

## MINIMISASI WASTE PADA *RADIOGRAPHY TEST* PROYEK PERLUASAN KILANG MINYAK PT. PERTAMINA CILACAP MENGGUNAKAN METODE DMAIC

Victorianus Iva Taufik dan Sawarni Hasibuan

Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta

e-mail: sawarni@mercubuana.ac.id

### ABSTRAK

*PT. Sucofindo merupakan salah satu perusahaan yang memiliki izin untuk memanfaatkan bahan radioaktif untuk uji radiografi dalam rangka mendukung pembangunan kilang minyak di proyek Cilacap. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah hasil tes pengulangan tinggi yang mencapai 8%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi pengulangan tes menggunakan metode DMAIC. Pada tahap awal dicoba mengidentifikasi akar penyebab rework yang terjadi selama pengujian dengan Fishbone diagram dan melakukan analisis dari diagram tersebut. Berdasarkan studi, penyebab utama dari masalah yang disebabkan oleh pengulangan rekayasa, pemrosesan film, dan penanganan. Fokus pada masalah utama dengan menggunakan Force Field Analysis (FFA) melakukan penelitian tentang penyebab masalah untuk menentukan usulan perbaikan yang mungkin dari permasalahan yang ada. Proposal alternatif yang dibuat dengan menggunakan FFA, melalui pelatihan dan menyegarkan tentu saja dengan melibatkan para ahli, ada penurunan tingkat kerja pengulangan tes yang dilakukan selama uji pengamatan 3 bulan. Hasil pengujian pengulangan turun dari 8% menjadi 4,21%. Komitmen dan keterlibatan perusahaan manajemen merupakan faktor kunci. Untuk menjaga skor setelah analisis, monitoring dan kontrol dilakukan oleh audit manajemen*

**Kata kunci:** Radiografi Test, Limbah / Mengolah / mensyuting ulang, DMAIC, Field Analysis Paksa

### ABSTRACT

*PT. Sucofindo is one company that is authorized to utilize radioactive material for radiographic test in order to support the construction of an oil refinery in Cilacap project. Problems faced by the company are the high repeatability test results which reached 8%. The purpose of this research is to reduce the repetition of tests using the DMAIC method. In the early stages docoba identified the root causes of rework that occurs during the test with Fish Bone tools and Why-why analysis. Based on the study the main cause of the problems caused by the repetition of engineering, film processing, and handling. Focus on the main problems with using a Force Field Analysis (FFA) conducts research on the causes of the problem to determine the proposed improvements are possible from the existing problems. The alternative proposals made by using FFA, through training and refreshing course with the involvement of experts, there is a decrease in the employment rate of repetition of the tests performed during the observation test 3 months. The result of testing repeatability down from 8% to 4.21%. The commitment and involvement of management companies is a key factor. To keep the score after the analysis, monitoring and control is carried out by the management audit*

**Keywords:** Radiography Test, Waste/Rework/Reshoot, DMAIC, Forced Field Analysis

### PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan BBM dan menekan impor, pemerintah telah melakukan perluasan infrastruktur beberapa kilang minyak. Salah satu proyek perluasan kilang milik Pertamina dengan nama *Residual Fluid Catalytic Cracking* (RFCC) dibangun di Cilacap. Proyek ini diharapkan mampu memproduksi produk gasoline sebesar 2 juta kiloliter untuk memasok 34 persen kebutuhan BBM nasional atau 60 persen kebutuhan BBM di Pulau Jawa. Dalam perluasan kilang minyak

tersebut diperlukan pemastian terhadap kualitas pengelasan pada pipa-pipa minyak. PT Sucofindo termasuk salah satu perusahaan yang diberi izin oleh BAPETEN (Badan Pengawas Tenaga Nuklir) untuk memanfaatkan zat *radioactive* berupa Iridium-192 dalam uji *radiography* pada sambungan las yang ada dalam proyek tersebut. Peranan PT. Sucofindo dalam melakukan uji *radiography* dalam proyek tersebut menjadi penting, karena menjadi bagian yang terpisahkan dari *Quality Control/Quality Assurance* proyek.

*Radiography test* adalah salah satu pengujian yang tidak merusak, untuk mendiagnosa kualitas sambungan pipa-pipa ataupun material logam lainnya melalui penampakan bayangan dengan media berupa film, di bidang medis populer dengan istilah *rontgent*. Pada kilang minyak, kualitas sambungan pipa logam yang dilakukan penyambungan dengan las, wajib memenuhi standar internasional yaitu *American Petroleum Institute* dan *American Society Mechanical Engineering*. Transparansi dari sambungan las dapat dibaca pada rekaman *radiography film*. Film inilah yang akan dipergunakan sebagai obyek atau media untuk menginterpretasikan kualitas pengelasan.

Kualitas pengelasan dapat dikategorikan memenuhi standar jika hasil analisis pada *radiography film* dibaca tidak ada cacat atau *defect* tidak melebihi toleransi yang diijinkan. Jika hasil pengelasan tidak sesuai standar maka perlu dilakukan uji ulang (*re-work*). Untuk bisa dibaca dengan baik maka kualitas film hasil uji *radiography* harus memenuhi standar kualitas agar tidak terjadi kesalahan interpretasi.

Pengulangan atau *rework* dalam dunia industri adalah termasuk salah satu *waste* atau *reject*. Menurut Taichi Ono dalam, *rework* adalah termasuk salah satu dari 7 *waste* dalam konsep *lean production* yang harus diminimalkan ataupun dihilangkan [1]. *Rework* dalam istilah pengujian *radiography* disebut *re-take* atau *re-shoot*, yaitu pekerjaan yang mengulangi pekerjaan yang sama untuk menghasilkan film dengan *quality image* yang standar. *Rework/re-take/reshoot* menjadi tidak ekonomis dipandang dari sudut biaya dan waktu pengerjaan. Dari sisi *safety and health* berpotensi tidak aman dan tidak sehat, karena pekerja *radiography* harus melakukan pengujian ulang, sehingga berpotensi terkena paparan radiasi. Secara akumulasi pekerja akan terpapar radiasi pada saat melakukan pekerjaan pengulangan. Sehingga jika dikaitkan dengan kesehatan menjadi beresiko. Secara prinsip pengujian ini mempunyai dampak cukup berbahaya, karena paparan radiasi bersifat tidak terlihat dan tidak dapat dirasakan secara langsung pada saat itu.

Berdasarkan data PT. Sucofindo pada tahun 2015 hasil rekaman pengujian *radiography test* di kilang minyak Cilacap selama periode November 2013 sampai dengan Desember 2014, tingkat pengulangan pengujian (*rework* atau *reshoot*) cukup tinggi mencapai angka 8 persen. Dari 33.000 *sheet* yang dilakukan pengujian terdapat 2.666 *sheet* yang harus diulang (*rework*).

Penelitian terkait dengan kualitas film *radiography* yang mengakibatkan harus dilakukan *rework/re-take/reshoot* sudah banyak diteliti sebelumnya. Sebagian besar penelitian terkait analisis *waste* pada uji *radiography* dilakukan di dunia medis khususnya di rumah sakit. Tingkat pengulangan yang dilaporkan peneliti sangat bervariasi. Prosentase *rework/re-take/reshoot* berdasarkan penelitian beberapa penelitian terdahulu berkisar 8,1-9,9%, berkisar 7,69-13,82%, berkisar 10%, berkisar 11,5%, berkisar 3,2-11%, berkisar 2-20%, berkisar 10-15%, berkisar 8,6 %, berkisar 4-35%, dan berkisar 7,20% [2][3][4][5][6][7].

Penyebab-penyebab yang dominan berasal *under exposure* dilaporkan 38%, *over exposure* dilaporkan 54% dan *positioning* dilaporkan 18%. Penyebab kondisi tersebut menurut peneliti sebelumnya akibat dari faktor manusia (*human factor*) dan lebih berhubungan dengan pengalaman kerja (*working experience*). Namun sebagian besar analisis tersebut berorientasi pada dunia medis. Peralatan pengujian yang digunakan dalam uji *radiography* di dunia medis menggunakan sinar-X, sementara pada pengelasan sambungan pipa di kilang minyak Cilacap menggunakan sumber sinar *Gamma*. Dengan demikian terdapat perbedaan terkait dengan sumber energi yang dipakai dan memungkinkan terjadinya perbedaan dari penyebab masalah.

Analisis minimisasi *waste* pada uji *radiography* di kilang minyak Cilacap ini dipandang perlu mengingat bahwa metode uji *radiography* ini diterapkan pada proyek pemerintah yang diharapkan dapat mendukung kebutuhan BBM secara nasional. Tujuan penelitian ini adalah mencoba menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan tingginya *waste* berupa *rework* pada proyek pengelasan kilang minyak Cilacap dan merekomendasikan

cara yang tepat untuk melakukan perbaikan (*improvement*) sehingga tingkat *waste* atau *rework* dapat diminimumkan dengan menggunakan metode DMAIC (*Define-Measure-Analysis-Improve-Control*). Dengan harapan jika di kemudian hari ada proyek yang serupa, maka tingkat *waste* (*rework/re-take/reshoot*) dapat diminimalkan sehingga para pekerjanya tidak terpapar radiasi dengan akumulasi yang tinggi pada periode waktu tertentu.

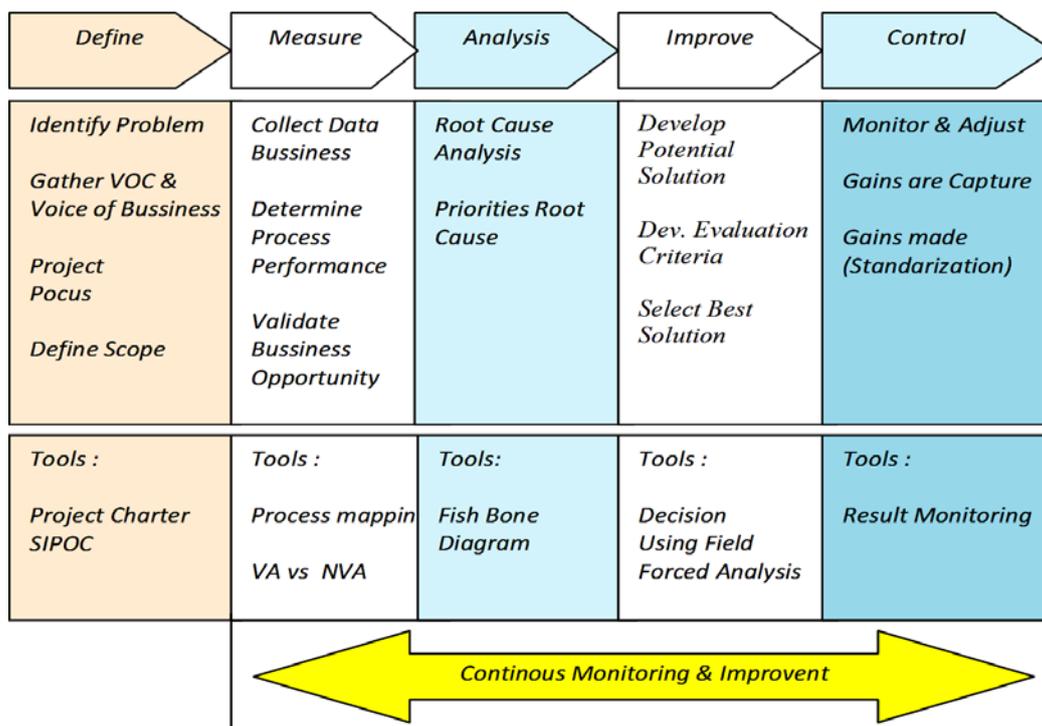
**METODE PENELITIAN**

Metode DMAIC (*Define-Measure-Analysis-Improve-Control*) merupakan salah satu metode *closed loop* yang telah dipercaya dipakai dalam bidang industri maupun *manufacturing* untuk meningkatkan *performance* maupun untuk mengeliminasi *waste* hasil suatu kondisi *unproductive process* (*non value added step*). Secara general DMAIC dapat diimplementasikan sebagai prosedur peningkatan kualitas yang mandiri, metode DMAIC juga dapat digunakan untuk menangani permasalahan yang kompleks. DMAIC telah digunakan oleh banyak perusahaan tidak hanya untuk peningkatan kualitas dan perbaikan proses, namun juga telah diimplementasikan

untuk *bussiness planing* dan *problem solving*. Tahapan DMAIC dan *tools* yang digunakan disajikan dalam Gambar 1.

*Define* adalah tahapan penentuan awal yang sangat menentukan keberhasilan suatu proyek, terutama dalam penentuan *problem, goal, potential resources, project scope, project time line*. Dengan *direct observation* semua data yang bersumber pada fakta dari pihak-pihak yang terkait secara obyektif dicatat. Selanjutnya dibuat grafik atau *chart* untuk memudahkan klasifikasi terhadap faktor-faktor yang menjadi konsentrasi penelitian.

Pada kasus ini masalah yang timbul adalah terjadinya suatu *rework/re-take/reshoot* pada uji *radiography* pengelasan kilang minyak Cilacap. Minimum langkah perlu dilakukan adalah identifikasi masalah utama yang timbul (*Main Problem Occur*), identifikasi pelanggan atau *stakeholder*, identifikasi proses yang kritis ataupun *output* yang kritis (*Voice of Customer, Voice of Bussines & Critical to Quality*), menentukan sasaran yang dituju dan cara yang dipilih untuk mengatasi masalah-masalah utama (*set the project goal/target goal, project scope and target process*) menentukan aturan-aturan dasar, faktor-faktor yang akan diukur dalam rangka perbaikan (*improvement*), cara analisis



Gambar 1. Tahapan dan Tools yang Digunakan dalam Proses DMAIC

dan pengendalian. Kunci sukses tahapan ini pihak manajemen menyetujui atas langkah menuju *goal statement*.

*Measure* adalah tahapan pengukuran atas obyek yang diteliti yang nantinya akan dilakukan perbaikan. Kinerja saat ini dibandingkan setelah dilakukan tindakan perbaikan. Langkah yang dilakukan adalah mengumpulkan data untuk membuat dan menentukan kinerja proses, menilai kesenjangan kinerja saat ini dengan yang diperlukan, menilai sistem pengukuran saat ini sudah sesuai atau belum, dan membuat aliran proses mulai dari dasar sampai tingkat lanjut.

Permasalahan yang timbul harus dapat diukur. Pada tahapan ini fokus kepada proses pengukuran kinerja yang menjadi fokus untuk perbaikan dan mengumpulkan semua data yang diperlukan untuk analisis. Minimum tahapan yang harus dilakukan adalah membuat *Process Flow Chart*. Secara ideal dapat menggunakan “Proses Mapping” agar setiap proses terlihat dengan jelas dan detail, melakukan pengukuran secara kesisteman dan melakukan validasi dan menentukan performance saat ini sebagai *base line performance*.

Kunci sukses tahapan ini adalah tersedianya data sebagai *baseline*, pengukuran yang lazim untuk produk yang diteliti dan melibatkan tenaga ahli yang memahami produk dan proses ke dalam tim agar langkah yang akan dilakukan terarah.

*Analysis* yaitu tahapan verifikasi, identifikasi dan analisis atas faktor-faktor yang muncul. Sejumlah masalah yang muncul dilakukan analisis dan diselesaikan menggunakan *fish bone diagram*. Sebanyak 3-4 permasalahan utama dari seluruh permasalahan ditetapkan untuk dianalisis lebih lanjut. Beberapa langkah yang diperlukan adalah membuat daftar penyebab masalah yang potensial, menentukan secara prioritas penyebab masalah guna penentuan langkah perbaikan, mengidentifikasi bagaimana suatu proses input dapat mempengaruhi proses output dan membuat proses *mapping* secara detail untuk membantu menentukan di proses mana terjadi suatu masalah dan apa yang berkontribusi sehingga sesuatu masalah bisa terjadi.

Minimum langkah yang harus dilakukan adalah penyebab masalah yang utama (major) teridentifikasi dan dipahami secara bersama bahwa itu merupakan masalah, tersedianya data yang terukur untuk dilakukan analisis dan *tools* yang digunakan adalah *fish bone diagram* dan *why-why analysis*.

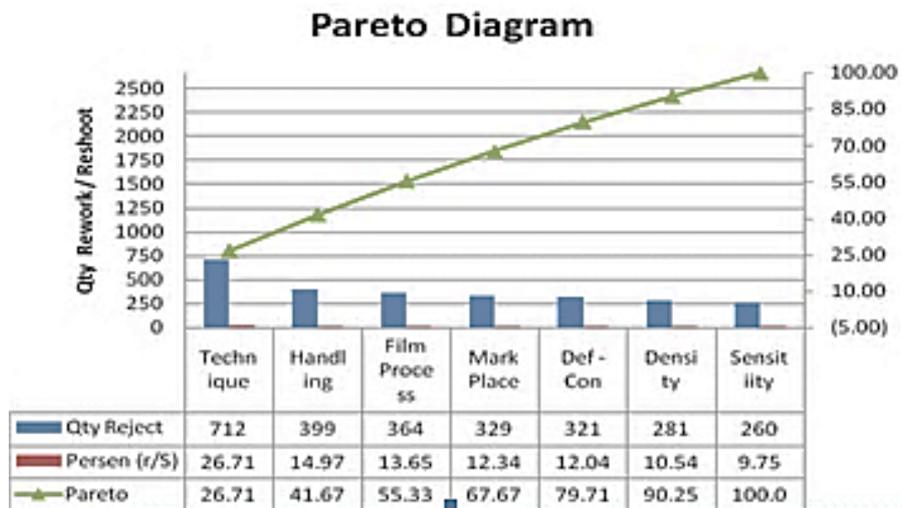
*Improve* yaitu tahapan perbaikan dimana permasalahan utama sudah teridentifikasi dari *mapping* proses. *Improve* adalah suatu langkah kreatif dalam pemilihan solusi untuk menyelesaikan masalah. Perbaikan perlu dilakukan atas beberapa masalah utama. Sasaran utama dalam tahap ini adalah solusi yang terbaik yang tepat dan dapat diimplementasikan sesuai kondisi saat ini. Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan yaitu membuat *Process Flow Chart*, secara ideal dapat menggunakan “Proses Mapping” agar setiap proses terlihat dengan jelas dan detail, melakukan pengukuran secara kesisteman dan lakukan validasi dan menentukan performance saat ini sebagai *base line performance*.

Minimum langkah yang harus dilakukan adalah tim melakukan pengawasan terhadap masalah yang telah dijadikan sebagai prioritas utama menuju arah sasaran utamanya dan secara jelas hindari kesalah pahaman terkait dengan deifinisi dari permasalahan yang ada.

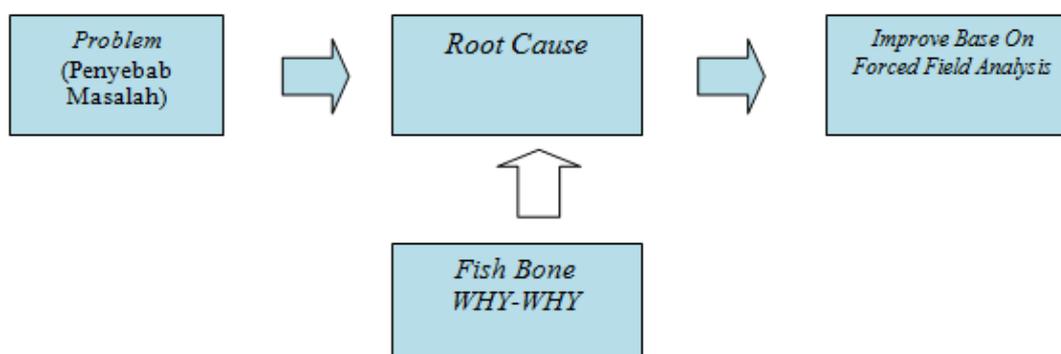
Kunci sukses tahapan ini adalah masalah utama yang sudah dipilah berdasarkan prioritas disetujui secara bersama. Analisis menggunakan *fish bone diagram* dan *why-why analysis* tidak boleh dilakukan secara tersendiri untuk menghindari opini yang individual.

*Tools* yang digunakan adalah *Forced Field Analysis* (FFA). Kunci sukses FFA adalah kajian antara *Forced to Change* dan *Forced Againt Change* realistis dapat diterima berdasarkan penilaian dari tim dan keputusan bersama, dengan mempertimbangkan masukan dari tenaga ahli yang dilibatkan. Usulan dapat diterima oleh manajemen dan tidak menimbulkan dampak yang berarti.

*Control* adalah tahapan melakukan pemantauan terhadap solusi yang sudah disepakati sebagai alternatif. Beberapa tekanan (*Forces*) sering muncul pada saat adanya suatu perubahan. Terkadang tekanan ini yang menjadikan penghambat untuk tercapainya



Gambar 2. Pareto Diagram Reject pada Uji Radiography



Gambar 3. Proses Analisis Masalah Minimisasi Waste Atau Rework Uji Radiography

sasaran. Metode baru dalam rangka perbaikan dimasukkan ke dalam revisi langkah kerja sebagai *Standard Operating Procedure* yang baru dan disosialisasikan agar seluruh pihak memahami.

Kunci sukses tahapan ini adalah jika harus dibuat rencana *control* maka harus dilakukan audit terhadap pelaksanaan *control*nya agar dapat dipastikan semua berjalan sesuai rencana.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

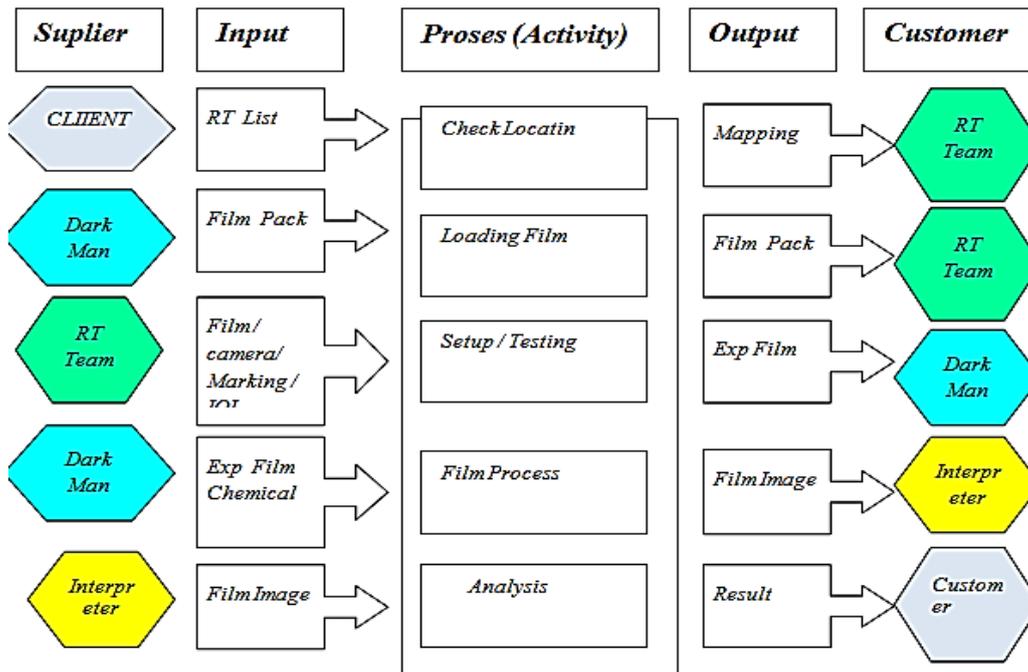
Diagram Pareto yang menunjukkan data *reject* hasil pengujian *radiography* disajikan pada Gambar 2. Faktor penyebab kegagalan utama berasal dari faktor *technique* mendekati angka 27%, disusul *handling* sekitar 15%, dan *film processing* sekitar 14%. Sehubungan dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan 4% *reject* yang berarti turun 50% dari kondisi *existing*, maka perlu dilakukan perbaikan dari ke tiga faktor di atas. Jika hanya faktor yang tertinggi saja yang dilakukan perbaikan, maka

target *reject* keseluruhan tidak tercapai. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan pada ketiga faktor penyebab tersebut, dengan begitu diharapkan prosentase *reject* dapat turun mencapai 55,33%, atau *reject* bisa mencapai 3,6%.

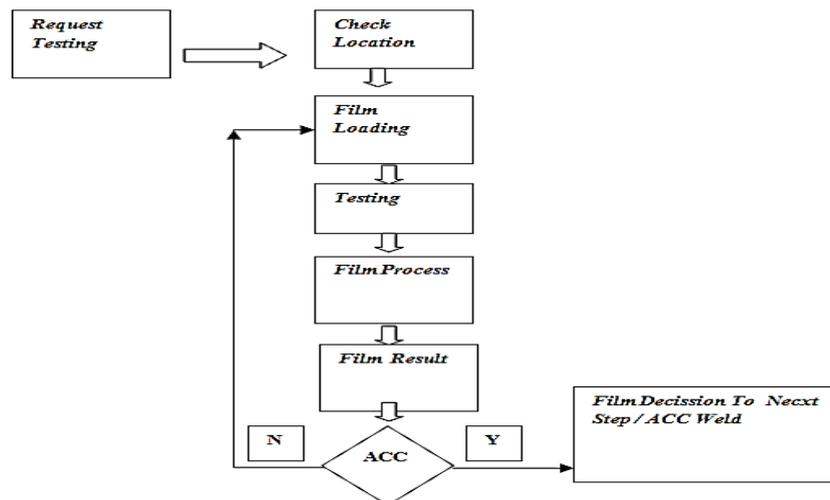
Sesuai dengan urutan prioritas, maka ketiga faktor penyebab masalah tersebut dianalisis menggunakan *fishbone diagram* dan dilanjutkan dengan *why-why analysis* dan dilakukan perbaikan dengan *forced field analysis* seperti diilustrasikan pada Gambar 3.

#### Prioritas 1 Masalah *Technique*

Faktor *Technique* jika diidentifikasi dengan SIPOC diagram seperti terlihat dalam Gambar 4, maka terjadinya sebelum film *Pack* diserahkan kepada *dark room man*, *exposure film* (film yang sudah di-*shoot*/film yang sudah disinari radiasi) untuk dilakukan *processing film*. Jika diidentifikasi dengan *proses mapping*, maka dapat terlihat pada sajian Gambar 4.



Gambar 4. SIPOC Diagram Uji Radiography



Gambar 5. Proses Mapping Uji Radiography

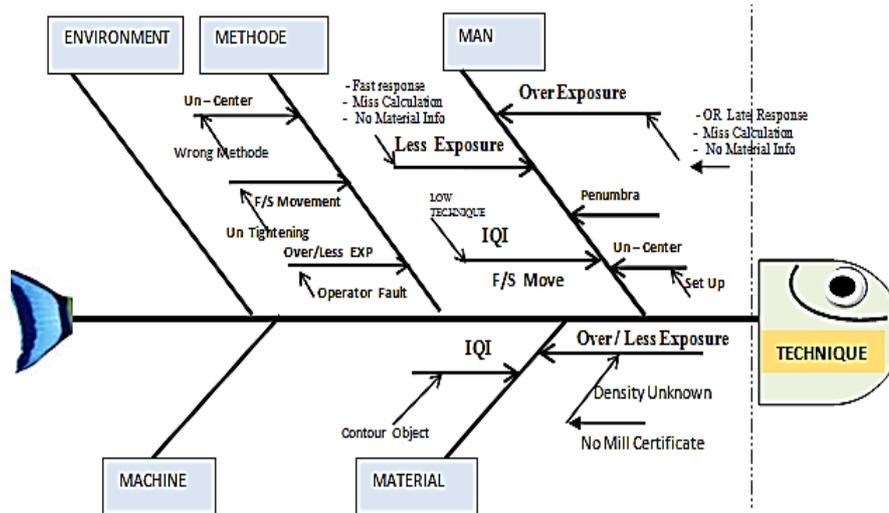
Dilihat dari *Project Charter*, maka unsur *man, machine, material, method, environment* turut berpotensi menjadi penyebab. Selanjutnya efek dari masing-masing akibat yang ditimbulkan (*effect*) dielaborasi untuk mendapatkan akar masalah.

Analisis *fishbone diagram* untuk faktor *technique* dilakukan melalui *brainstorming* bersama tim, melibatkan pekerja Radiography dengan pertanyaan “Kenapa hal ini terjadi” untuk menjawab peyebab dari masing-masing cabang. Ringkasannya dijabarkan pada Gambar 6 dan Tabel 1.

Selanjutnya dilakukan analisis *why-why* untuk menggali lebih dalam atas permasalahan tersebut hingga ditemukan penyebab yang sistematis. Pertanyaan yang muncul dapat terlihat dalam Gambar 7.

### Prioritas 2 Masalah Handling

Dengan mengulang cara yang sama seperti pada prioritas sebelumnya, dilakukan analisis penyebab terhadap masalah *handling* pada Tabel 2 dan Gambar 8 kemudian dilanjutkan dengan *why-why analysis* pada Gambar 9.

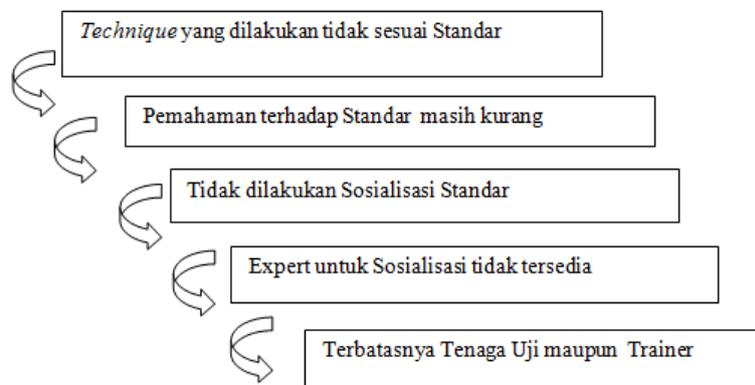


Gambar 6. Analisis Fishbone Diagram Faktor Technique

Tabel 1. Penyebab dari Technique

Indicator Rework	Man	Machine	Material	Methode	Env
Over Exposure	++	++	0	0	++
Less Exposure	++	++	0	0	++
Penumbra	++	++	++	0	++
IQI Place Placement	++	++	0	++	++
F/S Movement	++	++	++	0	++
Un-Centre Viewing	++	++	0	0	++

Keterangan ++ = yes/penyebab 0=no/bukan sebagai penyebab



Gambar 7. Analisis Why-Why Faktor Technique

Tabel 2. Penyebab dari Faktor Handling

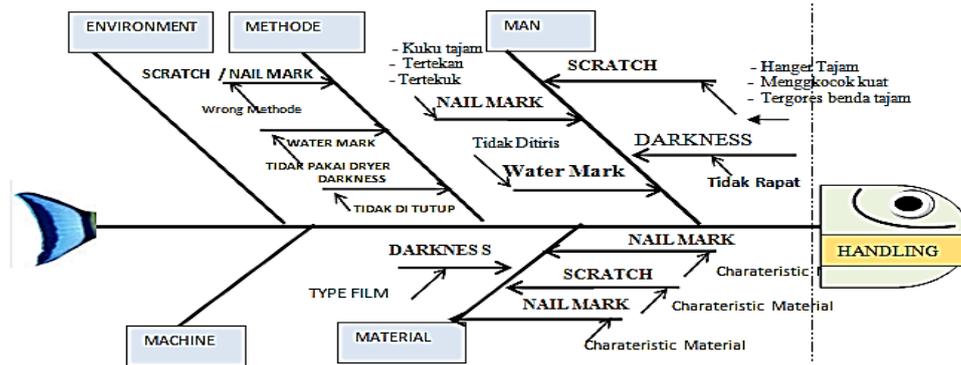
Indicator Rework	Man	Machine	Material	Methode	Env
Scratch	++	0	++	++	0
Nail Mark	++	0	++	++	0
Water Mark	++	0	++	++	0
Darkness	++	0	++	++	0

Keterangan ++ = yes/penyebab 0=no/bukan sebagai penyebab

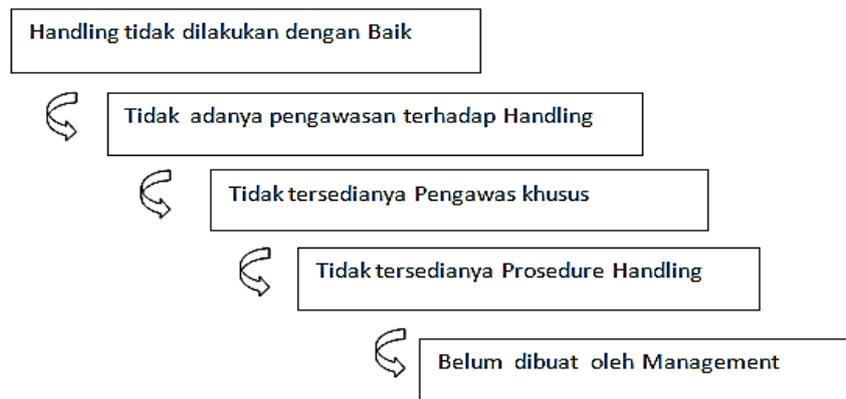
### Prioritas 3 Masalah Film Processing

Dari ketiga prioritas masalah di atas telah teridentifikasi penyebab dan akar masalahnya, selanjutnya dilakukan perbaikan untuk permasalahan tersebut. Untuk mencari solusi

terbaik dan tepat bagi permasalahan tersebut digunakan *forced field analysis* (FFA). FFA adalah sebuah *tools* yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor permasalahan yang kompleks seperti *experienced, resources,*



Gambar 8. Analisis Fishbone Diagram Faktor Handling



Gambar 9. Analisis Why-Why Faktor Handling

Tabel 3. Penyebab dari Film Processing

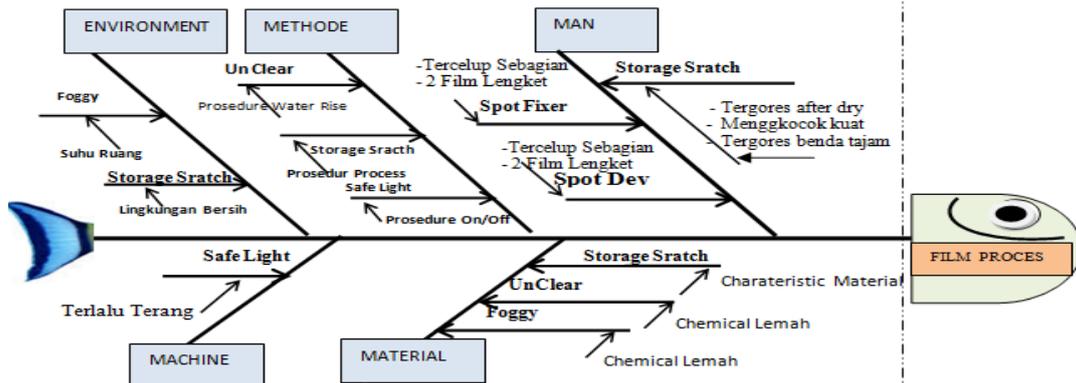
Indicator Rework	Man	Machine	Material	Methode	Env
Uncleat	0	0	++	++	0
Storage Scrath	++	0	++	++	0
Safe Light	0	++	0	++	0
Spot Fix	++	0	0	0	0
Spot Dev	++	0	0	++	0
Foggy	0	0	0	++	++

attitude, tradition. FFA diharapkan dapat mendukung dalam mengambil langkah-langkah perbaikan atau perubahan (*change*) yang akan dilakukan secara masif. Setiap *change* tentu ada resistansi. Dengan FFA akan lebih mudah mengidentifikasi hambatan ataupun memprediksi tingkat *effort* yang diperlukan untuk mencapai sasaran.

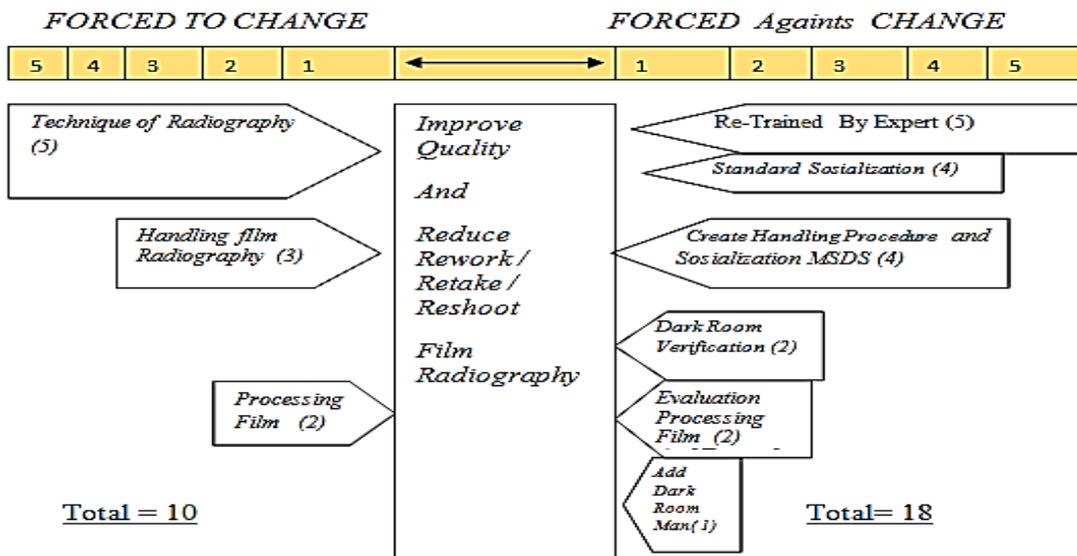
Kolom sebelah kiri pada FFA pada Gambar 11 adalah yang mendorong suatu perubahan harus dilakukan untuk sasaran tertentu. Sedangkan kolom sebelah kanan adalah kolom yang terdiri dari langkah-langkah yang akan dilakukan dalam rangka mencapai sasaran. Dalam menuju ke sesuatu sasaran tentunya ada biaya, waktu dan kondisi-kondisi

lainnya sebagai penghambat. Seberapa besar hambatan dan tenaga yang dibutuhkan diberi skor penilaian untuk memprediksi tingkat kesulitan dalam mencapai sasaran. Kolom kanan disebut sebagai *Forced Against Change*. Hasil penilaian kondisi awal dihasilkan skor 10 dan kondisi ke depan skor 18. Maksudnya adalah diharapkan situasinya akan meningkat 8 point, namun juga memerlukan tenaga yang cukup besar untuk mencapainya.

Tahapan setelah dilakukan *improvement* mengacu kepada FAC (*Forced Against Change*) diamati apakah usulan perbaikan tersebut jika dimasukkan ke dalam sistem akan dapat diterapkan dan bisa berjalan stabil. Untuk itu perlu dilakukan kontrol dan monitoring atas



Gambar 10. Fishbone-Handling



Weak =1; 2 Weak Medium ; Medium=3; 4=Medium-Strong Strong = 5 Gambar  
Gambar 11. Forced Field Analysis

hal-hal yang sudah dilakukan. Setelah dilakukan langkah-langkah sesuai FFA melalui ujicoba selama 3 bulan dihasilkan *improvement* seperti pada Tabel 4. Tingkat *waste* atau *rework* rata-rata pada tahap awal sebesar 8% berhasil diturunkan menjadi 4,21%. Proses *improvement* berikutnya dapat diprioritaskan pada faktor *sensitivity*, *def-con*, dan *technique*.

Tabel 4. Setelah *Improvement* April-Juni 2015

Bulan	Apr	Mei	Jun	Total	%
Jumlah Shoot	350	400	532	1282	100
Total Reject	18	17	19	54	4,21

Faktor *Technique* mendominasi terjadinya *rework* pada uji *radiography* pengelasan kilang minyak Cilacap. Akibat dari faktor ini film *radiography* menjadi tidak

terbaca atau film tidak layak untuk dijadikan sebagai acuan untuk mendiagnosa kualitas oyek yang sedang diuji. Berdasarkan *Standard ASME SEC V Edition 2010* yang tergolong faktor *technique* berasal dari indikator *over exposure*, *less exposure*, *penumbra*, *iqi placement*, *film/source movement*, atau *un center viewing*. Faktor ini lebih banyak dipengaruhi oleh *man*, *machine* dan *environment*. Yang berhubungan dengan *man* dalam pengujian ini terkait dengan pemahaman atas standard yang dipakai dan tatacara (*procedure*) dalam melakukan pengujian, sedangkan yang berkaitan dengan *machine* terkait berfungsinya sistem dari peralatan tersebut. Faktor *environment* lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi di lapangan yang bervariasi.

Tabel 5. Jenis *Reject* Setelah Improvement April-Juni 2015

Bulan	Apr	Mei	Jun	Total	%
<i>Sensitivity</i>	3	3	3	9	16,67
<i>Density</i>	4	2	2	8	14,81
<i>Def-Con</i>	3	3	3	9	16,67
<i>Mark Place</i>	2	2	3	7	12,96
<i>Handling</i>	1	2	2	5	9,26
<i>Film Process</i>	2	2	3	7	12,96
<i>Technique</i>	3	3	3	9	16,67

Faktor *Handling* mendominasi urutan kedua dari permasalahan *rework* uji *radiography* pengelasan kilang minyak Cilacap. Akibat yang ditimbulkan dari faktor ini, terkadang film masih dapat dilakukan untuk mendiagnosa terhadap obyek yang diuji. Namun karena faktor *Aesthetic* yang ada dalam salah satu dimensi kualitas. Faktor ini menjadikan penyebab sehingga Film harus dilakukan *Rework*. Faktor-faktor yang termasuk dalam kelompok ini antara lain adalah *sracth*, *water mark*, *darkness/bocor*, atau *nail mark* (bekas kuku). Faktor-faktor ini lebih banyak ditimbulkan akibat gerakan (*motion*) yang dilakukan oleh para pekerja (*man*). Disamping sifat karakteristik dari material film yang terbuat dari *gelatin* bersifat resisten terhadap benturan ataupun tekanan benda-benda yang tumpul maupun tajam yang dapat mengakibatkan film *radiography* luka (*dent*)

Faktor *Film Processing* adalah faktor kunci dalam rangkaian pengujian. Meskipun *technique* yang digunakan sudah sesuai dan cara *handling* juga sudah mengacu pada kehati-hatian, namun dalam *processing film* dapat menyebabkan terjadinya kegagalan kualitas. Yang menjadi penyebab kelompok ini antar lain adalah *unclear*, *storage scratch*, *safelight*, *spot fixing/over fixing*, *spot developing/over developing*, atau *foggy*. Faktor-faktor yang mempunyai kontribusi terhadap timbulnya permasalahan dalam proses film lebih banyak ditimbulkan dari efek material, yaitu *chemical* yang digunakan. *Chemical* mempunyai limitasi daya proses. Efek *machine* atau peralatan pendukung seperti *hanger* juga dapat menyebabkan tergoresnya film pada saat proses *developing*. Efek lainnya yang menyebabkan timbulnya *rework* adalah faktor *environment*, seperti suhu ruang harus <20°C. Faktor *man*

juga mempunyai kontribusi pada saat *processing*. *Dark room man* memerlukan tingkat pengalaman yang tinggi. *Dark room man* harus terbiasa bekerja di ruang gelap, hanya dibantu oleh *red lamp* sebagai penerangan.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang kebanyakan pada bidang medis, kondisi awal *reject* ditemukan di kisaran 7-13%, bahkan ada yang lebih besar mencapai angka 33%. Proses *improvement* berhasil menurunkan *waste* atau *reject* film *radiography* menjadi 10-4,5%. Pada penelitian ini persentase *reject film radiography* pengelasan berhasil diturunkan mencapai angka 4,21% atau lebih baik 0,29% dibandingkan penelitian sebelumnya.

Ada beberapa kelemahan dari penelitian ini, jika dilihat dari durasi pengamatan setelah dilakukan perbaikan. Pada penelitian ini proses *improvement* baru diimplementasikan selama 3 bulan. Analisis tingkat *waste* atau *reject* pada tahap awal berasal dari hasil uji selama 15 bulan dengan total film 33.000 *sheet*, sedangkan analisis *improvement* dalam penelitian dihasilkan dari sample yang berjumlah sekitar 1282 *sheet*.

### KESIMPULAN

Tiga faktor penyebab utama tingginya tingkat *waste* atau *rework/re-take/reshoot* pada uji *radiography* hasil pengelasan kilang minyak Cilacap adalah faktor *teknik*, *handling*, dan *processing* dengan total kontribusi 51% terhadap permasalahan. Akar penyebab masalah untuk faktor *teknik* terkait dengan kurangnya pemahaman terhadap *standard* dan terbatasnya tenaga ahli terkait di Indonesia. Masalah *handling* timbul akibat belum tersedianya prosedur *handling* serta tidak dilakukannya kontrol pada proses *handling*. Sementara masalah *processing* disebabkan oleh terbatasnya informasi material data *sheet* dan tidak tersedianya label durasi *shoot*.

Berdasarkan hasil penelitian dapat direkomendasikan hal-hal berikut kepada tim *radiography* pengelasan kilang minyak Cilacap melakukan analisis singkat bersama tim sebelum pengujian, meningkatkan pemahaman terhadap standar pengujian, pemahaman

material yang akan diuji lebih mendalam, menambah pengetahuan pembacaan gambar proyek (*drawing*), mengkalkulasi waktu *shoot* tidak sendiri, konsentrasi tinggi dan focus pada saat pengujian dan pemrosesan, melakukan *handling* peralatan dan bahan dengan hati-hati, *sharing* informasi antara tim teknis dan tim *prosesing*, mengetahui proses secara general kilang minyak, dan memastikan daerah aman terhadap potensi bahaya radiasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: the case of lean product development. *The Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20.
- [2] Al-Malki, M. A., Abulfaraj, W. H., Bhuiyan, S. I., & Kinsara, A. A. (2003). A Study on Radiographic Repeat Rate Data of Several Hospitals in Jeddah. *Radiation Protection Dosimetry* 103(4): 323-330.
- [3] Monfared, A. S., Abdi, R., & Saber, M. A. (2007). Repeat analysis program in radiology departments in Mazandaran province-Iran; Impact on population radiation dose. *Iran J Radiat Res*, 5(1), 237-40.
- [4] Akhtar, W., Aslam, M., Ali, A., Mirza, K., & Ahmad, N. (2008). Film retakes in digital and conventional radiography. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 18(3): 151-153
- [5] Foos, D. H., Sehnert, W. J., Reiner, B., Siegel, E. L., Segal, A., & Waldman, D. L. (2009). Digital radiography rejects analysis: data collection methodology, results, and recommendations from an in-depth investigation at two hospitals. *Journal of digital imaging* 22(1): 89-98.
- [6] Akintomide, A. O., Egbe, N. O., Basse, D. E., Eduwem, D. U., & Oyama, E. A. (2011). Journal of Association of Radiographers of Nigeria.
- [7] Jabbari, N., Zeinali, A., & Rahmatnezhad, L. (2012). Patient dose from radiographic rejects/repeats in radiology centers of Urmia University of Medical Sciences, Iran. *Health* 4(02): 94.