



**EFISIENSI PEMBUATAN STANDAR SAMPLE HEAVY ELEMENT DI AREA  
CHEMICAL LABORATORY PT. QWERTY YANG DAPAT MEREDUKSI VOLUME  
LIMBAH, WAKTU DAN BIAYA PRODUKSI**

**Agus Adriansyah<sup>1)</sup>, Sri Lestari<sup>2)</sup>**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pelita Bangsa  
[agus.andriansyah@pelitabangsa.ac.id](mailto:agus.andriansyah@pelitabangsa.ac.id)

---

**Abstract**

Limbah B3 merupakan salah satu yang menjadi perhatian setelah pesatnya berkembang industri masa kini. *Lean system* merupakan metode yang mengedepankan efektifitas dan efisiensi suatu perusahaan dengan cara mengurangi *lead time* dan meningkatkan *output* dengan menghilangkan pemborosan. *Chemical Laboratory* merupakan salah satu penyumbang limbah B3 diperusahaan PT QWERTY yaitu dalam proses pembuatan standar sample *heavy element*. Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif yang efektif untuk dapat diambil dalam upaya pengontrolan volume limbah B3 dalam proses pembuatan standar sample *heavy element*, dan meminimalisasi limbah B3 dalam mengendalikan pencemaran lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif, dengan cara melakukan wawancara dan data-data arsip laboratorium. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode pembuatan standar kerja *heavy element* yang dilakukan sebelumnya tidak efisien dan tidak efektif dengan total limbah B3 yang dihasilkan **216 Liter/tahun**, waktu pembuatannya pun mencapai 6 jam dalam satu kali pembuatan, dimana waktu kerja personel laboratorium hanya 8 jam perhari. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pembelian standar (*inventory*) mencapai **144 juta rupiah** pertahun.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektifitas dan meminimalisir volume limbah B3 di laboratorium dibuat sebuah perubahan pada proses pembuatan standar sampel dengan menggunakan *Mix Element* induk standar yang konsentrasinya lebih rendah. Limbah yang dihasilkan dengan metode ini mampu berkurang hingga **24 Liter/tahun**. Waktu pembuatan standar kerja hanya memakan waktu **1,5 jam** dalam sekali pembuatan. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pembelian standar (*inventory*) pun hanya **42 juta rupiah** pertahun. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa pelaksanaan metode pembuatan standar baru berhasil **76.92%** dengan mengurangi waktu pembuatan standar kerja, mengurangi biaya operasional dan biaya pengolahan limbah, serta mengurangi volume limbah B3 yang dihasilkan

---

**Informasi Artikel**

Diterima : 5 Juli 2019

Direvisi : 5 Agustus 2019

Dipublikasikan : 16 September 2019

---

**Keywords**

*Heavy Element, Lean Sistem, Limbah B3, Standar Kerja*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri saat ini telah memberikan sumbangan besar terhadap perekonomian negara Indonesia. Di lain pihak hal tersebut juga memberi dampak pada lingkungan akibat buangan industri. Efisiensi bahan dan energi dalam pemanfaatan, pemrosesan, dan daur ulang, akan menghasilkan keunggulan kompetitif dan manfaat ekonomi (Hambali, 2003).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun pasal 4 menyebutkan "Setiap orang yang melakukan kegiatan pengelolaan B3 wajib mencegah terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup."

Perencanaan produksi sangat menentukan dalam mengukur kemampuan perusahaan untuk menyediakan produk yang dibutuhkan. Saat merencanakan produksi, setiap bagian dari proses produksi harus dapat memperhitungkan kemampuan dan keterbatasan sumberdaya yang dimilikinya. Air limbah Industri yang berasal dari Laboratorium merupakan sumber pencemaran air yang sangat potensial. Dikarenakan pada konsentrasi yang tinggi, limbah tersebut dapat menyebabkan kontaminasi bakteriologis dan beban *nutrien* berlebihan (*euthrophication*). Limbah industri terbagi menjadi dua yaitu limbah organik dan inorganik. Industri kimia berbahaya mengeluarkan limbah berbahaya yang mengandung elemen yang bersifat racun (*toxic material*) serta logam berat yang bersifat toksik atau racun.

Masalah limbah menjadi perhatian serius dari masyarakat maupun pemerintah Indonesia, khususnya sejak dekade terakhir ini terutama akibat perkembangan industri yang merupakan tulang punggung peningkatan perekonomian Indonesia. Peraturan – peraturan tentang masalah ini telah banyak dikeluarkan karena masalah limbah semakin meningkat dan tersebar luas di semua sektor. Undang – undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengolahan Lingkungan Hidup (menggantikan UU No. 4/1982), menempatkan masalah bahan dan limbah berbahaya sebagai salah satu perhatian utama, akibat dampaknya terhadap manusia dan lingkungan bila tidak dikelola secara baik. Penanganan limbah merupakan suatu keharusan guna terjaganya kesehatan manusia serta lingkungan pada umumnya namun pengadaan dan pengoperasian sarana pengolahan limbah

ternyata masih memberatkan bagi sebagian industri..

PT QWERTY adalah suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang mainan. PT QWERTY, memproduksi boneka dan mobil mainan dari mulai bahan baku sampai menjadi boneka dan mobil mainan yang siap dipasarkan. Perusahaan manufaktur kerap kali menerapkan lean manufacturing untuk mengoptimasi performansi sistem pada proses produksi akibat aktifitas- aktifitas *waste* yang timbul. Untuk memastikan produknya terbebas dari kandungan Logam Berat (*Heavy Element*). Tidak semua bahan baku yang didapat dari suplier memiliki sertifikat tersebut, sehingga PT QWERTY memiliki laboratorium kimia yang berfungsi mengawasi kualitas dari produk yang dihasilkan mulai dari *raw material* hingga produk jadi. Laboratorium kimia saat ini beroperasi delapan jam selama enam hari kerja dengan jumlah karyawan sebanyak tiga orang.

Di Laboratorium Kimia memiliki satu mesin ICP dan satu mesin GCMS, mesin ICP merupakan instrument yang berfungsi menganalisis hasil logam berat dari sample/ produk yang telah dipreparasi melalui proses kimiawi. Oleh karena itu, dalam kesempatan tugas akhir ini akan dilaksanakan suatu kajian mengenai Minimalisasi volume limbah B3 dalam pembuatan standard kerja *heavy element* di *area chemical laboratory* PT. QWERTY, yang berdasarkan pengamatan sebelumnya terlihat adanya ketidak lancaran dari proses pembuatan *standard* kerja karena ditemukan proses yang kurang efisien digunakan untuk tiga orang teknisi di dalam satu laboratorium kimia ini karena waktu kerja per hari hanya delapan jam kerja sehingga pengendalian *output (volume)* pada saat pembuatan *standard sample* limbah yang dihasilkannya kurang terkendali.

## II. METODOLOGI

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

ICP-OES; *Finn pipette* 100-1000  $\mu\text{L}$  & 0.5-5 mL; *Volumetric pipette*; Labu ukur 50 mL dan 100 mL; Pippet tetes; *Beaker Glass*; *Stopwatch*.

HNO<sub>3</sub> pekat; HCl pekat; Larutan Standar *Heavy Element* : Arsenic (As) standard solution, Barium (Ba) standard solution, Cadmium (Cd) standard solution, Chromium (Cr) standard solution, Lead (Pb) standard solution, Antimony (Sb) standard solution, Selenium (Se) standard solution, Mercury (Hg)

standard solution, Aluminum (Al) standard solution, Tin (Sn) standard solution, Zinc (Zn) standard solution, Cobalt (Co) standard solution, Boron (B) standard solution, Copper (Cu) standard solution, Manganese (Mn) standard solution, Strontium (Sr) standard solution, Nickel (Ni) standard solution, Molybdenum (Mo) standard solution; Aquadest (nilai Conductivity <math><5\mu\text{S}/\text{cm}</math>); Aurum (Au) standard solution; Mix Solution standard dari Accu.

**2.2 Prosedur Standar Sampel Metode Lama**

Beberapa tahap dalam pembuatan standar sampel diantaranya membuat standar baku induk, *standard primer* 100 ppm *single element*, larutan standar kerja mix elemen 10 ppm, serta deret *standard* dengan menggunakan menggunakan pipet dengan konsentrasi perelement yang sudah ditentukan untuk dimasukan kedalam labu ukur 100 mL menggunakan pipet. Kemudian di *top up* (tanda bataskan) menggunakan aquades yang sudah di tambah HNO<sub>3</sub> pekat atau menggunakan HCl pekat. Catat pembuatan Induk standar Total Logam berat Beri label standar. Larutan dapat digunakan selama 1 minggu.

**2.3 Prosedur Standar Sampel Alternatif**

Aktifitas selanjutnya yaitu menyiapkan lima buah labu ukur 100 mL yang sudah di bilas dengan menggunakan aquadest sebanyak tiga kali, Labu ukur yang dipersiapkanakan digunakan untuk membuat deret standar kerja dan ICC.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pengendalian Limbah Standar Kerja**

Limbah pembuatan standar kerja *heavy element* yang dihasilkan dalam sekali pembuatan berkisar 4500 mL. Limbah tersebut ditampung di dalam penampung khusus limbah bahan kimia cair berbahaya kemudian dicatat data pengumpulan dan pembuangan limbah B3. Penampung khusus limbah cair B3 tersebut harus selalu tertutup sehingga meminimalisir resiko uap limbah terhirup oleh user.

Data pengumpulan dan pembuangan limbah B3. Penampung khusus limbah cair B3 tersebut harus selalu tertutup sehingga meminimalisir resiko uap limbah terhirup oleh user.

**3.2 Pengendalian Limbah Standar Kerja**

Data limbah cair B3 diperlukan sebagai pembandingan penggunaan dan pembuatan standar sampel pada pemberlakuan proses pembuatan standar sampel baru (*improvement*) dari metode lama. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui perbandingan jumlah penggunaan standar. Berikut adalah hasil analisa proses pembuatan standar kerja metode lama berbanding metode baru:

Tabel 1. Volume limbah dari penggunaan standar dengan menggunakan metode lama dan metode baru (*improvement*)

No	Limbah Cair B3	Metode Lama	Metode Baru
1	Satu kali pembuatan (dalam seminggu)	4500 mL	500 mL
2	Satu bulan (empat kali pembuatan)	18000 mL	2000 mL
3	Satu tahun	216000 mL	24000 mL
Selisih Limbah		216000 mL - 24000 mL = 192000 mL	

Dari tabel diatas, dapat dibandingkan bahwa menggunakan metode lama total limbah cair mencapai 216000 mL sedangkan menggunakan metode baru dalam pembuatan standar kerja limbahnya mencapai 24000 mL. Dari hasil analisa tersebut, metode baru hasil *improvement* lebih efektif dari pada menggunakan metode lama dikarenakan metode baru dapat mengurangi beban limbah B3 dalam pembuatan standar kerja *heavy element* yaitu sebanyak 192000 mL.

**3.3 Pengendalian Limbah Standar Kerja**

Dalam upaya meminimalisasi limbah B3 dalam pembuatan *standard* kerja *heavy element* di *area chemical* laboratorium PT. QWERTY, maka dilakukan perhitungan waktu (*cycle time*) pembuatan standar kerja, jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian *standard solution heavy element*, dan biaya yang dikeluarkan untuk mengolah limbah B3 yang dihasilkan. Berikut data yang diperoleh dari penelitian ini

**3.3.1 Waktu Pembuatan Standar Kerja**

Berikut data yang diperoleh dengan menggunakan *stopwatch* perhitungan waktu

metode lama dalam pembuatan standar primer dari 1000 PPM:

HEAVY ELEMEN T	KOMPONEN PEMIPETAN	CYCLE TIME (MENIT)
As	Mix B	5
Ba	Mix B	5
Cd	Mix A	5
Cr	Mix A	5
Pb	Mix A	5
Al	Mix B	5
Cu	Mix B	5
Sb	Mix B	5
Se	Mix B	5
Hg	Mix A	5
Sn	Mix A	5
Zn	Mix B	5
Sr	Mix A	5
Ni	Mix B	5
B	Mix B	5
Mn	Mix B	5
Mo	Mix A	5
Co	Mix B	5
Jumlah Waktu		90

Berikut data yang diperoleh dengan menggunakan *stopwatch* perhitungan waktu metode lama dalam pembuatan standar sekunder

Standar Sample	mix A		mix C		Hg		CYCLE TIME (MENIT)
	Dipipet	Konsentrasi	Dipipet	Konsentrasi	Dipipet	Konsentrasi	
STD 1	0.5	0.05	1	0.1	0.05	0.05	15
STD 1A			5	0.5			15
STD 2	1	0.1	10	1	0.1	0.1	15
STD 3	5	0.5	50	5	0.5	0.5	15
Jumlah Waktu							60

Pembuatan standar *heavy element* terbilang membutuhkan waktu yang cukup lama. Ini dikarenakan jumlah elemen yang terkandung didalam satu standar sebanyak 18 elemen, ditambah 18 elemen lagi dari *brand* atau nomor lot yang berbeda sebagai pembanding. Jadi, *user* membutuhkan sekitar 36 elemen. Dan ke- 18 elemen ini harus dipipet masing-masing ke dalam labu yang sudah ditentukan. Dengan metode lama waktu yang dibutuhkan untuk memipet 18 elemen ini mencapai 180 menit, sedangkan dengan metode baru hanya membutuhkan waktu 90 menit. Setelah dipipet dan dilarutkan, tujuh elemen dari 18 elemen tersebut harus dipipet dan dijadikan larutan standar *intermediet* atau yang sering disebut standar MIX A. Sisa dari 11 elemen yang belum tercampur tersebut harus dipipet dan dijadikan larutan standar *intermediet* juga atau yang sering disebut standar MIX B, dimana standar *intermediet* /sekunder ini akan digunakan untuk pembuatan deret standar kerja. Jika dihitung keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan standar kerja dengan metode lama mencapai 270 menit, sedangkan dengan metode lama hanya 75 menit. Waktu pembuatan standar kerja dengan metode baru bisa dihemat hingga 195 menit. Standar ini dibuat satu kali dalam satu minggu. Yang perlu diperhatikan apabila terjadi kesalahan dalam pemipetan maka harus diulang pembuatan standar kerjanya, agar hasil pembuatan standar bisa terbaca linear oleh mesin ICP. Jadi selama setahun pembuatan standar kerja mencapai 48 kali pembuatan. Berikut tabel waktu pembuatan standar kerja: Tabel 2. Cycle Time pembuatan standar dengan menggunakan metode lama dan metode baru

No	Cycle Time Pembuatan Standard	Metode Lama	Metode Baru
1	<i>Individual Standard</i> 100 ppm	90 menit	
2	<i>MIX Standard</i> 10 ppm	45 menit	
3	<i>Working Standard Series</i>	60 menit	45 menit
4	Total Cycle Time	195 menit	45 menit

Note : Pembuatan larutan standard kerja sekali pembuatan tanpa ICC.

### 3.3.2 Biaya Pembelian Standart solution Heavy element

*Standard solution Heavy element* yang dijual dipasaran terdiri dari banyak *brand* dengan tingkatan kualitas tertentu. Dalam hal ini user menggunakan *brand* Merk dengan *ICP grade*. *Standard solution Heavy element* yang ditawarkan oleh Merk dengan *ICP grade single element* dalam bentuk botol 100 mL dengan konsentrasi 1000 ppm dengan harga Rp. 4.000.000 perbotol.

Untuk membuat standar kerja dengan kandungan 18 elemen diperlukan 18 elemen standar dan 18 element lagi yang berbeda lot/*brand* untuk di buat ICC, yang berarti jumlah *standard solution* yang dibutuhkan mencapai 36 botol.

Sedangkan setelah mencari *brand* yang menjual *standard solution heavy element Mix* dengan konsentrasi awal lebih kecil yaitu 100ppm dengan *brand* Accu dengan harga per botol dengan kapasitas 100 mL yaitu Rp. 7.000.000 , 00.

Tabel 3. Biaya yang dibutuhkan dalam Pembuatan Standar dengan Menggunakan Metode Lama dan Metode Baru

Metode	Cost @1 Year
Lama	Rp 144.000.000,-
Baru	Rp 42.000.000,-
<b>Saving</b>	<b>Rp 102.000.000,-</b>

### 3.4 Biaya Pengolahan Limbah B3

Tabel 4. Harga Pengolahan Limbah

No	Kegunaan Limbah B3	Jasa Pengolahan	Harga Pembuangan
1	Dirty Solvent	Multi Hana Kresindo (MHK)	Rp 200.000,-
2	Used Chemical	Prasadha Pemusnah Limbah Indonesia (PPLI)	Rp 700.000,-

Limbah B3 cair laboratorium dari hasil pembuatan standar kerja *heavy element* menggunakan metode lama menyumbang sekitar 2% dari 1 drum (Kapasitas 200 kg) pembuangan limbah yang jika dikonversi dalam bentuk rupiah sebesar Rp. 14.000. Jika dikalkulasikan dalam jangka waktu satu tahun

maka biaya pengolahan mencapai Rp. 728000. Dengan metode baru, limbah yang dihasilkan berkurang menjadi 1.7% yang jika dikonversi dalam bentuk rupiah sebesar Rp. 11.900 atau Rp. 618800 per tahun. Dalam hal ini metode baru mampu menghemat volume limbah sebesar 0.3% yang jika dikonversi dalam bentuk rupiah sebesar Rp. 2.100 untuk setiap satu kali pembuatan standar kerja *Heavy element*. Dalam satu tahun terdapat 52 minggu maka dapat dihitung penghematan volume limbah B3 dalam pembuatan standar sampel yang telah dilakukan dapat menghemat biaya pengolahan limbah sebanyak Rp. 109200,-.

### IV KESIMPULAN

Berdasarkan dari Penelitian di PT. QWERTY dapat disimpulkan :

1. Dengan menggunakan metoda baru (*alternative*), maka volume limbah cair B3 yang dihasilkan terminimalisir menjadi lebih sedikit. Dengan selisih 192000 mL per tahun, dengan waktu pembuatan yang lebih cepat hanya 45 menit dan dapat menghemat biaya produksi sebesar 102.000.000 rupiah.
2. Limbah cair B3 yang dihasilkan dari pembuatan standar sample sebelum *improve* cukup banyak berkisar 216.000 mL pertahunnya, hal tersebut menandakan adanya *over* proses dalam pembuatan standar sampel yang bisa dihilangkan, sehingga *user* mampu menangani dengan sangat baik upaya untuk meminimalisir dan mengontrol limbah cair B3 di laboratorium.
3. Metoda baru menghilangkan proses pembuatan deret standar primer dan sekunder dengan merubah konsentrasi larutan induk yang awalnya *single element* dirubah langsung menggunakan *mix element* dengan menggunakan *brand* lain, sehingga memudahkan *user* dalam membuat deret standard sampel. Tingkat efektivitas waktu pembuatannya pun mencapai 76.92% serta menghemat biaya produksi mencapai 70.83%..

### V. DAFTAR PUSTAKA

Cartwright, C. D., Thompson, I. P., & Burns, R. G. (2000). *Degradation and impact of phthalate plasticizers on soil microbial communities.*

- Environmental Toxicology and Chemistry
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengolahan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya
- Graham P.R. 1973. *Phthalate ester plasticizers: why and how they are used*. Environ. Health Perspect., 3: 3-12.
- Jobling et al. (1995): *Environmental Health Perspectives*. Vol 103
- Kurniawan, dan kawan-kawan 2017. *Uji Kualitatif Bisphenol A dan Diethylhexyl Phthalate Menggunakan Teknik GC/MS Berdasarkan Perhitungan Isotop Rasio dan Indeks Retensi*. FMIPA. UI
- Larastika, Widya. 2011 *Studi Awal Karakterisasi dan Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Universitas Indonesia (Studi Kasus : Beberapa Laboratorium di FT, FMIPA, FK dan FKG*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Malayadi, F. 2017. *Karakteristik Dan Sistem Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Laboratorium Universitas Hasanudin*. Makasar
- McKusick, B. C. 1981. *Prudent Practices for Handling Hazardous Chemical in Laboratories*. Science
- Mia Azamia. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr Dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Kimia. UI
- Pant N, Shukla M, Kumar Patel D, Shukla Y, Mathur N, Kumar Gupta Y, et cetera all. *Correlation of phthalate exposures with semen quality*. Toxicol and Appl Pharmacol. 2008;231(1):112–116.
- Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Sugiharto, 1987, *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Jakarta, UI Press.
- Undang – Undang Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009. *Tentang Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup*. Jakarta; Kementerian Lingkungan Hidup.
- Wardhana, 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta
- Sumardjo, Damin. 2006. *Pengantar Kimia : Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Jakarta : EGC.
- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metals in Soils* Blackie Academic & Professional.London
- Widowati W, Sastiono A, Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam:Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi Offset Yogyakarta.
- (Riyanto.2018. *Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3)*. Yogyakarta.)
- Peraturan Pemerintah Nomor No. 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.