan Karakteristik Emisi
3	Peningkatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Kecelakaan Kerja	Tingkat Kecelakaan Kerja

Sumber : Louis Berger, 2003

Banyak pelaku yang mengukur keberhasilan penerapan Produksi Bersih hanya menggunakan indikator peningkatan efisiensi saja, sehingga peningkatan kinerja lingkungan yang seharusnya menjadi tolok ukur keberhasilan kegiatan tidak terekam dengan baik.

Monitoring dan evaluasi

Berdasarkan indikator kinerja kunci, dilakukan monitoring capaian penerapan secara terjadual dan periodik. Evaluasi dan tinjauan ulang dilakukan terhadap capaian yang telah diperoleh dibandingkan dengan

sasaran yang diprogramkan. Apabila sasaran yang diprogramkan tidak tercapai maka perlu dicari penyebab dan penyelesaiannya. Seringkali ada hal-hal non teknis yang perlu diperhitungkan yang berpengaruh dalam pelaksanaan produksi bersih di industri, misalnya kultur karyawan terutama pada industri skala kecil menengah.

Industri tidak hanya mempertahankan capaian sasaran kegiatan saja, namun secara proaktif dan kreatif mencari dan mengembangkan peluang-peluang baru lainnya. Kegiatan Produksi Bersih di industri pada akhirnya bukanlah suatu program semata atau untuk mentaati peraturan lingkungan saja namun merupakan bagian dari pekerjaan dan kegiatan industri sehari-hari sebagai upaya meningkatkan daya saing.

Para Hadirin yang saya muliakan

FAKTOR PENDORONG DAN PENGHAMBAT PENERAPAN PRODUKSI BERSIH

Berbagai faktor pendorong penerapan produksi bersih di industri sangat terkait dengan efisiensi biaya, bisnis, investasi dari perbankan, citra perusahaan, isu global, produksi dan konsumsi berkelanjutan (Purwanto, 2005d, 2006). Beberapa contoh faktor pendorong pelaksanaan seperti yang dilakukan oleh PT. Erela ditentukan oleh komitmen manajemen, adanya program perusahaan, pelatihan karyawan, disiplin karyawan, dan evaluasi kinerja (Erela, 2005). Sedangkan Total E&P lebih menekankan pada kemampuan industri untuk memenuhi baku mutu lingkungan, sertifikasi sistem manajemen lingkungan ISO 14001, dan peningkatan citra perusahaan (Suripno, 2004).

Faktor Biaya Berkaitan dengan Pengelolaan Limbah

Biaya yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan terbukti dapat ditekan oleh industri-industri yang telah menerapkan Produksi Bersih.

Banyak industri yang menerjemahkan biaya pengelolaan lingkungan sama dengan biaya pengolahan limbah saja. Biaya yang berkaitan dengan lingkungan bagaikan fenomena gunung es (*iceberg*). Bagian yang tampak dari gunung es menggambarkan biaya pengolahan limbah. Namun bagian yang tak tampak dari gunung es mencakup berbagai biaya lingkungan seperti biaya peraturan, biaya sertifikasi, biaya litigasi, biaya pembuangan dan penimbunan limbah, biaya bahan yang hilang menjadi limbah, biaya menjaga citra perusahaan, dan biaya lain yang berkaitan dengan pengurusan permasalahan lingkungan. Dengan demikian maka sebenarnya biaya pengelolaan lingkungan bagi industri sangat besar, dan biaya ini semakin tinggi bagi industri yang mengabaikan lingkungan.

Lingkungan dan Bisnis

Pengelolaan lingkungan yang baik berperan besar pada kelangsungan bisnis maupun perdagangan global, seperti sertifikasi Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 (Hadiwardjo, 1997). Produksi Bersih atau Pencegahan Pencemaran merupakan salah satu klausul yang harus dipenuhi untuk memperoleh sertifikasi Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001. Banyak industri yang melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik karena dorongan tuntutan bisnis, dan hal ini merupakan sesuatu yang positif bagi lingkungan. Pemakaian bahan berbahaya dan beracun pada proses maupun produk merupakan contoh lain dari tuntutan konsumen. Ada beberapa kasus pembeli yang membatalkan permintaan akan produk industri hanya karena perusahaan tidak melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik.

Investasi Perbankan

Investasi untuk pendirian industri dilakukan studi kelayakan baik aspek ekonomi, teknis dan lingkungan. Meskipun dari sisi kelayakan

ekonomi dan teknis telah terpenuhi, namun apabila kelayakan lingkungan tidak terpenuhi maka investor atau bank tidak akan mengucurkan dana bagi keperluan investasi. Terkait dengan hal dimaksud, Bank Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Bank Indonesia No.7/2/2005 tentang Penilaian Kualitas Aktiva Bank Umum, yang mengatur bahwa penilaian terhadap prospek usaha sebagai unsur kualitas kredit, meliputi penilaian terhadap upaya yang dilakukan debitur dalam rangka memelihara lingkungan hidup. Pada Pasal 10 mengenai Kualitas Kredit ditetapkan berdasarkan faktor penilaian sebagai berikut: a). prospek usaha, b). kinerja (*performance*) debitur, dan c). kemampuan membayar. Pasal 11 ayat (1) menyebutkan bahwa Penilaian terhadap prospek usaha sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 huruf a meliputi penilaian terhadap komponen-komponen sebagai berikut : a). potensi pertumbuhan usaha, b). kondisi pasar dan posisi debitur dalam persaingan, c). kualitas manajemen dan permasalahan tenaga kerja, d). dukungan dari grup atau afiliasi, dan e). upaya yang dilakukan debitur dalam rangka memelihara lingkungan hidup.

Program-program pinjaman lunak lingkungan dari KLH yang disalurkan pihak perbankan seperti *Industrial Efficiency and Pollution Control (IEPC)*, mempertimbangkan penerapan Produksi Bersih, peningkatan efisiensi dan pengurangan timbulan limbah sebagai bagian dari penilaian kelayakan lingkungan [KLH, www.menlh.go.id]. Bank-bank regionalpun sudah memasukkan analisis kelayakan lingkungan dan mendukung program-program investasi ramah lingkungan seperti Bank Jateng di Propinsi Jawa Tengah.

Citra Perusahaan

Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH, 2002) untuk mendorong

penaatan perusahaan dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui instrumen informasi. Prinsip dasar dari pelaksanaan PROPER adalah mendorong penaatan perusahaan dalam pengelolaan lingkungan melalui instrumen insentif reputasi/citra bagi perusahaan yang mempunyai kinerja pengelolaan lingkungan yang baik dan instrumen disinsentif reputasi/citra bagi perusahaan yang mempunyai kinerja pengelolaan lingkungan yang buruk.

Sistem peringkat kinerja PROPER mencakupi pemeringkatan perusahaan dalam 5 (lima) peringkat warna yang mencerminkan kinerja pengelolaan lingkungan secara keseluruhan, yaitu emas, hijau, biru, merah dan hitam. Perusahaan berperingkat merah dan hitam merupakan perusahaan yang belum taat, perusahaan berperingkat biru adalah perusahaan yang taat, sedangkan perusahaan hijau dan emas adalah perusahaan yang pengelolaan lingkungan lebih dari yang dipersyaratkan. Dengan demikian untuk perusahaan berperingkat emas, hijau, dan biru mendapatkan insentif reputasi, sedangkan perusahaan yang berperingkat merah dan hitam mendapatkan disinsentif reputasi. Peringkat hijau dan emas memerlukan persyaratan penerapan Produksi Bersih atau *Eco-efficiency* [KLH, www.menlh.go.id]

Isu Global

Pemanasan global (*global warming*), terbentuknya lubang ozon merupakan contoh isu global lingkungan di antaranya disebabkan oleh kegiatan industri. Konsentrasi karbon dioksida hasil pembakaran hidrokarbon meningkat tajam sejak dimulainya Revolusi Industri, diyakini sebagai penyebab terjadinya pemanasan global. Pemanasan global ini dengan mudah dapat disamakan dengan efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Dengan semakin tingginya emisi karbon dioksida, industri dituntut untuk menggunakan energi dengan efisien sehingga mengurangi emisi

karbon dioksida. Program Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism*) merupakan program pembiayaan bagi industri yang mempunyai program kegiatan pengurangan emisi karbon dioksida secara global (Murdiyarto, 2003).

Lubang ozon (*ozone depletion*) merupakan permasalahan lingkungan terkini terkait dengan kegiatan industri. Ozon (O_3) di lapisan atmosfer berfungsi menyerap radiasi ultraviolet (*uv*) membentuk senyawa oksigen (O_2) dan radikal oksigen (O^*). Dalam keadaan setimbang akan terjadi reaksi balik antara oksigen dengan radikal oksigen membentuk ozon. Adanya emisi CFC di bagian atas atmosfer akan bereaksi dengan radiasi ultraviolet menghasilkan radikal khlorine (Cl) yang selanjutnya menjadi katalisator peruraian ozon. Pembatasan pemakaian bahan-bahan kimia sebagai bagian dari Produksi Bersih ditujukan untuk mencegah kerusakan ozon di atmosfer.

Produksi dan Konsumsi Berkelanjutan

Produksi dan konsumsi berkelanjutan merupakan satu langkah setelah Produksi Bersih menuju industri berkelanjutan, diartikan sebagai penggunaan barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dan meningkatkan kualitas kehidupan, dengan meminimalkan pemakaian sumber daya alam dan bahan-bahan beracun, memperkecil timbulan limbah dan pencemar selama daur hidup produk sehingga tidak mengorbankan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya.

Pengelolaan lingkungan bagi industri tidak hanya terbatas pada lingkungan internal dan sekitarnya saja tetapi sangat terkait dengan pengelolaan sumber daya yang diperlukan. Pemakaian produk oleh konsumen sampai pada pertimbangan bagaimana bila produk sudah tidak digunakan lagi dan menjadi limbah sehingga konsumen mempunyai peran penting dalam menentukan keberlangsungan industri. Kampanye mengenai

produk berwawasan lingkungan (*green product*) memaksa industri untuk selalu mendesain produk yang ramah lingkungan (UNEP, 2005)..

Faktor Penghambat Penerapan Produksi Bersih di Industri

Faktor-faktor penghambat penerapan produksi bersih tergantung dari skala industri. Industri besar lebih mudah untuk melakukan kajian peluang produksi bersih, namun seringkali terbentur pada ketersediaan modal investasi yang tinggi. Kegiatan-kegiatan industri besar banyak tertuju untuk mengejar target produksi sehingga perusahaan berpotensi untuk menunda program Produksi Bersih. Industri besar juga banyak yang masih berkatut pada teknologi pengolahan limbah untuk memenuhi pentaatan peraturan lingkungan.

Hambatan yang ditemui pada industri kecil dan menengah sangat beragam dan terutama sekali pada ada tidaknya komitmen dari pemilik / manajemen. Banyak pemilik yang masih menjalankan industri seperti apa adanya yang penting masih dapat bertahan di saat krisis dan memperoleh keuntungan, sehingga Produksi Bersih bukan menjadi prioritas. Faktor penghambat lainnya yang dijumpai pada industri skala kecil menengah adalah kurangnya sumber daya manusia yang mengerti Produksi Bersih, ketersediaan teknologi yang terbatas, kurangnya permodalan untuk investasi peralatan, dan pengusaha takut untuk mengambil risiko melalui investasi jangka panjang (Huhtala, 2000).

Para Hadirin yang saya muliakan

KEBERHASILAN PENERAPAN PRODUKSI BERSIH DI INDUSTRI

Penerapan Produksi Bersih di Indonesia telah dilaksanakan sejak tahun 1992 dengan berbagai program kerjasama antar lembaga-lembaga terkait di Indonesia dengan lembaga-lembaga internasional. Namun demikian sampai saat ini masih banyak industri yang belum menerapkan

Produksi Bersih, sehingga kampanye perlu ditingkatkan melalui sosialisasi, pelatihan, penyediaan informasi dan teknologi yang diperlukan, dan pendampingan implementasi Produksi Bersih. Bapedal telah melakukan penerapan Produksi Bersih sebanyak 40-50 industri dengan bantuan USAID-NIRM, GTZ, UNEP, AusAid, dan CEPI. Demonstrasi proyek dari NORAD diterapkan untuk 9 industri di Riau. Bantuan teknik juga diberikan untuk industri pulp dan kertas, hotel, gula dan kulit. USAID dengan program ICIP (Indonesia Cleaner Industrial Production) telah menerapkan Produksi Bersih di 34 industri kecil menengah pada tahun 1995-1997. Bantuan dari US AEP dalam penerapan Produksi Bersih di industri kecil menengah sebanyak 144 buah dilaksanakan bekerjasama dengan Dana Mitra Lingkungan dan Forum Komunikasi Mitra Mandiri Berkelanjutan pada tahun 1998-1999 (PPBN, 2005).

Program Produksi Bersih untuk Daya Saing Indonesia (PUNDI) dari Departemen Perindustrian diimplementasikan pada industri logam dan elektroplating dengan bantuan ADB pada tahun 2002-2003 (Louis Berger, 2003). Bersama dengan Louis Berger Groups dan Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Nusantara, Purwanto (2003, 2004b) telah melakukan penerapan Produksi Bersih melalui program PUNDI pada industri kecil menengah (IKM) elektroplating dan logam di Kota Gede Yogyakarta, Ceper Klaten dan Ngingas Sidoarjo. Kegiatan ini dilanjutkan oleh Departemen Perindustrian dan Dinas-dinas Perindustrian di tingkat provinsi dan kabupaten sampai saat ini.

Berbagai kegiatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan penerapan Produksi Bersih di industri-industri elektroplating dan logam berskala mikro dan meso secara intensif dan berkesinambungan telah menunjukkan hasil yang nyata berupa peningkatan efisiensi dan pencegahan pencemaran (Purwanto et al, 1999b, 2001, Hartonegoro et al, 1999, Purwanto, 2003a, 2003d, 2004b, 2005b). Penelitian-penelitian Teknologi

Produksi Bersih dan mengubah limbah menjadi produk (*waste to product*) (Purwanto et al, 1999a, Purwanto, 2002, 2005a, Purwanto et al, 2003, Suwarno et al, 2003) dapat manfaat yang nyata bagi industri.

Produksi Bersih Skala Mikro : Kimia Ramah Lingkungan

Produk ramah lingkungan berkaitan dengan kimia ramah lingkungan (*green chemistry/clean chemistry*) merupakan tingkatan dasar Produksi Bersih. Pada awalnya kimia ramah lingkungan hanya berkaitan dengan penggantian bahan-bahan berbahaya dan beracun dengan bahan-bahan yang kurang/tidak berbahaya dan beracun yang digunakan dalam suatu proses. Pengertian Kimia Ramah Lingkungan selanjutnya dikembangkan pada sintesis, proses, dan pemakaian bahan kimia yang dapat mencegah atau mengurangi resiko terhadap manusia maupun lingkungan (Bishop, 2000).

Penelitian dan pengembangan kimia ramah lingkungan telah banyak dilakukan dan diterapkan di industri. Dengan adanya Peraturan Pemerintah No 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun (B3), dan Peraturan Pemerintah No 18 jo 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun (B3), industri-industri telah mengganti pemakaian B3 yang dilarang dengan bahan-bahan yang kurang berbahaya dan beracun.

Pada industri elektroplating dikembangkan pemakaian elektrolit yang kurang beracun untuk pelapisan seng yang semula menggunakan bahan asam sianida dengan berbagai asam organik (Purwanto et al, 1999). Penerapan secara industri yang dilakukan oleh PT. Arto Metal dengan penggantian bahan baku senyawa sianida yang beracun dengan senyawa asam yang kurang beracun untuk pelapisan seng telah mengurangi biaya produksi dan limbah beracun. Masalah yang timbul dan mencegah limbah beracun. Penggantian bahan lain untuk pencegahan korosi logam yang semula menggunakan senyawa sodium bikhromat mengandung khrom

valensi 6 (sangat beracun), dengan senyawa khrom valensi 3 yang kurang beracun dengan menambahkan sodium bisulfit (Ditjen IKM Deprind, 2005).

Purwanto dan Delmas (1994) telah mengembangkan juga proses hemat energi yang diterapkan pada sistem reaksi kimia. Proses pembuatan aldehid semula menggunakan katalis homogen sehingga setelah reaksi katalis harus dipisahkan dari produk melalui ekstraksi atau distilasi yang memerlukan energi dan juga terdapat kehilangan katalis. Dengan mengembangkan katalis yang dapat larut dalam air, pada sistem reaksi terbentuk fase gas-cair-cair. Produk reaksi berupa fase organik dengan mudah dapat dipisahkan dari katalis fase air melalui dekantasi. Proses ini dipakai sebagai rujukan penelitian dan pengembangan proses hidroformilasi sistem tiga fase gas-cair-cair.

Peningkatan Efisiensi dan Pengurangan Limbah Pada Penerapan Skala Meso

Penerapan Teknologi Produksi Bersih pada skala meso (skala industri) pada sektor industri elektroplating dan logam telah meningkatkan efisiensi dan menurunkan limbah secara signifikan (Purwanto et al, 2001, Purwanto, 2003a,b,d, 2004d). Pada industri-industri lain seperti industri tekstil dan makanan juga diperoleh manfaat yang nyata bagi peningkatan efisiensi pemakaian bahan-baku, air dan energi.

Pemakaian air yang berlebihan selain kurang efisien juga akan menimbulkan volume limbah yang banyak. Dengan tata kelola yang baik dapat dilakukan penghematan air untuk proses produksi secara keseluruhan di PT Arto Metal. Pemakaian air yang semula sebanyak 16 L/kg produk elektroplating dapat diturunkan menjadi 14 L/kg produk. (Ditjen IKM Deprind, 2006). Penerapan Produksi Bersih pada industri tahu Murni Purwogondo Sukoharjo telah menurunkan pemakaian air untuk membuat tahu dan mengurangi timbulan limbah. Pemakaian air berkurang dari 1800

L/100 kg kedelai dapat dihemat menjadi 650 L/100 kg kedelai dengan memperbaiki sistem proses produksi dan pelaksanaan tata kelola yang baik (Solikhin, 2005).

Industri tekstil, PT. APAC Inti Corpora, menerapkan Produksi Bersih sejak tahun 2002 telah mengurangi pemakaian air per *yard* di unit Denim dan Dyeing. Untuk unit denim pemakaian air dari 6,6 L/yard pada tahun 2000 menjadi hanya 4,55 L/yard tahun 2003. Daur ulang kondensat dapat mengurangi pemakaian air sebesar 60 %. (Subiyanto, 2003).

Demikian juga pemakaian bahan kimia plating yang semula sebesar 5 g/kg produk dapat dirurunkan menjadi 4,5 g/kg produk dengan memperbaiki tata kelola di industri elektroplating PT. Arto Metal. Pemakaian pasir di PT Baja Kurnia mencapai 60 ton per bulan dan sebelumnya pasir hanya dipakai sekali sehingga kurang efisien dan menjadi limbah. Upaya peningkatan efisiensi dilakukan dengan pemakaian kembali pasir cor, dengan cara menggiling pasir cetakan yang telah digunakan dilanjutkan dengan proses penyaringan. Pemakaian pasir dapat dihemat sebanyak 50 % sehingga pembelian pasir baru yang semula 60 ton per bulan dapat diturunkan menjadi 30 ton per bulan. Penghematan pasir cetakan dilakukan juga dengan sistem cetakan berbentuk kotak (*box*) dan cetakan dengan bentuk menyerupai bentuk benda yang akan dicor (Ditjen IKM Deprind, 2006).

UNEP bekerja sama dengan *SIDA* (*Swedish International Development Agency*) melalui proyek "Reduksi emisi gas rumah kaca dari industri di Asia Pasifik" (Geriap) telah mengembangkan metode Produksi Bersih dan efisiensi energi. Efisiensi pemakaian energi dicapai melalui pengiritan konsumsi batu bara, solar, dan gas alam sebagai bahan baku industri serta penggunaan listrik untuk proses produksi. Pada salah satu industri semen telah dapat dilakukan penghematan listrik hingga 40 persen atau Rp 2,9 miliar lebih per tahun, sedangkan pada industri kertas

penghematan dicapai untuk gas alam sebanyak 106.199 tøn per tahun atau hampir Rp 3,3 miliar per tahun (Kompas, www.kompas.com, 2006).

Berbagai peluang penghematan energi listrik pada industri dapat dilakukan melalui audit energi, pemasangan kapasitor dan menata kembali jaringan penghantar listrik. Pada industri elektroplating yang menerapkan Produksi Bersih rata-rata dapat menghemat energi listrik berkisar 15-20 %. Pada industri tekstil penghematan rata-rata dapat mencapai 10 % dengan melakukan berbagai pembenahan hasil audit energi, dan sekitar 20 % pada saat menerapkan Produksi Bersih. (Purwanto, 2007)

Penerapan Produksi Bersih dengan manajemen bahan kimia pada Total E&P untuk kegiatan eksplorasi dan produksi minyak menunjukkan adanya pengurangan jumlah limbah B3. Pada tahun 2001 sampai 2002 jumlah limbah bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3) mencapai 74 drum dengan biaya pengolahan yang harus dikeluarkan sebesar 9,620 US\$. Dengan manajemen *stock* yang lebih baik, jumlah limbah B3 sejak pertengahan tahun 2002 sampai bulan Maret 2003 dari bahan kimia kadaluwarsa berkurang menjadi 24 drum dengan biaya yang dikeluarkan sebesar 3,120 US\$ atau menghemat sebanyak 6,500 US\$. (Suripno et al, 2004). Purwanto (2004c) menjelaskan kiat-kiat dan peluang penerapan Produksi Bersih dan pengelolaan lingkungan di sektor minyak dan gas bumi.

Penerapan Produksi Bersih Skala Meso di Sektor Lain

Penerapan konsep dan strategi produksi bersih saat ini telah dilakukan tidak hanya pada sektor industri proses dan manufaktur, tetapi telah diterapkan pada berbagai sektor industri dan jasa lain. Beberapa penerapan pada sektor lain sering menggunakan istilah “eco” seperti *eco-tourisme*, *eco-campus*, *eco-hotel*, *eco-farm*, *eco-office*. Beberapa Panduan Produksi Bersih pada sektor lain seperti hotel telah juga dikembangkan,

sebagai contoh Buku Panduan Efisiensi Energi di Hotel terbitan Yayasan Pelangi [www.pelangi.co.id].

Dalam rangka menuju *eco-city*, beberapa kota besar di dunia telah pula menerapkan program Pencegahan Pencemaran untuk mengurangi timbulan sampah dan meningkatkan kualitas air dan udara. Produksi Bersih juga diterapkan dan dikaitkan dengan sistem yang lain seperti Cara Berproduksi Yang Baik, HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) untuk industri makanan, yang dipadukan dengan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 serta Sistem Manajemen Keselamatan OHSAS 18001.

Para Hadirin yang saya muliakan,

KAWASAN INDUSTRI BERWAWASAN LINGKUNGAN

Penerapan Produksi Bersih berskala mikro dan meso dapat diperluas melalui jejaring industri di kawasan industri. Fleig (2000) dan Lowe (2001) menyatakan suatu Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (*Eco-Industrial Park/ Estate*) merupakan sekumpulan industri dan bisnis jasa yang berlokasi pada suatu tempat di mana pelaku-pelaku di dalamnya secara bersama meningkatkan kinerja lingkungan, ekonomi dan sosialnya melalui kerjasama dalam mengelola isu lingkungan dan sumberdaya. Dengan cara bekerjasama akan diperoleh manfaat bersama yang lebih besar dibanding penjumlahan manfaat yang diperoleh oleh setiap industri (Djayadiningrat dan Famiola, 2004). Sampai saat ini masih banyak kawasan industri yang belum menerapkan prinsip-prinsip kawasan yang berwawasan lingkungan.

Tujuan dari Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan adalah untuk memperbaiki kinerja ekonomi bagi industri-industri di dalamnya dengan cara meminimalkan dampak lingkungannya. Pola pendekatan yang dipakai meliputi desain infrastruktur kawasan dan pabrik berwawasan

lingkungan dengan menerapkan jaringan Produksi Bersih melalui kemitraan antar perusahaan.

Beberapa jenis pengembangan industri menjadi berwawasan lingkungan dapat dilakukan melalui pembentukan:

1. *Eco-industrial park (estate)* (EIP / EIE) sebagai suatu kawasan industri yang dikembangkan dan dikelola untuk mencapai manfaat lingkungan, ekonomi dan sosial sebanyak mungkin dan juga manfaat bisnis.
EIP dapat pula berbentuk VEIP (*Virtual Eco-Industrial Park*) dengan berbagai industri-industri di suatu daerah yang tidak harus berada dalam suatu kawasan, namun terhubung melalui pertukaran limbah dan kerjasama pada tingkatan yang berbeda.
2. *By-product exchange* (BPX) yang merupakan sekelompok perusahaan yang saling mempertukarkan dan menggunakan produk samping (energi, air, dan bahan) daripada membuangnya sebagai limbah.
3. *Eco-industrial network* (EIN) terdiri dari sekelompok perusahaan di suatu daerah yang bekerja sama untuk meningkatkan kinerja lingkungan, sosial dan ekonomi.

Keberhasilan penerapan Produksi Bersih di industri berupa berkurangnya pemakaian air sehingga industri mempunyai kelebihan pasokan air, peningkatan efisiensi energi sehingga industri mempunyai daya yang berlebih yang masih dapat dimanfaatkan, adanya limbah industri yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku, kapasitas instalasi pengolah air limbah (IPAL) dan insinerator berlebih karena adanya penurunan timbulan limbah cair maupun padat dapat dimanfaatkan oleh industri lainnya di suatu kawasan (Purwanto, 2005c).

Kerjasama antar industri di suatu kawasan akan memberi manfaat yang jauh lebih besar daripada industri menerapkan Produksi Bersih secara sendiri-sendiri. Beberapa kerjasama dalam bentuk simbiose industri yang saling menguntungkan dapat dilakukan melalui :

- pemanfaatan kelebihan pasokan air dan energi,
- penyediaan instalasi pengolahan limbah bagi industri lain,
- pertukaran produk samping,
- pemanfaatan limbah sebagai bahan baku bagi industri lain (*waste to product*),
- pembentukan industri jasa reparasi peralatan,
- pembentukan forum untuk saling tukar menukar informasi,
- penelitian dan pengembangan.

Beberapa kawasan industri sudah mengarah ke *eco-industrial estate* seperti, namun masih banyak kawasan industri yang hanya menyediakan lahan bagi pembangunan pabrik, tanpa memikirkan dan menyediakan utilitas bersama dan sistem pengelolaan lingkungan terpadu di suatu kawasan. Kawasan industri berwawasan lingkungan bukanlah sesuatu yang tidak dapat tercapai, namun dengan berdasar kepentingan bisnis dan keuntungan ekonomi dari para pelaku industri di dalam kawasan yang saling berinteraksi akan dapat terbentuk sebagaimana Kalundberg Eco-industrial Estate di Denmark. Belajar dari mereka maka kawasan-kawasan dan sentra industri dapat dijadikan berwawasan lingkungan (*greening industrial estate*).

**Para Hadirin yang saya muliakan,
PENUTUP**

Dari pidato yang telah saya sampaikan di atas, dapat disimpulkan bahwa Produksi Bersih merupakan strategi pengelolaan yang memadukan antara aspek ekonomi, sosial dan lingkungan untuk meningkatkan efisiensi

pemakaian bahan baku, air, dan energi sehingga memberi manfaat yang bersamaan untuk pencegahan dan pengurangan pencemaran industri. Pola pendekatan terpadu ini lebih menarik bagi kalangan industri karena industri mendapatkan manfaat ekonomi berupa keuntungan tambahan atau penghematan biaya produksi.

Konsep-konsep sejenis Produksi Bersih telah pula dikembangkan oleh berbagai lembaga dan diterapkan tidak hanya di industri proses dan manufaktur, namun telah pula diterapkan di berbagai sektor industri dan jasa lainnya.

Keberhasilan penerapan Produksi Bersih di sektor industri dimulai dari sosialisasi, demonstrasi keberhasilan program, dan pemberian insentif seperti penyediaan dana investasi bagi industri yang menerapkan Produksi Bersih. Keberhasilan di sektor industri dapat diperluas penerapannya untuk sektor-sektor lain seperti kantor, hotel, rumah makan, dan lebih luas lagi untuk kawasan industri menjadi suatu kawasan berwawasan lingkungan.

Pembentukan pusat-pusat kajian dan pengembangan Produksi Bersih di tingkat propinsi dan kabupaten yang masih sangat terbatas jumlahnya perlu segera direalisasikan, dalam rangka mendukung program-program kegiatan efisiensi sumber daya dan pelestarian lingkungan dengan melibatkan para pihak yang berkepentingan dari unsur industri, perguruan tinggi, konsultan, dan lembaga-lembaga penelitian serta pemerintahan. Pusat-pusat Pengembangan dapat melakukan sosialisasi, pelatihan, pendampingan, penyediaan informasi dan pengembangan Teknologi Produksi Bersih.

Pesan untuk Dosen Muda

Sebelum mengakhiri pidato saya, saya ingin mengajak rekan-rekan sejawat Teknik Kimia baik di perguruan tinggi, lembaga-lembaga riset, industri dan pemerintahan untuk senantiasa mengembangkan proses

menggunakan konsep-konsep efisiensi sumber daya sehingga dapat mencegah terjadinya pencemaran industri dan melestarikan lingkungan.

Bagi para Dosen Muda saya berpesan agar Saudara-saudara lebih mendekati bidang yang digeluti dengan industri sehingga persoalan-persoalan yang ada di industri dapat dibawa ke kampus untuk diteliti dan dikembangkan agar memberikan manfaat pada kedua belah pihak. Ilmu dan Teknologi Kimia semakin berkembang menuju proses-proses berteknologi bersih. Perancangan proses dan pabrik kimia sudah selayaknya mempertimbangkan dan memadukan aspek lingkungan sejak awal, sehingga persoalan pencemaran industri dapat dicegah atau dikurangi mulai dari bahan baku dan tahapan proses produksi. Pada masa-masa mendatang kita dituntut untuk mengembangkan proses-proses kimia yang lebih efisien dengan indikator nir cacat (*zero defect*) nir limbah (*zero waste*) dan nir cidera (*zero injury*).

Pesan untuk Mahasiswa

Untuk para mahasiswa Jurusan Teknik Kimia khususnya dan para mahasiswa Universitas Diponegoro, saya berpesan agar Saudara belajar dengan sebaik-baiknya dan selalu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini. Teknik Kimia saat ini tidak hanya berbasis pada proses klasik yaitu berdasar pada pengolahan gas, minyak bumi dan batu bara namun telah meluas ke sektor-sektor kegiatan yang melakukan proses produksi yang dikenal sebagai *Frontiers in Chemical Engineering*. Saya juga berharap Saudara-saudara mahasiswa dapat mengembangkan jiwa *Technopreunership* sehingga dapat mengembangkan peluang kerja berdasar proses-proses dalam Teknik Kimia.

Demikianlah pidato yang saya sampaikan dalam orasi pengukuhan sebagai Guru Besar, semoga bermanfaat bagi kita semua. Dengan segala

kekurangan dalam pidato saya ini baik dari segi substansi maupun pemaparannya, saya mohon maaf yang sebesar-besarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ketua Senat, Sekretaris Senat serta hadirin yang saya muliakan

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah Swt atas segala rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada saya sekeluarga sehingga saya dipercaya dan diberi amanah menjadi Guru Besar. Saya mohon doa restu dari hadirin sekalian semoga saya dapat melaksanakan amanah tersebut dengan baik dan lancar, untuk ikut membangun bangsa Indonesia melalui almamater tercinta Universitas Diponegoro.

Selanjutnya saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan Nasional, Prof. Dr. Bambang Sudibyo, MBA atas kepercayaan dan persetujuannya mengangkat Saya sebagai Guru Besar.
2. Rektor Universitas Diponegoro Prof. Dr. dr. Susilo Wibowo, MS.Med.,Sp.And., atas segala dukungan dan kepercayaannya.
3. Sekretaris Senat, Para Anggota Senat serta Senat Guru Besar Universitas Diponegoro.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Ir. Sri Eko Wahyuni, MS, yang telah memotivasi saya, memberikan dukungan dan rekomendasinya dalam proses mengajukan Guru Besar saya, dan Ir. Bambang Setioko, M.Eng sebagai Dekan Fakultas Teknik Periode 1998-2002 yang telah memberikan dorongan saya untuk mengembangkan diri dan dukungan dalam berkarya.

5. Para Anggota Senat Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, yang telah memberikan dukungan dan rekomendasinya dalam proses mengajukan Guru Besar saya.
6. Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Ir. Abdullah, MS., Ph.D, atas dukungan dan rekomendasinya kepada saya untuk pengusulan pengangkatan Guru Besar.
7. Para Anggota Tim Review Angka Kredit Jurusan Teknik Kimia dan Tim Review Angka Kredit Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
8. Prof. Ir. Joetata Hadihardaja (UNDIP), Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA (UNDIP), Prof. Dr. Ir. Suprpto (ITS), Prof. Dr. Ir. M. Nasikin (UI), yang telah memberi rekomendasi khusus kepada saya untuk pengusulan pengangkatan saya sebagai Guru Besar.
9. Prof. Sudharto P Hadi, MES., Ph.D sebagai Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Periode 2000-2008 yang telah memotivasi saya dalam proses mengajukan Guru Besar dan memberikan masukan pada naskah pidato Guru Besar saya.
10. Peer Group Reviewer Prof. Ir. Joetata Hadihardaja, Prof. Dr. Lachmudin Sya'rani, Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA, Prof. Ir. Eko Budihardjo, M,Sc, Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS. Prof. dr. Soebowo, DSPA, Prof. Drs. Soedjarwo, yang telah memberikan koreksi naskah pidato saya sehingga dapat dipresentasikan pada hari ini.

Secara khusus, dengan tulus dan dari lubuk hati yang paling dalam saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Muhadi (Alm) dan Ibu Sutriyah yang telah mengasah mengasuh dan mengasihi dalam mendidik saya dan

memberikan semangat serta wawasan sehingga saya menjadi seperti sekarang ini.

2. Metua saya Bapak Sarimin Citropawiro (Alm) dan Ibu Parinem Citropawiro atas kepercayaan, dukungan, nasehat, serta doa restunya.
3. Istri saya tercinta Sri Winarni, SH yang selalu mendampingi di kala suka duka dan memberikan semangat dengan penuh kesabaran dan pengertian, dan anak-anak saya tersayang Eiffeliena Nuraini F Purwienanti, Imaduddin Zakiy Purwanto, Hana Nuri Rahmawati Purwanto, Hanity Nur Rahmawati Purwanto yang selalu memberikan inspirasi dan semangat bagi saya untuk berkarya dengan penuh amanah dan tanggung jawab.
4. Kakak dan adik-adik saya, kakak dan adik ipar yang mendukung karir saya sehingga saya dapat menjalankan tugas dengan lancar.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga saya sampaikan kepada :

1. Keluarga Besar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro tempat saya berkarir dengan suasana penuh keakraban dan semangat persaudaraan sehingga mendorong saya untuk menjadi Guru Besar.
2. Rekan-rekan Pengelola, Pengajar dan Staf Administrasi Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro yang dengan penuh keakraban memberikan semangat dan dukungan saya untuk menjadi Guru Besar.
3. Para Guru saya baik sewaktu di SD Negeri 1 Banjarsari Demak yang telah memberikan motivasi dan semangat untuk berjuang dan maju dengan kondisi fasilitas ruang kelas seadanya, Para Guru saya di SMP Negeri 2 Demak, dan Para Guru saya di SMA Negeri Demak

atas jasa-jasanya dalam mendidik, membimbing dan membekali saya dalam menempuh pendidikan yang lebih tinggi.

4. Para Guru saya sewaktu di Program S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah membekali saya untuk berkarya dan menempuh pendidikan lanjut dengan lancar. Saya juga menyampaikan rasa hormat bagi Guru-guru saya yang telah memasuki masa pensiun Ir. Nisyamhuri, Ir. Marimin Soemardjo dan Ir. Dwi Rahadi dan doa bagi Guru dan rekan sejawat yang telah dipanggil Tuhan Yang Maha Kuasa untuk selamanya, Prof. Sugeng Hendrowibowo (Alm), Prof. Ir. Marwoto Kusumopradono (Alm), Ir. Udiyono, MS (Alm), Ir. Bambang Triono Basuki M.Eng (Alm), Ir. Emy Sumarni (Alm) yang telah megabdikan diri untuk kemajuan Jurusan Teknik Kimia.
5. Para Guru saya sewaktu belajar di CRIFIC INPL Nancy Prancis, S2 dan S3 di INPT Toulouse Prancis, pembimbing saya Prof. H. Delmas yang memberikan kepercayaan serta dukungan pada saat saya mempersiapkan tesis dan disertasi serta kesempatan yang diberikan untuk melakukan eksperimen di Societe Nationale des Poudres et Explosives (SNPE).
6. Dra Liliek Purwaningsih sebagai Kasubdit Stantek, Drs. Putjuk Sudibjono sebagai Direktur Industri Logam dan Elektronika Ditjen IKM, Departemen Perindustrian, dan Ir. Ori T Hartonegoro (Alm) dari Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Tengah, yang bersama-sama membina dan secara berkala berkunjung ke industri dalam rangka pendampingan penerapan program-program produksi bersih.
7. Rekan-rekan saya dari industri kecil menengah elektroplating dan logam di Juana-Pati, Ceper-Klaten, Ngingas Sidoarjo, Kotagede-Yogyakarta, Tegal, dan Semarang, Jawa Barat, serta rekan-rekan di industri makanan Slondok-Magelang, industri krupuk Sidoarjo,

industri tahu Kendal, dan industri batik serta tekstil di Propinsi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta, industri kecil menengah di Sumatera Barat yang telah bersama-sama menerapkan produksi bersih

8. Rekan-rekan saya di industri Pupuk Kalimantan Timur dan industri kimia serta migas di seluruh Indonesia yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, secara bersama-sama mengembangkan dan menerapkan eko-efisiensi dan produksi bersih.
9. Semua pihak yang telah membantu dan menjadi mitra saya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya menyampaikan sekali lagi ucapan terima kasih atas kehadiran dan kesabaran Bapak-bapak, Ibu-ibu dan Para Hadirin sekalian dalam menghadiri upacara pengukuhan ini. Saya mohon maaf atas segala kekurangan, kesalahan dan kekhilafan. Semoga Allah Swt senantiasa memberikan Taufik, Hidayah, dan Ilmu-Nya kepada kita semua, sehingga kita dapat melaksanakan tugas-tugas dan kewajiban berdasarkan amanah yang diberikan kepada kita dengan baik dan lancar. Amin ya rabbal alamin.

Wabillahi Taufiq wal Hidayah

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

AntaraNews, 2008, Jutaan Meter Kubik Limbah Industri Cemari Lingkungan Tiap Hari, www.antara.co.id, 26 Agustus.

Basel Convension, 1989, Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, www.basel.int

Bishop, P.L., 2000, Pollution Prevention: Fundamentals and Practice, McGraw-Hill, Boston.

Chen, W-H., Chiu, S-Y., 2000, Corporate Synergy System: A Powerful Tool to Promote CP in Small and Medium Enterprises, APO Productivity Journal, Winter.

Departeman Perindustrian RI, 2002, Rencana Induk Pengembangan IKM 2002-2004, Jakarta.

Ditjen IKM Dep. Perindustrian, 2005, Penerapan Produksi Bersih IKM Cor dan Elektroplating, Jakarta.

Ditjen IKM Dep. Perindustrian, 2006, Penerapan Produksi Bersih Industri Logam : Cor Besi dan Elektroplating, Jakarta.

Djajadiningrat, S.T, Famiola, M., 2004, Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan, Rekayasa Sains, Bandung.

Erela, PT, 2005, Implementasi Produksi Bersih, Forum Produksi Bersih Jawa Tengah 2005, Semarang 7 Desember 2005.

Fleig, A., 2000, Eco-Industrial Parks. A Strategy Towards Industrial Ecology in Developing and Newly Industrialized Countries, GTZ.

- Freeman, H.M, 1995, *Industrial Pollution, Prevention Handbook*, McGraw-Hill, Inc, New York
- Geiser, K., 2002, *What Next Technology : Cleaner Production Technologies*, UNEP's 7th International High-Level Seminar on Cleaner Production, Prague, April 29-30.
- Hadi, Sudharto P., 2003, *Manajemen Lingkungan Untuk Pemerintah Daerah, Pelatihan Auditor Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah*, Ditjen Pembangunan Daerah Depdagri, Pekanbaru, 12 Desember.
- Hadiwiardjo, Bambang H., 1997, *ISO 14001 : Panduan Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan*, Gramedia, Jakarta.
- Herdjoko, SU, 2008, *Pabrik Tekstil Pencemar Utama di Jateng*, Sinar Harapan, www.sinarharapan.co.id, 01 Juli.
- Hidayati, N., Basuki, O., 2006, *Kineja Ekspor Terancam Melorot*, *Harian Kompas*, 2 Maret 2007, www.kompas.com
- Higgins, T.E., 1995, *Pollution Prevention Handbook*, Lewis Publisher, Boca Raton.
- Huhtala, A., 2000, *Promoting Cleaner Production Investment in Developing Countries : Issues and Possible Strategies*, UNEP.
- Koran Suara Akar Rumput, 2008, *Sebagian Besar Dokumen AMDAL Berkualitas Buruk*, Edisi 03-09 Nopember 2008, dalam www.menlh.go.id.
- KLH (Kementerian Lingkungan Hidup), 2002, *Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER)*, Jakarta.
- KLH (Kementerian Lingkungan Hidup), 2003, *Kebijakan Nasional Produksi Bersih*, Jakarta.

KLH (Kementerian Lingkungan Hidup), 2004a, Kesepakatan Nasional dan Rencana Tindak Pembangunan Berkelanjutan, Jakarta.

KLH (Kementerian Lingkungan Hidup), 2004b, Rencana Tindak Pembangunan Berkelanjutan : Indikator Keberhasilan, Program dan Kegiatan, Jakarta.

Kompas, 2006, Enam Industri Sudah Berhasil Menghemat, Harian Kompas, 8 Februari 2006, www.kompas.com

Kuncoro, M, 2005, Industri Indonesia di Persimpangan Jalan, Harian Kompas, 19 Februari 2005, www.kompas.com.

Louis Berger International, 2003, Final Report Cleaner Production for Indonesian Competitiveness – PUNDI.

Lowe, E.A., 2001, Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries, Indigo Development, Oakland

Murdiyarto, 2003, CDM : Mekanisme Pembangunan Bersih, Penerbit Buku Kompas, Jakarta.

Hartonegoro, Ori T, Purwanto, Syamsul Huda, 1999, Minimisasi Buangan Industri Melalui Konsep Teknologi Bersih: Studi Kasus Industri Elektroplating, Prosiding Seminar Nasional Rekrayasa dan Proses 27-28 Juli 1999, Jur. Teknik Kimia FT Undip, ISBN 970-956-24-6

Peraturan Bank Indonesia (PBI) No.7/2/2005 tentang Penilaian Kualitas Aktiva Bank Umum.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 18 Tahun 1999 jo No 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun.
- Purwanto, 1997, Konsep, Inovasi dan Aplikasi Teknologi Bersih di Industri, Prosiding Seminar Konsep Teknik Kimia dalam Mewujudkan Teknologi Bersih, Semarang 20 Desember 1997.
- Purwanto, 2002, Pemanfaatan Limbah Lumpur Minyak Menjadi Produk Yang Berguna, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 24-25 Juli.
- Purwanto, 2003a, Penerapan Produksi Bersih Pada Sektor Usaha Kecil Menengah, Studi Kasus Industri Logam Dan Elektroplating, Konferensi Nasional Produksi Bersih, DML – Bandung, 29-30 April.
- Purwanto, 2003b, Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Elektroplating, Seminar Nasional Lingkungan, STIA –KLH, Yogyakarta, 25 Agustus.
- Purwanto, 2003c, Strategi Pencegahan Pencemaran Melalui Penerapan Teknologi Produksi Bersih, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Universitas Negri Semarang, 27 September.
- Purwanto, 2003d, Peluang Perbaikan Proses Elektroplating Pada Kerajinan Perak, Majalah GELAGAR Vol 14 No. 2, Oktober 2003,
TERAKREDITASI SK No. 52/DIKTI/Kep/2002
- Purwanto, 2004a, Model Penerapan Produksi Bersih Pada Sektor Industri Kecil Menengah, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia VI, Jakarta, 24 Maret.
- Purwanto, 2004b, Perbaikan Proses Plating Seng Untuk Meningkatkan Efisiensi, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Semarang 21-22 Juli.

Purwanto, 2004c, Penerapan dan Pengembangan Produksi Bersih di Lingkungan Industri Migas, Workshop Pusdiklat Migas Cepu on Waste Management in Refinery and Improvement of Environmental, Semarang, 2 Desember.

Purwanto, 2004d, Produksi Bersih dan Eco-efficiency Sektor Industri Menuju Pembangunan Berkelanjutan, Makalah Talk Show Produksi Bersih KMB Jateng, Semarang, 4 Desember.

Purwanto, 2005a, Pemanfaatan Katalis Bekas Yang Mengandung Logam Berat Menjadi Produk Yang Berguna, Simposium dan Kongres Teknologi Katalisis Indonesia, Jakarta, Februari.

Purwanto, 2005b, Implementation of Cleaner Production In The Small Medium Electroplating Industries, Second Regional Symposium on Environmental and Natural Resources, Kuala Lumpur 23-24 March.

Purwanto, 2005c, Penerapan Produksi Bersih di Kawasan Industri, Seminar Penerapan Program Produksi Bersih Dalam mendorong Terciptanya Kawasan Eco-industrial di Indonesia, Asisten Deputi Urusan Standardisasi dan Teknologi, Jakarta 3 Juni.

Purwanto, 2005d, Pendekatan Bisnis Dalam Pengelolaan Limbah Industri Migas, Workshop Waste Management in Oil Production and Improvement of Environment, Pusdiklat Migas Cepu-KLH, Semarang, 5 Desember.

Purwanto, 2006, Pendekatan Bisnis Dalam Pengelolaan Limbah Industri, Temu Konsultasi Anggota APINDO, Semarang, 14 Agustus.

Purwanto, 2007, Kiat-kiat Efisiensi Energi di Industri, Temu Konsultasi Anggota APINDO, Semarang.

Purwanto, Budiyono, Widayat, H. Susanto, 2001, Perbaikan Proses dan Peningkatan Kualitas Produk Elektroplating, Reaktor, Vol. V.

Purwanto, Budi Amrullah, T. Syahzaeni, 2003, Pemanfaatan Limbah Katalis Bekas Alumina Sebagai Bahan Cat, Majalah REAKTOR Vol 7 No 2 Desember 2003., ISSN.0852 – 0798 TERAKREDITASI SK No. 49/DIKTI/KEP/2003

Purwanto, Delmas H, 1995, Gas-Liquid-Liquid Reaction Engineering : Hydroformylation of 1-Octene Using a Water Soluble Rhodium Complex Catalyst, European Symposium on Catalysis in Multiphase Reactors, Lyon France dan Catalysis Today, 24, 135-140.

Purwanto, O.T. Hartonegoro, Syamsul Huda, Ratri Nugraheni, 1999, Aplikasi Teknologi Bersih Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Pada Industri Logam – Kuningan, Reaktor, Vol III.

Purwanto, Sri Rukiyawati, A. Purbasari, 1999, Elektroplating Tembaga Pada Baja Menggunakan elektrolit Asam Lemah, Reaktor, Vol. III.

PPBN (Pusat Pengembangan Produksi Bersih), 2005, Bunga Rampai Produksi Bersih di Indonesia, Jakarta.

Samhadi, S.H., 2006, Tudingan Pelarian Modal, Harian Kompas, 20 Mei 2006, www.kompas.com

Solikhin, 2005, Penerapan Teknologi Produksi Bersih Tahu Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan, Forum Produksi Bersih Jawa Tengah 2005, Semarang 7 Desember.

Subiyanto, P., 2003, Pemanfaatan dan Upaya Konservasi Air Pada Sektor Industri Tekstil Dalam Rangka Cleaner Production PT. APAC INTI Corpora, Seminar Nasional Cleaner Production 2003, HMTL UNDIP-KLH, Semarang 17 Desember.

Sugiarto, E., 2003, Produksi Bersih, Seminar Nasional Lingkungan Hidup – Penerapan Produksi Bersih Dunia Industri Menghadapi Perdagangan Bebas, ISTA-KLH, Yogyakarta.

Sutrisno, J, 2008, Kebijakan Lingkungan Dalam Pengembangan Industri di Jawa Tengah, Seminar Pengembangan Kawasan dan Klaster Industri di Jawa Tengah, Semarang

Sulung Prasetyo, 2008, Proper Menghasilkan Peringkat Emas, Sinar Harapan, www.sinarharapan.co.id, 01 Agustus.

Suripno, Siswanto, A., Meilani, SS., 2004, Penerapan Produksi Bersih Dalam Sistem Pengelolaan Lingkungan Pada Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas, Workshop Pusdiklat Migas Cepu on Waste Management in Refinery and Improvment of Environmental, Semarang, 2 Desember.

Suwarno, Purwanto, Sumarno, 2003, Pemanfaatan Padatan Sludge Minyak Sebagai Pencampur Pembuatan Batu Bata Merah, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2003, Semarang 23-24 Juli.

UNEP, 1999, Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998 : Toward Cleaner Production, Washington DC.

UNEP Centre for Cleaner Production, CRC, 1999, Cleaner Production Assessment Guide : Metal Casting Industries.

UNEP Working Group for Cleaner Production, 1999, Cleaner Production Guidelines – Cleaner Production in The Queensland Foundry Industry.

UNEP, 2005, Buku Panduan Mengupayakan Penerapan Konsumsi Berkelanjutan di Asia, terjemahan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia.

Van Berkel, R., 2000, Cleaner Production for Process Industries : Overview of the Cleaner Production Concept with Other Environmental Management Strategies, Plenary Lecture-CHEMECA, Perth WA 9-12 July.

Van Berkel, R., 2001, Cleaner Production for Achieving Eco-efficiency in Australian Industry, Curtin University of Technology, Perth.

Weston, N.C., Stuckey, D.C., 1994, Cleaners Technologies and the UK Chemical Industry, Trans IchemE, Vol 72, Part B, May.

Sumber dari Website :

APO, (Asian Productivity Organisation), www.apo-tokyo.org

Basel Convention, www.basel.int

DML (Dana Mitra Lingkungan), www.dml.or.id

IISD (International Institute for Sustainable Development), www.iisd.org

ISO (International Organisation for Standardization), www.iso.ch,
www.iso.org

KLH (Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia),
www.menlh.go.id

PPBN (Pusat Produksi Bersih Nasional), www.ppbn.or.id

Responsible Care, www.responsiblecare.or, www.responsiblecare-us.com

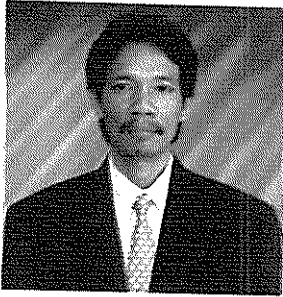
UNEP (United Nations Environmental Program), www.unep.org

US EPA (US Environmental Protection Agency), www.epa.gov

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development),
www.wbcd.ch

Yayasan Pelangi, www.pelangi.co.id

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. DATA PRIBADI

Nama : Purwanto
Gelara Akademik : Dr., Ir., DEA
N I P : 131 601 417
Tempat dan tanggal lahir : Demak, 28 Desember 1961
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

Pangkat/Golongan : Pembina/ IV A
Unit Kerja : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP
Alamat rumah : Jl. Ganesha Tengah I/143, Semarang 50129
Telp. 024-6720108
E-mail : purwanto@undip.ac.id
Nama istri : Sri Winarni, SH
Pekerjaan istri : Wiraswasta
Anak :
1. Eiffelienna Nuraini F Purwienanti
2. Imaduddin Zakiy Purwanto
3. Hana Nuriy Rahmawati Purwanto
4. Haniy Nur Rahmawati Purwanto

2. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri Banjarsari I, Demak, lulus th. 1973
2. SMP Negeri 2 Demak, lulus th. 1976
3. SMA Negeri Demak, lulus th. 1980
4. S-1 Teknik Kimia Fak. Teknik Universitas Diponegoro, lulus th. 1985
5. Diplôme d'Expert en Procedes, CRIFIC-INPL, Nancy, Prancis, lulus th. 1990
6. DEA (S-2) Teknologi Proses Kimia ENSIGC-INP Toulouse, Prancis, lulus th. 1991
7. Doktor (S-3) Teknologi Proses Kimia, ENSIGC-INP Toulouse, Prancis, lulus th. 1994

3. RIWAYAT PENDIDIKAN TAMBAHAN / PELATIHAN / KURSUS

1. Natural Organic Synthesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Jan-Feb 1997
2. Produksi Bersih, Dana Mitra Lingkungan, Semarang, Maret 1997

3. Cleaner Technology / Production in Automotive Industries, US AEP, Manila, 1999
4. Training of the Trainer Gugus HaKI, Dikti – Depdikbud, Jakarta, 18-22 Oktober 1999
5. Penataran dan Lokakarya Gugus HaKI, Dikti – Depdiknas, Jakarta, 24-28 Jan 2000
6. Penataran dan Lokakarya Pengelolaan HaKI, Dikti – Depdiknas, Semarang, 11-15 Sep 2000
7. Training of the Trainer Pengelolaan Gugus HKI Perguruan Tinggi, Dikti – Depdiknas, Bogor, 27-30 Oktober 2002
8. EU-China Eco-industrial Park Network Training Workshop, Shanghai / Hangzhou, China, 31 Agustus-2 September 2005.

4. RIWAYAT KEPANGKATAN

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Calon Pegawai Negeri Sipil, | III A, tmt 1 Maret 1986 |
| 2. Penata Muda, | III A, tmt 1 Oktober 1987 |
| 3. Penata Tingkat I, | III B, tmt 1 Oktober 1992 |
| 4. Penata, | III C, tmt 1 Oktober 1995 |
| 5. Penata Tingkat I, | III D, tmt 1 April 1998 |
| 6. Pembina, | IV A, tmt 1 April 2003 |

5. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. Asisten Ahli Madya, | tmt 1 Oktober 1987 |
| 2. Asisten Ahli, | tmt 1 April 1991 |
| 3. Lektor Muda, | tmt 1 Oktober 1995 |
| 4. Lektor Madya, | tmt 1 April 1998 |
| 5. Lektor (inpassing), | tmt 1 Januari 2001 |
| 6. Lektor Kepala, | tmt 1 Februari 2003 |
| 7. Guru Besar, | tmt 1 April 2008 |

6. RIWAYAT JABATAN

- | | |
|--------------|---|
| 1. 1995-1997 | : Ketua Program Ekstensi Teknik Kimia Fak Teknik UNDIP |
| 2. 1997-1999 | : Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fak Teknik UNDIP |
| 3. 1999-2003 | : Pembantu Dekan Bidang Pengembangan dan Kerjasama Fak Teknik UNDIP |

4. 2000-2003 : Direktur Sub Project Management Unit – Technological and Professional Skill Development Project (SPMU TPSDP) UNDIP
5. 2000-2003 : Sekretaris Bidang Akademik Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP
6. 2000-2008 : Sekretaris Senat Fakultas Teknik UNDIP
7. 2000-skr : Ketua Laboratorium Teknik Kimia I/Proses, Jur.T.Kimia Fak Teknik UNDIP
8. 2003-2007 : Pembantu Dekan Bidang Kemahasiswaan Fak Teknik UNDIP
9. 2004-2008 : Anggota Senat Universitas Diponegoro wakil Dosen Fak Teknik UNDIP
10. 2008-skr : Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP

7. KEANGGOTAAN ORGANISASI PROFESI

1. The Institution of Chemical Engineer, sebagai anggota
2. Masyarakat Kendali Indonesia (Masdali), sebagai Koordinator Regional
3. Masyarakat Katalis Indonesia, sebagai anggota
4. Persatuan Guru Republik Indonesia (PGRI) Cabang Semarang, sebagai anggota
5. Forum Komunikasi Mitra Mandiri Berkelanjutan (Forum KMB), Koordinator Regional

8. KARYA ILMIAH / PUBLIKASI

8.1. Buku

1. **Purwanto**, 2005, Permodelan Rekayasa Proses dan Lingkungan, Badan Penerbit UNDIP.
2. **Purwanto**, Syamsul Huda, 2005, Teknologi Industri Elektroplating, Badan Penerbit UNDIP.

8.2. Publikasi Jurnal Ilmiah Nasional

1. **Purwanto**, 1990, Optimisasi Konversi Reaksi Pada Reaktor Tertutup, Majalah Teknik Undip, Juli 90, ISSN No. 0852-1697
2. **Purwanto**, 1996, Pengembangan Penelitian Bidang Teknologi dan Industri Kimia, Majalah Teknik Undip, Jan-Mar 96, ISSN No. 0852-1697

3. Eka Adimulya, **Purwanto**, 1997, Simulasi Pirolisis Propana Pada Reaktor Pipa, *Majalah TEKNIK Undip*, Thn XVII Edisi 2, Agustus 1997, ISSN No. 0852-1697
4. **Purwanto**, 1997, Aplikasi Teknologi Bersih Pada Industri Kimia Dalam Era Globalisasi, *Majalah TEKNIK Undip*, Thn XVII Edisi 2, Agustus 1997, ISSN No. 0852-1697
5. **Purwanto**, 1998, Pemilihan Solven dengan Simulasi UNIFAC-UNIQUAC Pada Hidroformasi Tiga Fase Gas-Cair-Cair, *Majalah REAKTOR* Edisi XI Juni TH 1998 ISSN.0852 – 0798
6. **Purwanto**, 1998, Kelarutan Gas dan Koefisien Transfer Massa Gas-Cair Pada Sistem Hidrogen/Karbon Monoksida-Air/Ethanol/Oktena, *Majalah REAKTOR* Edisi XIII Desember TH 1998 ISSN.0852 – 0798
7. **Purwanto**, O.T. Hartonegoro, Syamsul Huda, Ratri Nugraheni, 1999, Aplikasi Teknologi Bersih Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Pada Industri Logam – Kuningan, *Reaktor*, Vol III.
8. **Purwanto**, Sri Rukiyawati, A. Purbasari, 1999, Elektroplating Tembaga Pada Baja Menggunakan elektrolit Asam Lemah, *Reaktor*, Vol. III.
9. **Purwanto**, Budiyo, Widayat, H. Susanto, 2001, Perbaikan Proses dan Peningkatan Kualitas Produk Elektroplating, *Reaktor*, Vol. V.
10. Ni Made Sunarti, **Purwanto**, Syafrudin, 2003, Upaya Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Untuk Mewujudkan Kebersihan Lingkungan Di Kota Denpasar, *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol 1 No. 1, April.
11. **Purwanto**, Sri Suparni Rahayu, Syafrudin, 2003, Modelisasi Adsorpsi Akrilamida Dari Limbah Industri Pencelupan Dengan Media Karbon Aktif, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* Vo II No. 1, Juni.
12. **Purwanto**, 2003, Peluang Perbaikan Proses Elektroplating Pada Kerajinan Perak, *Majalah GELAGAR* Vol 14 No. 2, Oktober 2003, TERAKREDITASI SK No. 52/DIKTI/Kep/2002
13. **Purwanto**, Budi Amrullah, T. Syahzaeni, 2003, Pemanfaatan Limbah Katalis Bekas Alumina Sebagai Bahan Cat, *Majalah REAKTOR* Vol 7 No 2 Desember 2003., ISSN.0852 – 0798 TERAKREDITASI SK No. 49/DIKTI/KEP/2003
14. Haryanto, **Purwanto**, Agus Hadiyanto, 2004, Penjerapan Tembaga (III) Dalam Air Limbah Dengan Beberapa Jenis Tanah Pada Reaktor Batch (Tanah Berlempung, Tanah Lempung Berpasir Dan Tanah Pasir), *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol 2 No.2 Oktober.
15. **Purwanto**, 2005, Lukman Hakim, Pengolahan Limbah Deterjen Secara Aerasi Pada Reaktor Airlift Segiempat Aliran Searah Ke Atas, *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol 3 No. 1, April.

16. **Purwanto**, 2005, Pengelolaan Bahan Dan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, Jurnal Ilmu Lingkungan Vol 3 No. 1, April.
17. Aris Mukimin, **Purwanto**, Danny Sutrisnanto, 2007, Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam Dengan Teknologi Elektrokoagulasi-Filtrasi, Jurnal Ilmu Lingkungan Vol 5 No. 1, April.
18. Suhardi Rachman, **Purwanto**, Danny Sutrisnanto, 2008, Pengelolaan Emisi Debu Urea Menuju Produksi Bersih (Studi Kasus Di PT. Pupuk Kaltim, Tbk, Bontang), Jurnal Ilmu Lingkungan Vol 6 No. 1, April.

8.3. Makalah Seminar Nasional

1. **Purwanto**, 1991, Hidrogenasi Sikloalkatriena pada Reaktor Unggun Diam, Seminar Jurusan Teknik Kimia UNDIP,
2. **Purwanto**, 1992, Model Keseimbangan Fasa dalam Pengembangan Proses Industri Kimia, Seminar Jurusan Teknik Kimia UNDIP
3. **Purwanto**, 1993, Pengembangan Penelitian Bidang Teknologi dan Industri Kimia di Perguruan Tinggi : Sebuah Tinjauan Umum, Seminar Perhimpunan Pelajar Indonesia di Prancis, Marseille.
4. **Purwanto**, 1994, Teknologi Reaksi dan Reaktor pada Proses Industri Kimia, Seminar Pelajar Indonesia - Toulouse.
5. **Purwanto**, 1995, Reaksi Gas-Cair Menggunakan Katalis Kompleks Rhodium dengan Pelarut Air : Studi Kinetika Hidroformilasi 1-Oktena, Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS), Serpong.
6. **Purwanto**, 1995, Hidrogenasi Selektif Siklododekatriena pada Reaktor Unggun Diam, Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1995, Bandung.
7. **Purwanto**, 1997, Konsep, Inovasi dan Aplikasi Teknologi Bersih di Industri, Prosiding Seminar Konsep Teknik Kimia dalam Mewujudkan Teknologi Bersih, Semarang 20 Desember 1997.
8. **Purwanto**, 1998, Keanggotaan BKS LPTKI, Seminar BKSLPTKI, Semarang, 18-19 Nopember.
9. **Purwanto**, Heru Junaedi, 1998, Pengolahan Limbah Cair Perkotaan Menggunakan Lumpur Aktif Pada Reaktor Air-Lift Rektangular, Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, ITS, Surabaya, 25-26 Nopember., ISBN 1410-5667.
10. **Purwanto**, Heru Susanto, 1998, Pengaruh Densitas dan Viskositas Terhadap Hold-Up Gas dan Laju Sirkulasi Pada Reaktor Air-Lift Rektangular Sirkulasi Dalam, Seminar Nasional Fundamental dan

- Aplikasi Teknik Kimia, ITS, Surabaya, 25-26 Nopember., ISBN 1410-5667.
11. **Purwanto**, Delmas, H., 1999, Model Kinetika Reaksi Molekuler Pada Hidroformilasi Oktena-1 Menggunakan Katalis Komplek Rhodium Dengan Pelarut Air dan Etanol, Seminar Nasional Rekayasa dan Proses 27-28 Juli 1999, Jur. Teknik Kimia FT Undip, ISBN 970-956-24-6
 12. Ori T Hartonegoro, **Purwanto**, Syamsul Huda, 1999, Minimisasi Buangan Industri Melalui Konsep Teknologi Bersih : Studi Kasus Industri Elektroplating, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa dan Proses 27-28 Juli 1999, Jur. Teknik Kimia FT Undip, ISBN 970-956-24-6.
 13. **Purwanto**, 1999, Perancangan Dan Unjuk Kerja Reaktor Air-Lift Rektangular, Penerapan Pada Pengolahan Limbah Cair Perkotaan, Makalah Seminar Penelitian Doktor Baru, Batu-Malang, 31 Agustus-2 September.
 14. **Purwanto**, 2000, Aspek Penelusuran HaKI Dalam Pengembangan Produk Industri, Makalah Seminar HAKI Dalam Menghadapi Era Globalisasi dan Otonomi Daerah, Semarang, 8 Agustus.
 15. **Purwanto**, 2000, Pengendalian Suhu dan Tekanan Pada Reaktor Unggun Diam Aliran Searah Ke Atas, Seminar Nasional Rekayasa dan Proses, Jur. Teknik Kimia FT Undip, Semarang, 26-27 Nopember, ISBN 1411-4216
 16. **Purwanto**, 2001, Pengembangan Kurikulum Teknik Kimia di Era Global, Makalah Seminar Pengembangan Kurikulum Jurusan Teknik Kimia, FT UMS, Surakarta, 10 Nopember 2001
 17. **Purwanto**, 2002, Pengembangan Pendidikan Tinggi Teknik Dalam Era Global, Makalah Seminar Nasional FT UNNES, Semarang.
 18. **Purwanto**, 2002, Pengembangan Pendidikan Tinggi Teknik Kimia, Makalah Seminar Nasional Proses Kimia, UI, Jakarta.
 19. **Purwanto**, 2002, Pembelajaran Pengendalian Proses Menggunakan Internet, Makalah Seminar Nasional Proses Kimia, UI, Jakarta.
 20. **Purwanto**, 2002, Kepedulian Pada Diri dan Lingkungan, Seminar Hari Lingkungan, PS Magister Ilmu Lingkungan UNDIP, Semarang, 6 Juni.
 21. Edy Sabli, T., **Purwanto**, Sumarno, 2002, Pengembangan Teknologi Sistem Lahan Basah, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 24-25 Juli.
 22. **Purwanto**, 2002, Pemanfaatan Limbah Lumpur Minyak Menjadi Produk Yang Berguna, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 24-25 Juli.

23. **Purwanto**, 2002, Optimalisasi dan Efisiensi Pemanfaatan Laboratorium Di Lingkungan Universitas Diponegoro, Seminar Budaya Meneliti dan Menulis, Lemlit UNDIP, 1 November.
24. Edy Sabli, T., **Purwanto**, Sumarno, 2003, Pemanfaatan Medium Tanah untuk Mengolah Air Limbah Domestik dalam Sistem Lahan Basah, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia V, Jakarta, 26 Maret.
25. Sri Suparni Rahayu, **Purwanto**, Syafrudin, 2003, Analisis Pola Adsorpsi Zat Warna Limbah Cair Industri Tekstil Dalam Kolom Adsorpsi, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia V, Jakarta, 26 Maret.
26. **Purwanto**, 2003, Penerapan Produksi Bersih Pada Sektor Usaha Kecil Menengah, Studi Kasus Industri Logam Dan Elektroplating, Konferensi Nasional Produksi Bersih, DML – Bandung, 29-30 April.
27. Sri Suparni Rahayu, **Purwanto**, Syafrudin, 2003, Pengolahan Zat Warna Acrylamide Pada Industri Pencelupan Kain Menggunakan Kolom Adsorpsi Karbon Aktif Secara Kontinyu, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2003, Semarang 23-24 Juli.
28. Suwarno, **Purwanto**, Sumarno, 2003, Pemanfaatan Padatan Sludge Minyak Sebagai Pencampur Pembuatan Batu Bata Merah, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2003, Semarang 23-24 Juli.
29. **Purwanto**, 2003, Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Elektroplating, Seminar Nasional Lingkungan, STIA –KLH, Yogyakarta, 25 Agustus.
30. **Purwanto**, 2003, Strategi Pencegahan Pencemaran Melalui Penerapan Teknologi Produksi Bersih, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Semarang, 27 September.
31. **Purwanto**, 2003, Sri Suparni Rahayu, Syafrudin, Modelisasi Adsorpsi Zat Warna Tekstil, Seminar Nasional Perkembangan dan Aplikasi Teknologi Lingkungan Dalam Menghadapi Era Global, ITS, Surabaya, 1-2 Oktober.
32. Haryanto, **Purwanto**, Agus Hadiyanto, 2003, Pemanfaatan Tanah Lempung Sebagai Penjerap Logam Berat Dalam Lindi Limbah Organik Padat Dari Unit Pengolahan Limbah Cair, Simposium Nasional FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 13 Desember.
33. **Purwanto**, 2004, Model Penerapan Produksi Bersih Pada Sektor Industri Kecil Menengah, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia VI, Jakarta, 24 Maret.
34. **Purwanto**, Moh. Toha, Dwi Handayani, 2004, Model Transport Senyawa Besi (II) Dalam Tanah, Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia VI, Jakarta, 24 Maret.

35. Nur Kusuma Dewi, **Purwanto**, Syafrudin, 2004, Penurunan Toksisitas Kadmium Sulfat ($CdSO_4$) Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) Menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms), Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan I "Pola Penanganan Masalah Lingkungan Hidup Melalui Komitmen Kebangsaan", UPN Veteran Jatim, Surabaya, 24 Mei.
36. **Purwanto**, 2004, Membangun Kemitraan Riset Perguruan Tinggi Dengan Industri, Seminar Ilmiah "Strategi Pengembangan Universitas Riset", UNISSULA, Semarang, 9 Juli.
37. **Purwanto**, 2004, Simulasi Absorpsi Multikomponen Hidrokarbon Dengan Visual Basic 6.0 Metode Burmingham Otto Sum Rates, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Semarang 21-22 Juli.
38. **Purwanto**, 2004, Perbaikan Proses Plating Seng Untuk Meningkatkan Efisiensi, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Semarang 21-22 Juli.
39. Nur Kusuma Dewi, **Purwanto**, Syafrudin, 2004, Fenomena Transport Cd^{2+} Pada Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solm), Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Semarang 21-22 Juli.
40. Agus Subekti, **Purwanto**, Agus Hadiyanto, 2004, Evaluation Of Implementation Of Cleaner Production Concept In Kaltim-3 Ammonia Plant And Opportunities In Kaltim-2 Ammonia Plant, PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk, Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Semarang 21-22 Juli.
41. **Purwanto**, 2004, Penerapan dan Pengembangan Produksi Bersih di Lingkungan Industri Migas, Workshop Pusdiklat Migas Cepu on Waste Management in Refinery and Improvement of Environmental, Semarang, 2 Desember.
42. **Purwanto**, 2004, Produksi Bersih dan Eco-efficiency Sektor Industri Menuju Pembangunan Berkelanjutan, Makalah Talk Show Produksi Bersih KMB Jateng, Semarang, 4 Desember.
43. **Purwanto**, 2005, Pemanfaatan Katalis Bekas Yang Mengandung Logam Berat Menjadi Produk Yang Berguna, Simposium dan Kongres Teknologi Katalisis Indonesia, Jakarta, Februari.
44. **Purwanto**, 2005, Penerapan Produksi Bersih di Kawasan Industri, Seminar Penerapan Program Produksi Bersih Dalam mendorong Terciptanya Kawasan Eco-industrial di Indonesia, Asisten Deputi Urusan Standardisasi dan Teknologi, Jakarta 3 Juni.
45. **Purwanto**, 2005, Pendekatan Bisnis Dalam Pengelolaan Limbah Industri Migas, Workshop Waste Management in Oil Production and

- Improvement of Environment, Pusdiklat Migas Cepu-KLH, Semarang, 5 Desember.
46. **Purwanto**, 2006, Pendekatan Bisnis Dalam Pengelolaan Limbah Industri, Temu Konsultansi Anggota APINDO, Semarang, 14 Agustus.
 47. **Purwanto**, 2007, Kiat-kiat Efisiensi Energi di Industri, Temu Konsultansi Anggota APINDO, Semarang.

8.4. Makalah Seminar dan Publikasi Internasional

1. **Purwanto**, Delmas H, 1993, Gas-liquid-liquid Reaction : Thermodynamics Analysis of Hydroformylation of Octene-1 Using A Water Soluble Rhodium Complex Catalyst, The 11th International Congress of Chemical Engineering, Chemical Equipment Design and Automation, Praha-Czech Republic.
2. **Purwanto**, Delmas H, 1994, Hydroformylation d'Olefine dans un Milieu Liquide Biphase, 1^{ère} Conférence Maghrébine de Génie des Procédés, Marakkech-Maroko.
3. Chaudhari, R.V., Deshpande, R.M, Delmas, H., **Purwanto**, 1994, New Features of Hydroformylation of Olefins Using A Water Soluble Rh Catalyst in a Biphasic Medium, 13th International Symposium on Chemical Reaction Engineering, Baltimore- USA.
4. **Purwanto**, Delmas H, 1995, Gas-Liquid-Liquid Reaction Engineering : Hydroformylation of 1-Octene Using a Water Soluble Rhodium Complex Catalyst, European Symposium on Catalysis in Multiphase Reactors, Lyon France dan Catalysis Today, 24, 135-140.
5. **Purwanto**, 1995, Kinetics of Hydroformylation of 1-Octene in a Two-Liquids, ASEAN Regional Symposium, Bangkok.
6. **Purwanto**, Deshpande, RM, Chaudhari RV, Delmas H., 1996, Solubility of Hydrogen, Carbon Monoxide and 1-Octene in Various Solvents and Solvent Mixtures, J. Chem. Engng Data, 41, 1414-1417.
7. Deshpande, RM, **Purwanto**, Chaudhari RV, Delmas H., 1996, Kinetics of Hydroformylation of 1-Octene Using Rh(COD)Cl₂-TPPTS Complex Catalyst in a Two Phase System in the Presence of a Cosolvent, Ind. Engng Chem Res, 35, 3927-3933.
8. Deshpande, RM, **Purwanto**, Chaudhari RV, Delmas H., 1997, Effect of pH on Rate and Selectivity Behaviour in Biphasic Hydroformylation of 1-Octene, J. Mol.Catalat .A : Chemical, 126, 133-140.
9. **Purwanto**, 2000, Process Safety in The Engineering Curriculum, Makalah AEESEAP Conference 2000, Denpasar – Bali, August 23 – 25.

10. Agus Hadiyanto, **Purwanto**, Sutrisnowati, 2005, Infectious Solid Waste Management In The Hospital, Second Regional Symposium on Environmental and Natural Resources, Kuala Lumpur 23-24 March.
11. **Purwanto**, Djoko Suprpto, 2005, Treatment of Carbon Monoxide In The Flue Gas By Using Biofilter, Second Regional Symposium on Environmental and Natural Resources, Kuala Lumpur 23-24 March.
12. **Purwanto**, 2005, Implementation of Cleaner Production In The Small Medium Electroplating Industries, Second Regional Symposium on Environmental and Natural Resources, Kuala Lumpur 23-24 March.

8. 5. Makalah Ceramah dan Seminar Mahasiswa

1. Perkembangan Teknik Kimia Menghadapi Era Global, Dialog Akademik Jurusan T.Kimia, UNDIP, 1995
2. Perguruan Tinggi Teknik Dalam Era Global, Seminar Kekraban Progam S1 Ekstensi T. Kimia UNDIP, 8 Desember 1996
3. Penilai Lomba Karya Tulis Ilmiah Kimia 1996, HM Kimia, FMIPA, Semarang, 1996
4. Tablig Akbar Dalam Rangka Catur Windu Teknik Kimia UNDIP, HMTK FT UNDIP, Semarang, 1 Oktober 1997
5. Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia Dalam Menghadapi Globalisasi dan Perkembangan IPTEK", Ceramah Ilmiah Mahasiswa di Politeknik UNDIP : Analisa Sistem Pendidikan Tinggi Terhadap Perkembangan Sains dan Teknologi Modern, 1997
6. Kajian Teknologi, FSMM, Senat Mahasiswa FT UNDIP, Dies Teknik 39, Semarang, 1 Nopember 1997
7. Perkembangan Teknik Kimia Menghadapi Era Global, Kuliah Umum T.Kimia, Univ. Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 1997
8. Metodologi Penelitian dan Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah, Senat Mahasiswa FT UNDIP, Semarang, 15-17 Juni 1998
9. Perkembangan dan Tantangan Teknik Kimia, Kuliah Umum T. Kimia, Univ. Islam Indonesia, Yogyakarta, 3 Oktober 1998
10. Semiloka dan Debat Nasional, Dies FT UNDIP ke 41, BEM FT UNDIP, 4-6 Nopember 1999
11. Debat Teknik Kimia, Milad I Teknik Kimia, Univ. Ahmad Dahlan, Yogyakarta, 25 Maret 1999.
12. Leading : Motivation and Leadership, Latihan Dasar Organisasi, 2000, HMTK, FT UNDIP, Semarang, 6-8 Oktober 2000
13. Peran dan Perkembangan Industri Kimia, Seminar Bersama Muswil IKAHIMKI, HM Kimia UNDIP, Semarang, 18-20 Nopember 2000

14. Motivasi dan Kepemimpinan, Latihan Dasar Organisasi Mahasiswa, HMT. Kimia, UNDIP, 13-15 Oktober 2001.
15. Latihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM), BEM FT UNDIP, Semarang, 14-16 Mei 2001
16. Metodologi Penelitian Rekayasa : Metode Penelitian dan Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah, BEM FT UNDIP, Semarang, 21-23 Mei 2001
17. Cara Belajar dan Penelusuran Informasi Ilmiah, GONK Teknik 2001, FT UNDIP, Semarang, Agustus 2001
18. Dasar, Teori dan Fungsi Organisasi Mahasiswa, Latihan Dasar Organisasi Mahasiswa, HMT. Kimia, UNDIP, 18-20 Oktober 2002.
19. Metodologi Penelitian dan Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah, BEM FT UNDIP, Semarang, 18-19 Mei 2002
20. Sistem Pendidikan Tinggi, GONK Teknik 2002, FT UNDIP, Semarang, 18-21 Agustus 2002
21. Juri Lomba Menulis Essay Hari Lingkungan Hidup Tingkat SMU se Jateng dan DIY, Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan UNDIP, Semarang, Juni 2003.
22. Metodologi Penelitian dan Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah, BEM FT UNDIP, Semarang, 27 September 2003
23. Tolok Ukur Keberhasilan Kegiatan, Latihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa BEM FT UNDIP, 13 Maret 2004
24. Berbicara Secara Efektif, LDO PS DIII Teknik Kimia FT UNDIP, 20-21 Maret 2004
25. Peraturan Perguruan Tinggi, Hak dan Kewajiban Mahasiswa, PPMB FT UNDIP, 8 September 2005.
26. UNDIP Menuju Demokratisasi Kampus, Diskusi BEM UNDIP, 24 Juli 2006.
27. Peluang Karir Sarjana Teknik, Pelatihan Softskill dan Peluang Kerja, BEM FT UNDIP, 29 Agustus 2006.
28. Peluang Karir Sarjana Teknik, Pelatihan Softsill dan Peluang Kerja, BEM FT – FT UNDIP, 16 September 2006.
29. Penelitian sebagai dasar Technopreunership, Seminar Technopreunership BEM FT UNDIP, 18 September 2006.
30. Menyelaraskan Pembelajaran Sistem Kendali dan Penerapannya di Industri, Kuliah Umum, HM Fisikia FMIPA UNDIP, 23 September 2006.
31. Kegiatan Kemahasiswaan, PPMB FT UNDIP, 31 September 2006.
32. Seminar HMTL, Pengelolaan Limbah Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun, Semarang, 29 Oktober 2008.

9. KEGIATAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

1. Pendamping penerapan dan pelatihan tentang Efisiensi dan Produksi Bersih Elektroplating IKM Tegal, Juana-Pati, Kota Gede Yogyakarta, Ngingas-Sidoarjo Jawa Timur.
2. Pendamping penerapan dan pelatihan tentang Efisiensi dan Produksi Bersih Cor Besi IKM Ceper Klaten.
3. Ketua Tim Evaluasi dan Pengembangan Elektroplating PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk
4. Pelatih Produksi Bersih Industri Batik di Tirto Pekalongan dan Kauman Surakarta
5. Pelatih Produksi Bersih Industri Makanan Slondok di Purwogondo Magelang
6. Pelatih dan Pengembangan Industri Jamur Merang di Semarang
7. Pelatih Pengelolaan Bahan-bahan Kimia Berbahaya di PT. Caltex Pasific Indonesia, Gas Resources Indonesia, Maxus, Badak NGL, PT. Pupuk Kalimantan Timur, CNOOC
8. Pelatih Oil Spill and Environmental Management, PT Riau Andalan Pulp and Paper, Riau.
9. Pelatih General Safety for Mining Industry, PT. Bahari Cakrawala Sebuku, Sebuku Kalimantan Selatan.
10. Pelatih Globally Harmonized System (GHS) for Classification and Labeling of Chemicals di PT. Pupuk Kalimantan Timur, Tbk.
11. Pelatih ToT Produksi Bersih, Klinik Peduli Lingkungan, Ditjen IKM, Dep. Perindustrian.
12. Penyusun Diktat Pengelolaan Bahan-Bahan dan Limbah Bahan-Bahan Berbahaya dan Beracun, Badan Diklat, Propinsi Jawa Tengah.
13. Pelatih Penerapan Produksi Bersih IKM Logam di Propinsi Jawa Barat.
14. Pelatih Penerapan Produksi Bersih IKM, Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Propinsi Sumatera Barat.
15. Pelatih Dampak Pemakaian Bahan-bahan Berbahaya dan Beracun, Kursus AMDAL, PPLH UNDIP.
16. Pelatih Retooling TPSDP bagi Sarjana Baru di UNDIP dan Semarang Growth Center.
17. Pelatih Manajer Lingkungan, Badan Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Tengah.
18. Pelatih Pengelolaan Bahan-Bahan Berbahaya dan Beracun, Balai Besar Pengendalian Pencemaran Industri Semarang.
19. Pelatih Pengenalan Pengelolaan Bahan-Bahan Berbahaya dan Beracun, Badan Diklat, Propinsi Jawa Tengah.

10. PERAN SERTA AKTIF DALAM KUNJUNGAN DAN PERTEMUAN INTERNASIONAL

1. The 11th International Congress of Chemical Engineering, Chemical Equipment Design and Automation, Praha-Czech Republic, 1993.
2. Conférence Maghrébine de Génie des Procédés, Marakkech-Maroko, 1994.
3. ASEAN Regional Symposium, Bangkok-Thailand, 1995.
4. Kerjasama Pendidikan Graduate Program, Universiti Teknologi Malaysia, 1995, 2002.
5. Training, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Jan-Feb 1997
6. Cleaner Technology / Production, US AEP, Manila-Filipina, 1999.
7. AEESEAP Conference 2000, Denpasar-Bali, 2000.
8. Studi Banding, Thammasat University, AIT, Bangkok-Thailand, 2001.
9. Studi Banding, University of Queensland, Australia, 2002.
10. Field Study, Magister Ilmu Lingkungan UNDIP, Singapore and Malaysia, 2002.
11. Cleaner Production in Taiwan, Dep. Perindustrian dan Perdagangan, 2004
12. Second Regional Symposium on Environmental and Natural Resources, Kuala Lumpur -Malaysia, March 2005.
13. EU-China Eco-industrial Park Network Training, Shanghai/Hangzhou - China, Ag-Sept 2005.
14. China-EU Forum on Sustainable Development, Beijing – China, September 2005.

11. LAIN-LAIN

1. Sekretaris Panitia Pendirian Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP
2. Anggota Panitia Pendirian Program Magister Teknik Kimia UNDIP
3. Anggota Panitia Pendirian Program Doktor Ilmu Lingkungan UNDIP
4. Anggota Dewan Redaksi Jurnal Reaktor, Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP
5. Anggota Dewan Redaksi Majalah Teknik FT UNDIP
6. Ketua Dewan Redaksi Jurnal Ilmu Lingkungan, MIL UNDIP
7. Pendiri dan Pemimpin Redaksi Jurnal Teknik Kimia Indonesia (Indonesian Journal of Chemical Engineering) tahun 2003-2004, sekarang sebagai Mitra Bestari Jurnal Teknik Kimia Indonesia
8. Anggota Dewan Redaksi Jurnal Teknologi Proses Kimia, Jur. Teknik Kimia FT UMS
9. Anggota Dewan Redaksi Jurnal Teknik Kimia UNSRI

12. PENGHARGAAN

1. Prix Mahar Schutzenberger sebagai Peneliti Terbaik dari Asosiasi Persahabatan Indonesia Prancis, Prancis, 1994
2. Dosen Teladan I Fakultas Teknik UNDIP, 1997
3. Dosen Teladan II UNDIP, 1997
4. Satya Lencana Karya Satya 10 Tahun.