



STUDI PENGARUH *VOLUME TUNGSTEN* TERHADAP OPTIMALISASI BIAYA PROSES *CARBON ANALYZER* DI *PT.XYZ*

Dibyو Setiawan^{1*}, Rayhan Aliva Vitra Handy², Cahyo Wibowo², Apri Wiyono³, Fisika Prasetyo Putra⁴, Kardian Rinaldi⁵.

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

³Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

⁵Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi:

*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
dibyو.setiawan@polban.ac.id

ABSTRAK

PT XYZ merupakan suatu perusahaan *joint venture*, terdapat 2 (dua) macam proses produksi, yaitu Proses *Casting* dan Proses *Machining*, dalam proses produksi *Casting*, tersedia produk *FC (Ferro Casting)*, *FCD (Ferro Casting Ductile)* dan dapat juga melaksanakan proses *Machining*, *Assembling* serta *Metal Forming*. Penghargaan yang telah diperoleh *Cost Reduction Program*, *Good Delivery Performance*, *Good Cost Performance*, dan Kategori Proses. Salah satu fokus terkait *Cost Reduction Program* bertujuan optimalisasi konsumsi dan biaya penggunaan *tungsten*, serta biaya tenaga kerja. Kegiatan merupakan kontribusi akademisi memberikan rekomendasi bagi *PT.XYZ* dalam rangka menyelesaikan masalah di Industri. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan optimalisasi proses *carbon analyzer* di *PT.XYZ* menggunakan pendekatan eksperimental dengan pemberlakuan *volume tungsten* pada setiap tahap eksperimen. Tahapan meliputi penyiapan alat, peralatan dan sampel, proses penimbangan dan pencampuran, proses *treatment carbon analyzer*, analisis hasil eksperimen dan kalkulasi reduksi biaya dan menyusun kesimpulan. Eksperimen yang diterapkan diantaranya *volume* 0, 0,75, 1,5 dan 1,8 Gram pada *Treatment Carbon Analyzer*. Hasil kegiatan diperoleh bahwa semakin banyak penggunaan *volume tungsten* pada proses *carbon analyzer*, dapat mengurangi waktu pengerjaan yang dibutuhkan oleh mesin *carbon analyzer* sebanyak 3 (tiga) detik. Penggunaan *tungsten* 0,75gram ($\frac{1}{2}$ dari *standard*) lebih efektif mampu menghemat biaya penggunaan *tungsten (Cost Reduction)*. Selanjutnya terkait dengan penghematan, dengan menggunakan penerapan *tungsten* 0,75gram dapat menghemat biaya sebesar Rp 14.149.779/bulan dan penghematan biaya tenaga kerja sebesar 250.000/bulan.

Kata kunci: *tungsten*, *CRP*, *EMIA*

ABSTRACT

PT Assembly and Metal Forming. Awards have been received for the Cost Reduction Program, Good Delivery Performance, Good Cost Performance, and Process Categories. One of the focuses related to the Cost Reduction Program aims to optimize tungsten consumption and usage costs, as

well as labor costs. The activity is academics providing recommendations for PT.XYZ to solve problems in the industry. The method used in carrying out carbon analysis process optimization activities at PT. Stages include preparing tools, equipment, and samples, weighing and mixing processes, carbon analysis processing, experimental results and cost reduction calculations, and drawing up conclusions. The experiments applied included volumes of 0, 0.75, 1.5, and 1.8 grams on the Carbon Analyzer Treatment. The results of this activity show that the greater the volume of tungsten used in the carbon analyzer process, the more processing time required by the carbon analyzer machine can be reduced by 3 (three) seconds. Using 0.75 grams of tungsten ($\frac{1}{2}$ of the standard) is more effective in saving costs for using tungsten (Cost Reduction). Furthermore, related to savings, using 0.75-gram tungsten can save costs of IDR 14,149,779/month and save labor costs of IDR 250,000/month.

Keywords: Wolfram, CRP, EMIA

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan suatu perusahaan *joint venture*, pada PT. XYZ tersedia 2 (dua) macam proses produksi, yaitu Proses *Casting* dan Proses *Machining*. Perusahaan yang terletak di Provinsi Jawa Barat memproduksi komponen mobil seperti *Flywheel*, *Rocker Arm*, *Brake Drum*, *Retainer*. Dalam proses produksi *Casting*, tersedia produk *FC (Ferro Casting)*, *FCD (Ferro Casting Ductile)* dan dapat juga melaksanakan proses *Machining*, *Assembling* serta *Metal Forming*. PT.XYZ telah menerapkan sistem penjaminan mutu seperti *SGS ISO (ISO/TS 16949 : 2009)* merupakan seri *ISO* untuk *automotive management system*, *PSB-ISO (ISO 14001:2004)* merupakan Sistem Manajemen Lingkungan [1], *PSB-ISO (OHSAS 18001:2007)* OHSAS 18001—merupakan standard Internasional untuk penerapan Sistem Manajemen Kesehatan & Keselamatan Kerja atau biasa disebut Manajemen K3 [2]. PT. XYZ telah memperoleh berbagai penghargaan antara lain *Cost Reduction Program*, *Good Delivery Performance*, *Good Cost Performance*, dan Kategori Proses. Berbagai penghargaan tersebut tentunya produk atau jasa yang tersedia dapat diterima oleh masyarakat khususnya bidang usaha manufaktur otomotif [3]. Fasilitas yang mumpuni seperti fasilitas produksi bagian *Melting*, *Sand Mold Casting*, *Metal Forming*, *Machining and Assembly* dan fasilitas pengembangan seperti *Regrinding Tool*, *Uni Graphics*, *3D Camera*, *CMM Machine*, *Pattern Machine*.

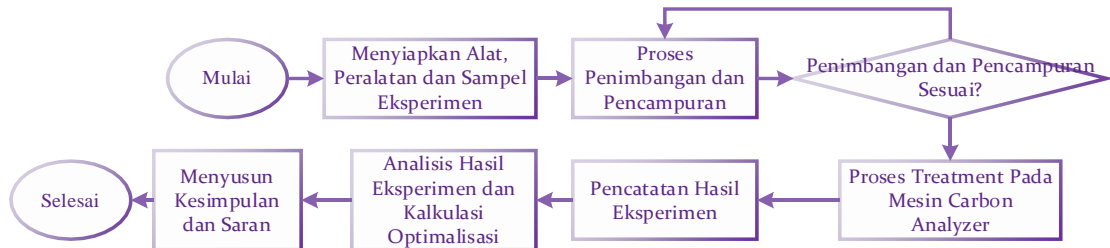
Salah satu *Cost Reduction Program* [4] di PT. XYZ yaitu optimalisasi biaya penggunaan tungsten pada proses *carbon analyzer*. Kegiatan kajian sejenis telah dilaksanakan oleh peneliti dalam rangka identifikasi studi terdahulu antara lain: Qin Zhou dkk. dengan judul *Distribution Feeder Reconfiguration for Operation Cost Reduction* menjelaskan algoritma konfigurasi ulang *feeder* baru untuk tujuan mengurangi biaya pengoperasian dalam lingkungan operasi real-time. Metodologi yang dikembangkan pendekatan berbasis heuristik. Harapannya mampu meminimalkan biaya operasi selama periode waktu tertentu dari pada titik operasi tetap. Algoritma yang dikembangkan telah di implementasikan sebagai perangkat lunak tingkat produksi. Hasil pengujian pada *feeder* distribusi *PG&E* menunjukkan bahwa kinerja perangkat lunak ini efisien dan tangguh [5].

LCDR Michael E. Kenney, dengan Judul *Cost Reduction Through the Use of Additive Manufacturing (3D Printing) and Collaborative Product Lifecycle Management Technologies to Enhance the Navy's Maintenance Programs* mengkaji potensi manfaat biaya dari penggabungan manufaktur aditif (*AM*), yang umumnya dikenal sebagai pencetakan *3D*, dan perangkat lunak manajemen siklus hidup produk kolaboratif (*CPLM*) ke dalam aktivitas pemeliharaan ini. Bukti konsep ini dikembangkan untuk menerapkan *AM* dan *CPLM* yang ada dan beberapa model proses pemeliharaan untuk mengukur potensi manfaat. Perkenalkan teknologi *AM* dan *CPLM* ke dalam proses manufaktur saat ini, skenario nosional menunjukkan hasil positif dan menunjukkan pengurangan waktu siklus yang signifikan dan potensi penghematan biaya sebesar \$1,49 miliar per tahun [6].

Berdasarkan hal tersebut kegiatan yang dilakukan terkait *Cost Reduction Program* dilakukan dengan serangkaian penelitian yang bertujuan optimalisasi konsumsi dan biaya penggunaan tungsten, serta biaya tenaga kerja. Kegiatan ini merupakan kontribusi akademisi memberikan rekomendasi bagi PT. XYZ dalam *Improvement* dengan berkolaborasi dengan akademisi dalam rangka menyelesaikan masalah di Industri.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan optimalisasi proses *carbon analyzer* di PT. XYZ menggunakan pendekatan eksperimental dengan pemberlakuan *volume tungsten* pada setiap tahap eksperimen, dalam rangka memperoleh *volume* optimal penggunaan *tungsten* serta dampak terhadap pembiayaan dalam 1 (satu) bulan, berikut diagram alir kegiatan yang dilaksanakan:



Gambar 1. Diagram alir kegiatan

Berdasarkan diagram alir kegiatan di jelaskan sebagai berikut:

2.1 Penyiapan alat, peralatan dan sampel eksperimen

Alat yang digunakan dalam kegiatan tersebut menggunakan mesin *carbon analyzer Horiba EMIA Pro* [7]. *Carbon analyzer* merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa kandungan *Carbon (C)*, *Sulfur (S)*, *Oksigen (O₂)*, *Nitrogen (N)*, dan *Hidrogen (H)* dalam logam, batuan dan keramik [8]. *Carbon Analyzer* dari produk *Horiba Scientific* jenis *EMIA (Element Material Infrared Analyzer) – Pro* yang mampu mendeteksi kandungan karbon pada besi dengan teknologi *Non-Dispersive Infrared (NDIR)* [9]. Mesin ini menggunakan sistem teknologi sensor *infrared* setelah melewati sistem pembakaran. Selain itu, sistem pembersihan otomatis tersedia untuk memudahkan dan memperpanjang usia pakai, dapat terintegrasi langsung dengan komputer yang sudah di instal dengan aplikasi dari pabrikan, sehingga pengoperasian lebih mudah dan juga data yang diterima dapat terukur [10].



Gambar 2. Mesin Carbon Analyzer Horiba

Cara kerja dari mesin *carbon analyzer Crucible* sampel dan *accelerator* diletakan di *Crucible stand*, mesin, mesin melakukan pembersihan secara otomatis dengan menggunakan oksigen (O_2) dengan kemurniaan 95.99, layar deteksi menunjukkan *Purge* selama 10 detik, selanjutnya mesin memanaskan sampel dengan pembakaran *coil* induksi. Hasil pembakaran sampel dan *accelerator* menghasilkan gas dan senyawa *CO* (karbon monoksida), *CO₂* (karbon dioksida), *SO₂* (sulfur dioksida), *H₂O* (Air). Gas yang tersaring pada *dust filter* untuk menghilangkan kandungan *H₂O* (Air) menggunakan *magnesium perchlorate*. Gas sisa *CO*, *CO₂*, dan *SO₂* dideteksi oleh *NDIR* (sensor inframerah). Selanjutnya komputer mengkalkulasikan data secara terperinci dan hasilnya ditampilkan dalam satuan persen (%) melalui layar monitor. Peralatan lainnya yang disediakan seperti *Crucible Ceramic* dan *Crucible Tong* seperti pada gambar 3 diperuntukkan dalam proses peleburan logam pada proses pengecoran (*casting*) [11]. Material dasar terbuat dari keramik atau logam dengan fungsi meleburkan material logam dan paduannya pada temperatur tinggi [12].



Gambar 3. Crubicle Ceramic dan Crubicle Tong

Komposisi yang dimasukkan ke dalam Crubicle Ceramic sebelumnya telah di timbang. Penimbangan aktual setiap komposisi campuran diukur dalam rangka memperoleh berat seperti ilustrasi pada gambar 4. Adapun komposisi seperti *tungsten*, dengan lambang (*W*) nomor atom (74). Proses *carbon analyzer*, *tungsten* membantu proses penguapan logam untuk dideteksi kandungan *carbon* dengan sinar infra merah dan sebagai elemen pemanas. *Tungsten* bereaksi lambat saat awal, namun pada temperatur 400-500⁰C, *tungsten* mulai memanans dan bereaksi cepat terhadap pembentukan panas [13]. Titik leleh berada pada temperatur 3420⁰C, titik didih 5660⁰C, dan memiliki densitas 19,3 g/cm³.



Gambar 4. Timbangan Digital, tungsten,

Tungsten berdampak racun bagi manusia, apabila terhirup, kontak kulit, atau tertelan dapat menyebabkan *kanker* dan efek negatif lainnya bagi kesehatan [14]. Karena hasil *carbon analyzer* dianggap dapat mencemari lingkungan dan berbahaya (limbah B3) maka di sediakan wadah khusus tempat pembuangan sementara sebelum di kirim ke penyedia proses limbah B3 seperti ditunjukkan pada gambar 5. Timah atau *Tin* pada gambar 5 merupakan logam perak, sekelompok dengan *carbon* dengan simbol pada tabel periodik *Sn* dan nomor atom 50. Dalam proses *carbon analyzer*, timah memiliki fungsi menurunkan viskositas, meningkatkan fluiditas, dan sebagai elemen pengaduk antara sampel dengan *accelerator*. Timah memiliki dua jenis, timah hitam dan timah putih [15].



Gambar 5. Wadah Pembuangan Crubicle Ceramic dan butiran timah

Titik leleh timah berada pada temperatur 231,96⁰C, titik didih 2270⁰C, dan massa jenis berbeda setiap warna, timah putih sebesar 7,28 g/cm³ dan timah abu sebesar 5,75 g/cm³. Struktur timah dibedakan berdasarkan warna, timah warna abu memiliki struktur *cubic*, sedangkan timah putih memiliki struktur *tetragonal*. Ketika timah abu diberi perlakuan termal 13,2⁰C, berdampak pada perubahan warna menjadi timah putih. Namun ketika timah didinginkan dibawah 13,2⁰C timah berubah warna kembali dari timah putih menjadi timah abu. Perubahan disebabkan oleh ketidakmurnian timah seperti aluminium, namun dapat dicegah apabila menambahkan antimoni atau bismut. Timah terbentuk dari kasiterit (*S_nO₂*) dengan cara

mereduksi bijinya dengan batubara didalam tungku *reverberatory*. Timah dimanfaatkan proses pelapis untuk logam lainnya dalam mecegah korosi, timah juga dapat dibentuk menjadi *aluminium foil*, selain itu timah juga dapat menjadi penyambung logam dengan menggunakan bantuan solder, dan masih banyak lagi pemanfaatan timah.

2.2 Penimbangan dan Pencampuran

Berdasarkan penjelasan tentang proses kerja dan standar penggunaan *accelerator* (timah dan *tungsten*), dapat diketahui volume yang harus dipakai. Oleh karena hal tersebut, dilakukan eksperimen penggunaan variasi *tungsten* pada proses kerja *carbon analyzer* sebagai *accelerator*. Diketahui standard penggunaan sekitar:

- Sampel = 0,5 Gram
- Tungsten* = 1,5 Gram / 1 *scoop*
- Timah (Sn) = 2 butir

Namun, kita akan menguji variasi penggunaan *tungsten* dengan sampel dan timah sesuai standard. Massa *tungsten* yang akan dipakai untuk eksperimen adalah 0 gram (tidak *tungsten*), 0,5 Gram (lebih sedikit dari standar), 1,5 Gram (standar), dan 3 Gram (lebih banyak dari standar).



Gambar 6. Sampel Eksperimen

Dalam pelaksanaan eksperimen diperlukan formulir instrumen untuk mencatat hasil uji yang dilaksanakan pada setiap tahapnya, berikut merumakan formulir instrumen yang dimaksud:

Tabel 1. Formulir pencatatan hasil eksperimen

| Level Tungsten | Jumlah Tungsten (Gram) | Pengujian Ke - | Berat (Gram) | Bentuk sampel | Jumlah SN (Gram) | C (%) | CT (detik) | Meas (detik) |
|----------------|------------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|-------|------------|--------------|
| Kosong | 0 | 1 | 0.5032 | Mix | 0.2 | | | |
| | | 2 | 0.5043 | | | | | |
| | | 3 | 0.493 | | | | | |
| Sedikit | 0.75 | 1 | 0.506 | Mix | 0.2 | | | |
| | | 2 | 0.502 | | | | | |
| | | 3 | 0.512 | | | | | |
| Standar | 1.5 | 1 | 0.516 | Mix | 0.2 | | | |
| | | 2 | 0.511 | | | | | |
| | | 3 | 0.519 | | | | | |
| Lebih | 1.8 | 1 | 0.511 | Mix | 0.2 | | | |
| | | 2 | 0.499 | | | | | |
| | | 3 | 0.496 | | | | | |

2.3 Kalkulasi Optimalisasi

Kalkulasi optimalisasi dilaksanakan dalam rangka penghematan biaya yang dikeluarkan, perlu diketahui penggunaan *tungsten* yang ekonomis, menggunakan kalkulasi matematis dengan obyek kalkulasi

penggunaan *tungsten*, biaya dan penggunaan tenaga kerja. Berikut adalah kalkulasi yang dimaksud antara lain:

Penggunaan *tungsten*

Diketahui dalam satu hari dilakukan pengujian terhadap sampel sebanyak maksimal 300 sampel, total dari setiap mesin casting dan juga setiap shift. Penggunaan *tungsten* yang dipakai 1,5 gr dan 0,75 gr setiap pengujian 1 (satu) sampel, dapat dikalkulasi sebagai berikut:

- a. Penerapan *tungsten* 1,5 gr untuk pengujian
 $1,5 \text{ gram} \times 300 \text{ Sampel} = 450 \text{ gram/Hari}$
 $450 \text{ gram/hari} \times 22 \text{ (senin – jumat)} = 9,900 \text{ gram/bulan} = 9,90 \text{ kg/bulan}$
- b. Namun bila menggunakan *tungsten* 0,75 gr dalam setiap pengujian sampel, maka :
 $0,75 \text{ gram} \times 300 \text{ sampel} = 225 \text{ gram/hari}$
 $225 \text{ gram/hari} \times 22 \text{ (senin – jumat)} = 4,950 \text{ gram/bulan} = 4,59 \text{ kg/bulan}$
- c. Dalam hal ini, bila menggunakan *tungsten* 0,75 gr setiap pengujian, maka dapat menghemat penggunaan *tungsten* sebanyak:
 $450 - 225 = 225 \text{ gram/hari}$
 $9,90 - 4,59 = 5,625 \text{ kg/bulan}$

Kalkulasi biaya penggunaan *tungsten*

Satu kemasan *tungsten* berisi sebanyak 5 lb atau setara dengan 2,27 kg, harga satu kemasan *tungsten* yang sebesar Rp 5.500.000. Oleh karena itu :

- a. Pengeluaran umum dalam penggunaan 1,5 gr/sampel:
 $2,27 \text{ Kg} \times 5 \text{ kemasan/bulan} = 11,35 \text{ Kg} - 9,90 \text{ Kg} = 1,45 \text{ kg}$
 $\text{Rp } 5.500.000 \times 5 \times 0,128 = \text{Rp } 3.513.216/\text{bulan}$
- b. Apabila penggunaan 0,75 gr/sampel:
 $2,27 \times 3 \text{ kemasan/bulan} = 6,81 \text{ kg} - 4,59 = 2,22 \text{ kg}$
 $\text{Rp } 5.500.000 \times 3 \times (2,27-2,22) = \text{Rp } 363.436/\text{bulan}$
- c. Maka, dapat menghemat pengeluaran hingga:
 Selisih kemasan $5.500.000 \times 2 = \text{Rp } 11.000.000$
 Sesisih penggunaan $\text{gr } 3,513.215 - 363,463 = 3,149,779$
 Penghematan $11.000.000 + \text{Rp } 3.149.779 = \text{Rp } 14.149.779/\text{bulan}$

Kalkulasi biaya tenaga kerja

- a. Satu orang operator untuk pengoperasian satu mesin *carbon analyzer* memiliki upah senilai Rp 8.000.000/bulan, maka:
 $\text{Rp } 8.000.000/\text{bulan} = 8.000.000 / 22 \text{ hari kerja} = \text{Rp } 363.636/\text{hari}$
 $\text{Rp } 363.636/\text{hari} = 363.636 / 8 \text{ jam kerja} = \text{Rp } 45.454/\text{jam}$
 $\text{Rp } 45.454/\text{jam} = 45.454 / 3600 \text{ detik} = \text{Rp } 12,63/\text{detik}$
- b. Oleh karena itu, Apabila dalam satu hari ada maksimal 300 sampel yang diuji menggunakan *tungsten* sebanyak 0,75 gr dan penambahan waktu 3 (detik) detik setiap sampel, maka:
 $\text{Rp } 12,63/\text{detik} \times 3 \text{ detik} = \text{Rp } 37,88/\text{sampel}$
 $\text{Rp } 37,88/\text{sampel} \times 300 \text{ sampel/hari} = \text{Rp } 11.363/\text{hari}$
 $\text{Rp } 11.363/\text{hari} \times 22 \text{ hari} = 250.000/\text{bulan}$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah pengujian yang dilakukan sebanyak 12 (dua belas) kali pengujian pada sampel 1 (satu) pcs, tiap variasi *level* penggunaan *tungsten* dilakukan eksperimen sebanyak 3 (tiga) kali untuk memperoleh hasil pendekatan. Berikut merupakan data dalam bentuk tabel dan grafik dari eksperimen sampel dimaksud:

Tabel 2. Hasil pencatatan eksperimen

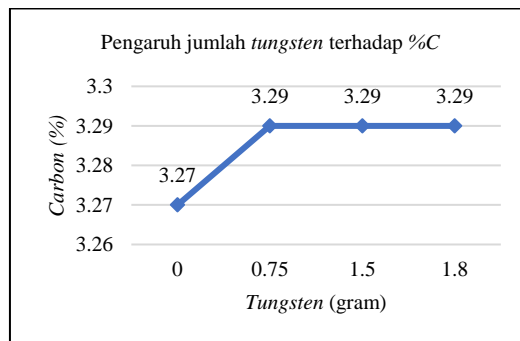
| Level Tungsten | Jumlah Tungsten (Gram) | Eksperimen Ke - | Berat (Gram) | Bentuk sampel | Jumlah Sn (Gram) | C (%) | CT (detik) | Meas (detik) |
|----------------|------------------------|-----------------|--------------|---------------|------------------|-------|------------|--------------|
| Kosong | 0 | 1 | 0.5032 | | | 3.26 | 46 | 51 |
| | | 2 | 0.5043 | Mix | 0.2 | 3.3 | 40 | 45 |
| | | 3 | 0.493 | | | 3.26 | 41 | 46 |
| Sedikit | 0.75 | 1 | 0.506 | | | 3.3 | 40 | 45 |
| | | 2 | 0.502 | Mix | 0.2 | 3.28 | 36 | 41 |
| | | 3 | 0.512 | | | 3.29 | 35 | 40 |
| Standard | 1.5 | 1 | 0.516 | | | 3.29 | 36 | 41 |
| | | 2 | 0.511 | Mix | 0.2 | 3.3 | 33 | 38 |
| | | 3 | 0.519 | | | 3.28 | 33 | 38 |
| Lebih | 1.8 | 1 | 0.511 | | | 3.3 | 30 | 35 |
| | | 2 | 0.499 | Mix | 0.2 | 3.3 | 29 | 34 |
| | | 3 | 0.496 | | | 3.28 | 34 | 39 |

Hasil pencatatan eksperimen telah diperoleh di setiap tahapannya selanjutnya dilakukan penyederhanaan dengan menghitung nilai rata-rata. Adapun nilai rata-rata data adalah sebagai berikut:

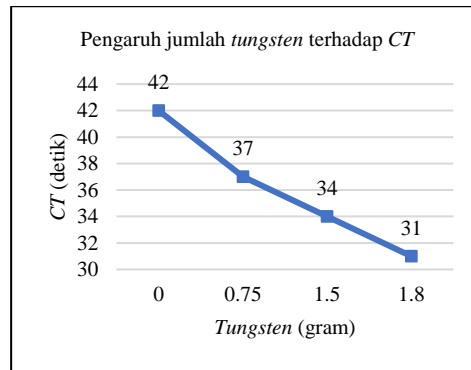
Tabel 3. Rata-rata eksperimen tungsten

| Variasi Tungsten | Batas maks. & min. hasil pengujian | | Hasil rata-rata eksperimen | | |
|------------------|------------------------------------|------|----------------------------|---------|---------|
| | High | Low | C | CT | Meas |
| | (%) | (%) | (%) | (detik) | (detik) |
| 0 | 3.3 | 3.26 | 3.27 | 42 | 47 |
| 0.75 | 3.3 | 3.28 | 3.29 | 37 | 42 |
| 1.5 | 3.3 | 3.28 | 3.29 | 34 | 39 |
| 1.8 | 3.3 | 3.28 | 3.29 | 31 | 36 |

Berdasarkan rata-rata tersebut dapat disusun kurva hubungan tungsten terhadap nilai persentase carbon (%), cycle time (detik) dan meas (detik). Berikut merupakan gambar kurva yang dimaksud antara lain:

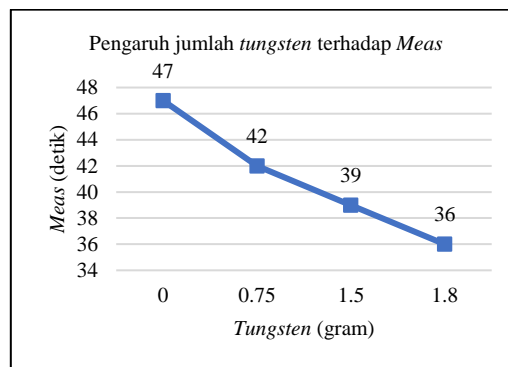
**Gambar 7. Hasil eksperimen jumlah tungsten terhadap %C**

Gambar 11 menunjukkan peningkatan nilai persentase carbon (%) dari sebelum penggunaan dan setelah digunakan tungsten. Penambahan volume menghasilkan nilai persentase carbon (%) yang sama pada setiap eksperimennya.



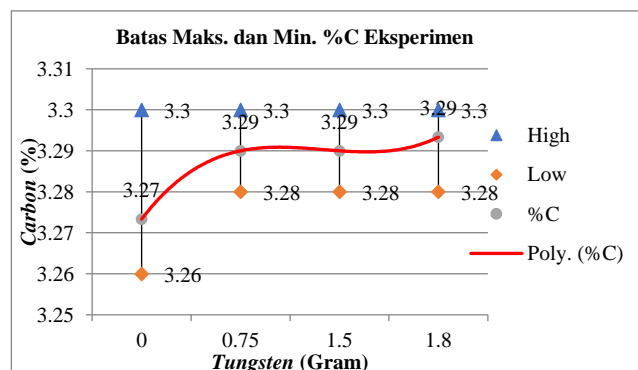
Gambar 8. Hasil eksperimen jumlah tungsten terhadap CT

Gambar 12 menunjukkan penurunan waktu (detik) dari sebelum penggunaan dan setelah digunakan tungsten. Penambahan volume menghasilkan penurunan CT (detik) pada setiap eksperimen.



Gambar 9. Hasil eksperimen jumlah tungsten terhadap Meas

Gambar 13 menunjukkan penurunan waktu (detik) dari sebelum penggunaan dan setelah digunakan tungsten. Penambahan volume menghasilkan penurunan Meas (detik) pada setiap eksperimen.



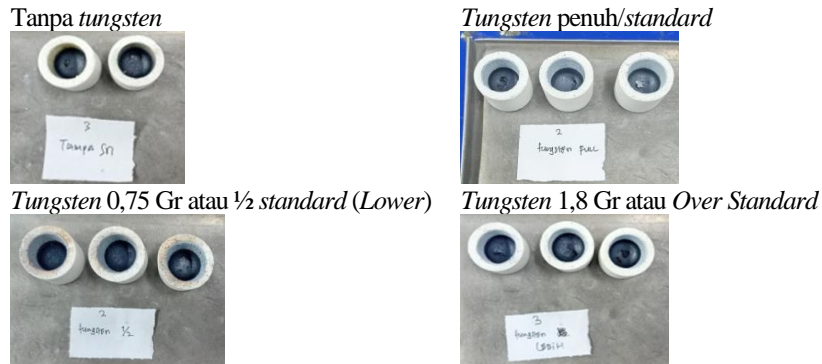
Gambar 10. Batas hasil eksperimen

Dari gambar 11, 12, dan 13 selanjutnya di kombinasikan sehingga memperoleh nilai batas minimal dan maksimal nilai persentase carbon (%C).

Penggunaan tungsten 1,8 gr (Over Standar) memiliki dampak mengurangi waktu meas/total waktu pengerjaan dan juga CT/Cycle Time rata-rata sebanyak 3 (tiga) detik dari waktu standard, selain itu penggunaan tungsten over standard tidak mempengaruhi jumlah %C dari penggunaan tungsten standard

(dalam batas toleransi). Sedangkan penggunaan tungsten 0,75 gr (Lower Standard) memiliki dampak menambah waktu meas/total waktu pengerjaan dan juga CT/Cycle Time rata-rata sebanyak 3 (tiga) detik dari waktu standard, penggunaan tungsten lower standard tidak mempengaruhi atau merubah jumlah %C dari penggunaan tungsten standard (hasil %C sama). Oleh karena itu, penggunaan tungsten 0,75 gr lebih efektif untuk menghemat penggunaan tungsten dalam pemakaian sehari-hari karena penggunaan tungsten lebih sedikit dari standard tidak mengubah %C, namun menambah cycle time dan meas selama 3 (tiga) detik.

Serangkaian kegiatan yang dilakukan, telah dilakukan dokumentasi dari sampel hasil eksperimen. Berikut merupakan hasil dokumentasi ditunjukkan pada gambar 14:



Gambar 11. Visualisasi hasil eksperimen jumlah tungsten pada cribicle ceramic

Selanjutnya terhadap hasil kalkulasi optimalisasi, disusun rekapitulasi hasil yang telah diperoleh. Adapun hasil kalkulasi optimalisasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil kalkulasi konsumsi penggunaan tungsten

| Deskripsi | Penggunaan gram/hari | Hari Kerja (hari) | Total Penggunaan kg/bulan |
|---|----------------------|-------------------|---------------------------|
| Penerapan tungsten 1,5 gr untuk pengujian 300 Sampel | 450 | 22 | 9,90 |
| Penerapan tungsten 0,75 gr untuk pengujian 300 Sampel | 225 | 22 | 4,59 |
| Hemat | | | 5,625 |

Tabel 5. Hasil kalkulasi biaya penggunaan tungsten

| Deskripsi | Biaya (Rp) / Bulan |
|--|--------------------|
| Penerapan tungsten 1,5 Gr (5 kemasan) | 3.513.216 |
| Penerapan tungsten 0,75 Gr (3 kemasan) | 363.436 |
| Selisih Biaya | 3.149.779 |
| Selisih (2 kemasan) | 11.000.000 |
| Penghematan | 14.149.779 |

Tabel 6. Hasil kalkulasi biaya tenaga kerja

| Deskripsi | Volume | Nilai (Rp) | Jumlah (Rp) |
|---------------------------------|--------|------------|-------------|
| Hari kerja /Gaji perbulan | 22 | 8.000.000 | 363.636 |
| Jam kerja /Gaji perhari | 8 | 363.636 | 45.454 |
| Jumlah detik/ Gaji perdetik | 3600 | 45.454 | 12.63 |
| Pengujian rata rata per 3 detik | 3 | 12.63 | 37.88 |
| Jumlah sampel per hari | 300 | 37.88 | 11.363 |

| | | | |
|---|----|--------|---------|
| Nilai Penghematan x hari kerja per bulan | 22 | 11.363 | 250.000 |
|---|----|--------|---------|

4. KESIMPULAN

Optimalisasi konsumsi dan biaya penggunaan *tungsten*, serta biaya tenaga kerja dalam *Cost Reduction Program* dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggunaan *volume tungsten* pada proses *carbon analyzer*, mampu mengurangi waktu pengerjaan yang dibutuhkan oleh mesin *carbon analyzer* sebanyak 3 (tiga) detik. Penggunaan *volume tungsten* lebih sedikit pada proses *carbon analyzer* dapat menambah waktu pengerjaan yang dibutuhkan oleh mesin *carbon analyzer* selama 3 (tiga) detik, namun dapat menghemat penggunaan *tungsten* sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pembelian *accelerator tungsten* dapat dioptimalisasi. Oleh karena itu, penggunaan *tungsten* 0,75gram ($\frac{1}{2}$ dari standard) lebih efektif mampu menghemat biaya penggunaan *tungsten* (*Cost Reduction*), walau menambah waktu *CT* dan *Meas* selama 3 (tiga) detik setiap eksperimen. Hal tersebut masih dapat ditoleransi karena penghematan biaya yang dapat di optimalisasi dengan efektif. Penghematan penggunaan *tungsten* sebesar Rp 14.149.779/bulan dan penghematan biaya tenaga kerja sebesar 250.000/bulan. Hasil kolaborasi kegiatan *improvement cost reduction program* telah memberikan informasi bagi *PT.XYZ* menyelesaikan masalah di industri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Multiple Training & Consulting, "Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001:2004," konsultaniso. Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: [https://konsultaniso.web.id/konsultan-iso/sistem-manajemen-lingkungan-iso-140012004/#:~:text=Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 %3A 2004 merupakan sebuah standar internasional,air%2C suara%2C atau tanah.](https://konsultaniso.web.id/konsultan-iso/sistem-manajemen-lingkungan-iso-140012004/#:~:text=Sistem%20Manajemen%20Lingkungan%20ISO%2014001%20%3A%202004%20merupakan%20sebuah%20standar%20internasional,air%2C%20suara%2C%20atau%20tanah.)
- [2] Sinergy Sukses Solusindo, "OHSAS 18001 - Sistem Manajemen K3," isokonsultindo. Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: <https://isokonsultindo.com/ohsas-18001/>
- [3] P. Q. S. Indonesia, "ISO/TS 16949: 2009, Automotive Management System," qsicertification. Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: <http://www.qsicertification.com/news/read/58/mengenal-isots-16949-2009-automotive-management-system.html>
- [4] J. Berk, "Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies," in *Cost Reduction and Optimization for Manufacturing and Industrial Companies*, 1st ed., J. Berk, Ed., United States: Wiley, 2010, p. 257. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=1Tc6YlgIMUkC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Cost+Reduction+Program+&ots=dYQ6nwCLBl&sig=_qzz9GovOdcCyqX6wRo96BNI6WU&redir_esc=y#v=onepage&q=Cost Reduction Program&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=1Tc6YlgIMUkC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Cost+Reduction+Program+&ots=dYQ6nwCLBl&sig=_qzz9GovOdcCyqX6wRo96BNI6WU&redir_esc=y#v=onepage&q=Cost%20Reduction%20Program&f=false)
- [5] Q. Zhou, D. Shirmohammadi, and W. H. Edwin Liu, "Distribution feeder reconfiguration for operation cost reduction," *IEEE Power Eng. Rev.*, vol. 17, no. 5, pp. 63–64, 1997.
- [6] U. LCDR Michael E. Kenney, "Cost Reduction Through the Use of Additive Manufacturing (3D Printing) and Collaborative Product Lifecycle Management Technologies to Enhance the Navy's Maintenance Programs," Monterey, 2013.
- [7] T. A. H. Inoue, "Feature Article," *horiba*, vol. 45, no. 0, Kyoto, pp. 1–6, Sep. 2015. doi: 10.1177/074193258901000304.
- [8] L. P. Bédard, D. Savard, and S. J. Barnes, "Total sulfur concentration in geological reference materials by elemental infrared analyser," *Geostand. Geoanalytical Res.*, vol. 32, no. 2, pp. 203–208, 2008, doi: 10.1111/j.1751-908X.2008.00881.x.
- [9] G. Daldoul, R. Souissi, F. Souissi, N. Jemmali, and H. K. Chakroun, "Assessment and mobility of heavy metals in carbonated soils contaminated by old mine tailings in North Tunisia," *J. African Earth Sci.*, vol. 110, pp. 150–159, 2015, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2015.06.004.
- [10] A. C. S. Pinto *et al.*, "Carwash wastewater treatment by micro and ultrafiltration membranes: Effects of geometry, pore size, pressure difference and feed flow rate in transport

- properties,” *J. Water Process Eng.*, vol. 17, no. November 2016, pp. 143–148, 2017, doi: 10.1016/j.jwpe.2017.03.012.
- [11] Y. Hendronursito, K. Isnugroho, and D. C. Birawidha, “Analysis of crucible performance for aluminum scrap casting at small and medium enterprises (SMEs) foundry,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 478, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/478/1/012005.
- [12] R. Przylucki *et al.*, “Analysis of the impact of modification of cold crucible design on the efficiency of the cold crucible induction furnace,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 355, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/355/1/012009.
- [13] A. M. Helmenstine, “Tungsten or Wolfram Facts.,” ThoughtCo. Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.thoughtco.com/tungsten-or-wolfram-facts-606610>
- [14] R. Hille, “Molybdenum and tungsten in biology,” *Trends Biochem. Sci.*, vol. 27, no. 7, pp. 360–367, 2002, doi: 10.1016/S0968-0004(02)02107-2.
- [15] A. M. Helmenstine, “Tin Facts (Atomic Number 50 or Sn).,” ThoughtCo. Accessed: Nov. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.thoughtco.com/tin-facts-606608>