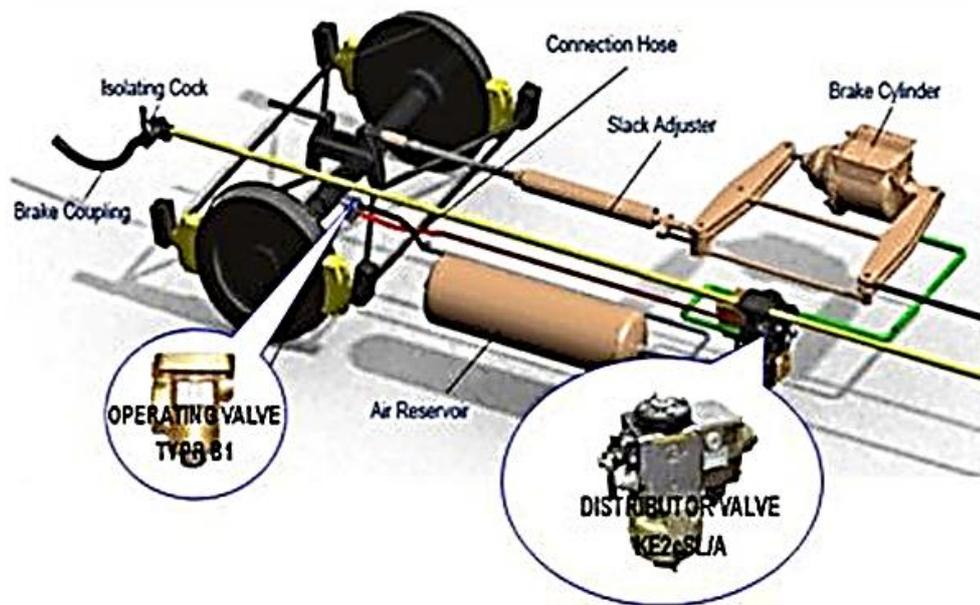


BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Produk berkualitas merupakan produk yang dapat memuaskan harapan pelanggan untuk penggunaan atau konsumsi mereka. Kualitas memiliki dua komponen utama yaitu, *quality of conformance* yang berarti kualitas ditentukan oleh tidak adanya cacat dan *quality of design* yang berarti kualitas diukur berdasarkan tingkat kepuasan pelanggan dengan karakteristik dan fitur produk (APICS — The Association for Operations Management, 2016). Tidak adanya cacat berarti produk sesuai dengan spesifikasi yang telah dijanjikan perusahaan kepada konsumen. Oleh karena itu berdasarkan dua komponen tersebut, produk berkualitas adalah produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan dapat memenuhi ekspektasi pelanggan, sehingga pelanggan dapat merasa puas terhadap produk/jasa yang ditawarkan.

Pentingnya kualitas juga disadari oleh PT Xxx. PT Xxx adalah perusahaan BUMN yang menerapkan sistem produksi *make to order* yang berarti memproduksi untuk memenuhi permintaan. Salah satu produk PT Xxx adalah *Air Brake System*. *Air Brake System* yang dibuat PT Xxx adalah sistem pengereman angin untuk kereta api. Selanjutnya pada penelitian ini apabila disebutkan *Air Brake System* maka yang dimaksud adalah sistem pengereman angin untuk kereta api. *Air Brake System* terdiri dari beberapa bagian yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar I. 1 *Air Brake System* buatan PT.Xxx

Air Brake System yang diproduksi adalah tipe G untuk gerbong barang dan tipe P untuk kereta penumpang (pada gambar 1.1 adalah tipe G). *Air Brake System* ini dikembangkan untuk kebutuhan sistem pengeremaman KRL dan KRD. PT Xxx mampu memproduksi *Air Brake System* hingga ± 400 set/tahun untuk memenuhi permintaan PT INKA dan PT KAI. Komponen penyusun air brake system tipe G terdiri dari *distributor valve tipe KE2cSL/A*, *bracket tipe KE Nr. 1-1 1/4*, *brake cylinder*, *operating valve*, *flow throttle*, *hose connection*, *slack adjuster*, *isolating cock tipe LH3-1 1/4 L*, *air reservoir*, dan *brake coupling*.

Tidak semua komponen *Air Brake Sytem* dibuat oleh PT Xxx. Ada beberapa komponen yang dibuat oleh perusahaan lain di dalam negeri ataupun di luar negeri. Untuk *Air Brake System* yang dibuat oleh PT Xxx ditangani oleh Divisi Tempa dan Cor. Berikut pada merupakan data produksi komponen *air brake system* yang diproduksi Divisi Tempa dan Cor tahun 2018.

Tabel I. 1 Data produksi komponen *air brake system* tahun 2018

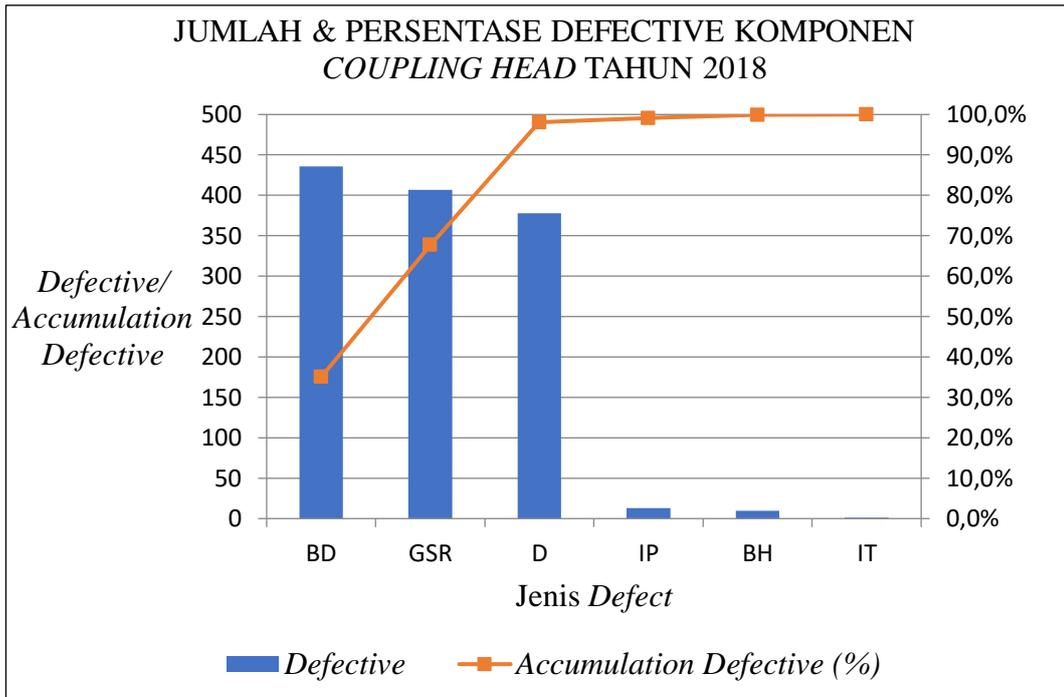
No.	Komponen	Jumlah	Status				Rata-rata <i>Defective</i> (per Minggu)
			<i>Defective</i>	Rework	Baik	Belum berstatus	
1	Braket KE	656	42	0	614	0	1.35
2	Coupling Head	24079	1245	0	22834	0	26.49
3	Cover D Valve	16151	511	0	15640	0	22.22
4	Nozel	708	7	0	701	0	0.47
5	Rumah Isolating	7312	108	0	7204	0	4.32
6	Handle	7398	55	0	7343	0	2.04
7	Rumah Katup	41	0	0	41	0	0.00
8	Baud Ventilasi	5025	9	0	5016	0	0.45
9	Penutup	4032	222	0	3810	0	24.67
10	Cover Insert	965	0	0	965	0	0.00
11	Cover On-Off	273	0	0	273	0	0.00
12	Penekan	48	0	0	48	0	0.00

Berdasarkan tabel I.1 diatas, dari semua komponen *Air Brake System* tahun 2018 memiliki pemeriksaan *defect*. Komponen *Air Brake system* berstatus *defect* akan dilebur kembali karena tidak memenuhi harapan perusahaan dan tidak dapat diperbaiki. Komponen berstatus *defecivet* dapat digolongkan berdasarkan jenis *defect*, dimana jenis *defect* tersebut dapat dilihat pada lampiran A. Komponen *devective* adalah komponen yang harus dilebur ulang. Sedangkan komponen berstatus *rework* akan dilakukan proses perbaikan hingga komponen tersebut memenuhi harapan perusahaan. Kemudian komponen yang berstatus baik merupakan komponen yang telah memenuhi seluruh harapan perusahaan. Penjelasan tersebut menjadikan alasan mengapa sebisa mungkin tidak boleh ada terjadi produk *defective*. Produk yang dibuat ulang akan menjadikan hal pemborosan setidaknya pada listrik yang dikonsumsi oleh tungku peleburan. Belum lagi pemborosan lain seperti tenaga dan waktu yang sulit untuk diukur. Selain itu tanggung jawab moril sebagai produsen bagian komponen kendaraan umum, harus dapat menjamin produk buatannya tidak akan berbahaya untuk

pengguna. Berdasarkan pemaparan yang disampaikan oleh bagian QC, kejadian terburuk yang dapat terjadi jika tetap menggunakan produk dengan status *defective* adalah tergelincirnya gerbong kereta. Pada beberapa kasus kereta tergelincir bahkan sampai memakan koban nyawa. Maka dari itu menjaga kualitas akan menjadi hal yang sangat diutamakan pada produksi *air brake system*. Dan oleh karena itu setiap produk yang dihasilkan akan selalu melalui tahap pemeriksaan dan pencatatan seperti pada tabel I.1. Pencatatan sangat berguna untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan setiap kali produksi.

Berdasarkan tabel I.1 dapat dilihat bahwa rata-rata *defective* per minggu komponen *Air Brake System*. Dimana komponen *Coupling Head* memiliki rata-rata *defective* terbesar diantara komponen lainnya yaitu sebesar 26,49 per minggu. Data produksi dan jenis *defect* yang muncul pada komponen *Coupling Head* tahun 2018 dapat dilihat pada lampiran B.

Berdasarkan pada lampiran B dapat dilihat bahwa komponen *Coupling Head* memiliki enam jenis *defect* yang muncul ketika produksi pada tahun 2018. Jenis *defect* tersebut yang telah diurutkan dari yang terbanyak antara lain, Beku dini (BD) sejumlah 436 unit, Inklusi pasir (IP) sejumlah 13 unit, Inklusi terak (IT) 1 unit, Dimensi (D) sejumlah 378 unit, Geser (GSR) sejumlah 407 unit, dan *Blow hole* (BH) sejumlah 10 unit. Berikut merupakan diagram pareto dari *defective* komponen *Coupling Head* tahun 2018.



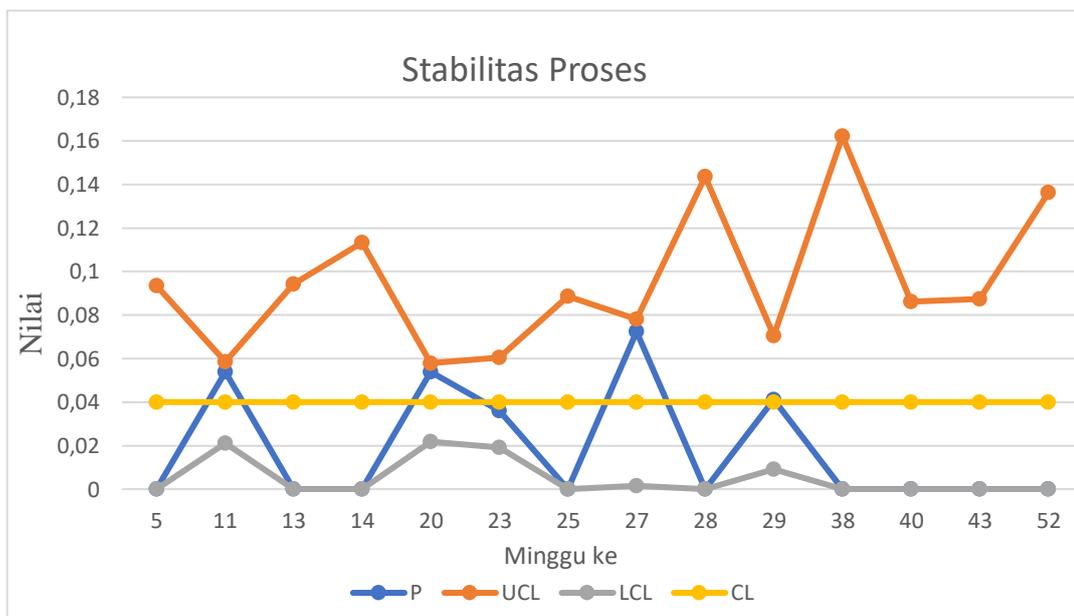
Gambar I. 2 Jumlah & persentase *defective* komponen coupling head tahun 2018

Berdasarkan diagram pareto di atas, persentase *defect* yang terjadi pada komponen *Coupling Head* tahun 2018 adalah beku dini (BD) sebesar 35%, geser (GSR) sebesar 32,7%, dimensi (D) sebesar 30,4%, inklusi pasir (IP) sebesar 1%, *blow hole* (BH) sebesar 0,8%, dan inklusi terak (IT) sebesar 0,1%. Jenis *defect* tersebut muncul saat proses produksi *Coupling Head* dimana jenis *defect* beku dini, inklusi terak, dan *blow hole* muncul ketika proses peleburan logam. Inklusi pasir dan geser terjadi ketika proses pembuatan pasir cetak dan dimensi terjadi ketika proses finishing. Hal tersebut diketahui dari *Product Requirement & Process Requirement* yang dapat dilihat pada lampiran C .

Karena proses peleburan merupakan penyumbang jenis *defect* terbanyak, oleh karena itu, dalam penelitian ini akan fokus pada proses peleburan. Proses peleburan dimulai dari proses pemeriksaan material bahan baku dengan memastikan jenis logam yang digunakan adalah FCD 400. Selanjutnya material disiapkan. Persiapan yang dimaksud adalah memisahkan material dari sampah-sampah seperti plastik yang tidak senaja terbawa dll, selanjutnya memindahkan material dari tempat pemeriksaan ke tempat di samping tungku. Selanjutnya adalah proses inti yaitu peleburan dengan tungku peleburan/MF (*melting furnace*) dengan kapasitas 200 KG. Peleburan dilakukan hingga besi mencair dengan suhu 1520-1550 °C.

Selanjutnya adalah proses pemeriksaan kandungan dan suhu. Pemeriksa untuk memastikan bahwa kandungan pada logam cair sudah sesuai dengan standar JIS G 5502 dan suhu telah berada pada antar 1520-1550 °C. Standar JIS G 5502 pada FCD 400 mengharuskan kandungan C sebesar 3,80-4%, Si sebesar 1,35-1.60%, Mg sebesar $\leq 0.50\%$, P sebesar $\leq 0,035\%$, S sebesar $\leq 0,035\%$, Cr sebesar $\leq 0,05\%$, Cn sebesar $\leq 0,035\%$ dan Mg sebesar 0,03-0,055. Proses selanjutnya adalah proses *MG treatment* dan inokulasi yaitu berupa proses pengaturan kandungan agar sesuai dengan standar JIS G 5502. *MG treatment* dan inokulasi dapat berupa penaburan serbuk magnesium agar sesuai dengan satandar atau penaburan bahan lainnya hingga mendapatkan kandungan yang sesuai standar JIS G 5502. Selanjutnya dilakukan pembersihan/pembuangan terak dengan penaburan bubuk *slag remover*. *Slag remover* berfungsi agar semua terak terangkat dan terkumpul untuk di buang. Lalu tahap tahap terakhir dari proses peleburan adalah pengecoran/penuangan cairan ke dalam cetakan. Untuk proses selanjutnya dapat dilihat pada lampiran D dan lampiran E.

Untuk memastikan bahwa penyebab *defect* adalah dari kesalahan pada proses yang sudah terjadi, selanjutnya dilakukan perhitungan kapabilitas dan stabilitas proses yang dapat dilihat pada lampiran F. Berikut adalah hasil dari perhitungan stabilitas dan kapabilitas proses.



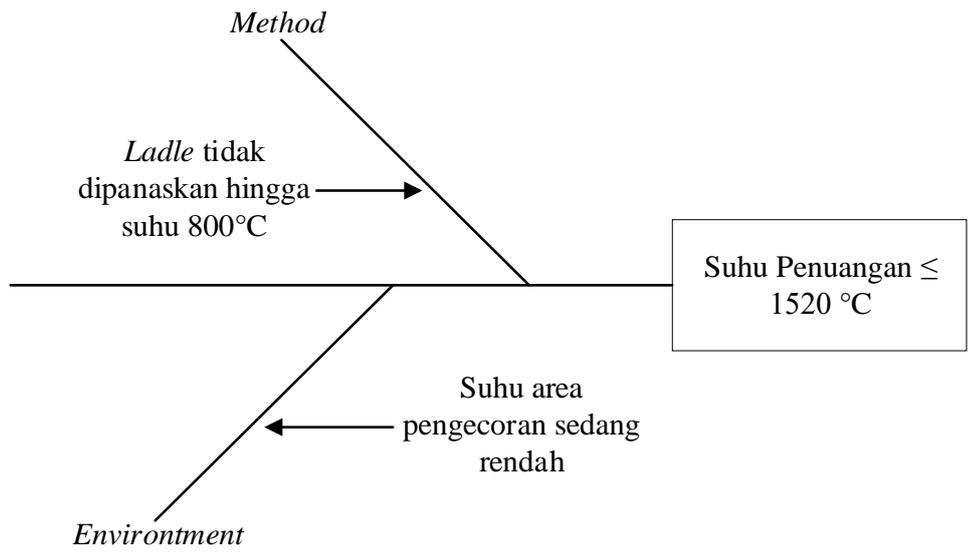
Gambar I. 3 Stabilitas Proses tahun 2018

Minggu ke	Jumlah	Defect	JENIS DEFECT						DPMO
			BD	IP	IT	D	GSR	BH	
5	120	0	0	0	0	0	0	0	0
11	982	53	0	0	0	53	0	0	8995,248
13	116	0	0	0	0	0	0	0	0
14	64	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1057	57	3	0	0	0	54	0	8987,701
23	805	29	0	0	0	0	29	0	6004,141
25	145	0	0	0	0	0	0	0	0
27	235	17	0	0	0	0	17	0	12056,74
28	32	0	0	0	0	0	0	0	0
29	364	15	0	0	0	0	15	0	6868,132
38	23	0	0	0	0	0	0	0	0
40	160	0	0	0	0	0	0	0	0
43	153	0	0	0	0	0	0	0	0
52	37	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4293	171	3	0	0	53	115	0	6639

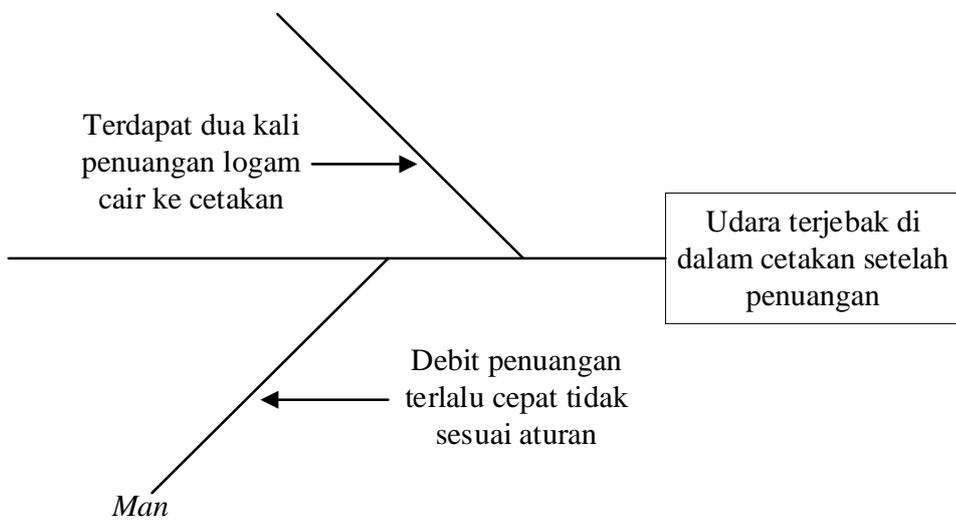
Tabel I. 2 Kapabilitas Proses tahun 2018

Diketahui bahwa dari 52 kali pemeriksaan yang dilakukan pada tahun 2018 terdapat 14 periode proses yang berada dalam keadaan terkontrol, yaitu pada pemeriksaan ke 5, 11, 13, 14, 20, 23, 25, 27, 28, 29, 38, 40, 43, 52. Dari ke 14 proses terkontrol tersebut menghasilkan nilai DPMO sebesar 6639, yang artinya kemungkinan *defect* sebanyak 6639 produk per satu juta produksi. Dari DPMO yang diketahui lalu dikonversikan ke dalam nilai sigma. Tabel konversi terdapat pada lampiran G, sehingga didapat nilai sigma sebesar 3,97 yang berarti berarti buruk, terutama pada proses peleburan. Karena proses peleburan diketahui menghasilkan paling banyak jenis cacat yaitu tiga jenis cacat.

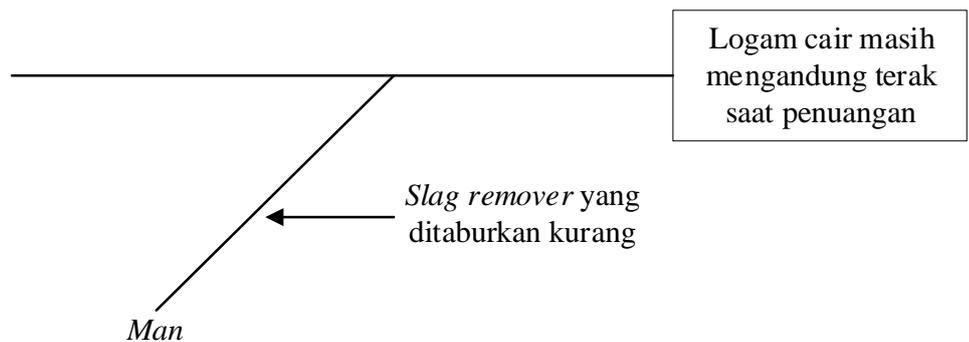
Lalu untuk mengetahui kesalahan-kesalahan yang terjadi pada proses peleburan sehingga menyebabkan cacat beku dini, *blow hole*, dan inklusi terak, dilakukan analisis dengan *fishbone diagram* yang didapatkan setelah observasi lapangan dan mewawancarai operator/QC pada area kerja pengecoran. Observasi lapangan berpedoman pada *process requirement* yang bisa dilihat pada lampiran C. Berikut ini adalah *fishbone* berdasarkan *process requirement* yang tidak terpenuhi.



Gambar I. 4 Fishbone Diagram 1



Gambar I. 5 Fishbone Diagram 2



Gambar I. 6 Fishbone Diagram 3

Berdasarkan pengamatan, terdapat faktor metode, lingkungan dan operator yang menyebabkan *process requirement* pada proses peleburan tidak terpenuhi. Akibatnya menyebabkan *defect* pada produk.

Lalu selanjutnya analisis lebih mendalam tentang penyebab *process requirement* pada proses peleburan tidak terpenuhi menggunakan metode *5 whys*, sebagai alat berpikir untuk mendapatkan akar masalah sehingga dapat diusulkan perbaikan, yang diharapkan dapat mengurangi angka *defect* pada proses peleburan. Analisis *5 whys* dapat dilihat pada lampiran H dan penjelasannya sebagai berikut.

Untuk *proses requirement* yang tidak terpenuhi berupa Suhu Penuangan dibawah 1520 °C terdapat dua faktor yang mempengaruhi. Faktor pertama adalah *environment*. Yang menjadi akar permasalahannya adalah suhu ruangan yang sedang rendah yang paling sering disebabkan oleh hujan. Kondisi demografis bandung tempat PT Xxx berdiri yang dikelilingi pegunungan menyebabkan tekanan angin yang tinggi kerap beberapa kali terjadi. Lalu faktor ke dua adalah *method*. Pada faktor metode yang jadi masalah adalah *ladle* tidak dipanaskan hingga mencapai suhu yang telah ditentukan (800°C). Bukan karena keinginan operator itu sendiri, namun karena tidak ada alat pengukur suhu. Pemanasan *ladle* sendiri merupakan proses tambahan, yang dilakukan untuk memperlambat penurunan suhu logam cair. Namun akan percuma bila *ladle* tidak dipanaskan dengan suhu yang dibutuhkan yaitu 800°C. Lama pemanasan *ladle* tergantung dari bara api yang dihasilkan kompor pemanas, dan besar bara api kompor pemanas tergantung pada bahan bakar yang tersedia. Bara api akan mengecil bila bahan bakar kompor pemanas semakin sedikit atau sudah mulai habis.

Untuk *proses requirement* tidak terpenuhi yang menyebabkan udara terjebak di dalam cetakan setelah penuangan, juga terdapat dua faktor yang mempengaruhi. Faktor pertama adalah *man*. Yang menjadi akar permasalahannya adalah Massa *ladle* yang relatif berat. Hal ini masalah karena operator menjadi sulit mengendalikan debit logam cair hingga mencapai. Faktor yang kedua adalah *method*, yaitu terdapat dua kali penuangan. Tidak mengetahui secara pasti volume logam cair yang dibutuhkan untuk setiap produk membuat *ladle* yang tersedia hanya ada satu ukuran untuk semua produk. Sedangkan ukuran produk berbeda-

beda. Sehingga pada produk tertentu satu *ladle* mungkin cukup untuk dua kali penuangan, namun untuk produk lainnya hanya cukup satu setengah penuangan. Sedangkan logam cair dalam *ladle* tidak boleh tersisa, karena tidak boleh tercampur dengan logam cair yang baru dituang dari tungku, karena dapat menyebabkan beku dini. Pada penuangan kedua logam cair membawa serta udara dari luar ke dalam cetakan. Hal ini akan menambah probabilitas udara yang terjebak.

Untuk *proses requirement* selanjutnya sudah terpenuhi namun logam cair masih mengandung terak saat penuangan. Terdapat satu faktor yang menjadi penyebab yaitu faktor *man*. Sesuai dengan urutan proses. Setelah suhu logam cair tercapai pada suhu 1520-1550°C, selanjutnya adalah dilakukan pembersihan terak. Setelah itu logam cair diperiksa secara visual untuk memastikan sudah tidak ada terak yang tersisa. Apabila setelah dilakukan pembersihan terak masih terdapat sisa-sisa terak, operator harus kembali memeriksa logam cair Yang menjadi akar masalah adalah logam cair menyala (bara api). Hal ini menyebabkan operator silau saat memeriksa sisa terak yang tertinggal setelah dilakukan pembersihan terak. Sehingga operator kesulitan untuk memeriksa terak yang tersisa tersebut.

Setelah diketahui akar permasalahannya. Selanjutnya dibuat prioritas untuk dibuat perbaikan. Prioritas diperlukan agar proses perbaikan berjalan efisien, dimulai dari yang paling *urgent*. Analisis perbaikan dilakukan dengan menggunakan FMEA yang telah dibuat pada Tabel I.5, sebagai berikut.

Tabel I. 3 FMEA

Kesalahan	Faktor	Kegagalan	Akibat kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	D	RPN
Suhu Penuangan dibawah 1520 °C	<i>Environment</i>	Suhu area pengecoran sedang rendah	Suhu logam cair cepat menurun	5	Tekanan angin sedang tinggi dan atau hujan	7	2	70
	<i>Method</i>	<i>Ladle</i> tidak dipanaskan hingga suhu yang ditentukan (800°C)	<i>Treatment</i> perlambatan penurunan suhu mejadi tidak efektif	5	Tidak ada fasilitas alat pengukur suhu	8	6	240

Tabel I. 4 FMEA (lanjutan)

Kesalahan	Faktor	Kegagalan	Akibat kegagalan	S	Penyebab kegagalan	O	D	RPN
Udara terjebak di dalam cetakan setelah penuangan	<i>Man</i>	Debit penuangan terlalu cepat tidak sesuai aturan	Udara terjebak didalam cetakan	5	Operator sulit mengendalikan debit logam cair	5	7	175
	<i>Method</i>	Terdapat dua kali penuangan logam cair ke cetakan	Udara terbawa saat penuangan kedua dan terjebak di dalam cetakan	5	<i>Ladle</i> hanya tersedia satu ukuran	6	7	210
Logam cair masih mengandung terak saat penuangan	<i>Man</i>	<i>Slag remover</i> yang di taburkan kurang	Logam cair masih mengandung terak saat penuangan	5	Operator kesulitan untuk memeriksa terak yang tersisa	2	1	10

Setelah diketahui prioritas perbaikan. Selanjutnya adalah dibuat perancangan perbaikan. Fokus pada pendahuluan adalah proses peleburan. Oleh karena itu penulisan kali ini akan berfokus pada usulan perbaikan pada proses peleburan.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah pada PT. Xxx, dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana usulan perbaikan yang tepat untuk meminimasi *defect* yang terjadi pada proses peleburan produksi komponen *coupling head* di PT. Xxx?

I.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses peleburan produksi pada proses produksi *Coupling Head Air Brake System* di PT Xxx

2. Memberikan usulan perbaikan pada proses produksi *Coupling Head Air Brake System* di PT Xxx dalam rangka penerapan *continuous improvement* dalam segala aspek perusahaan.

I.4 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menggunakan data historis pada tahun 2018.
2. Penelitian hanya sampai tahap usulan alat dan tidak sampai tahap implementasi.
3. Penelitian ini hanya dilakukan pada proses produksi komponen *coupling head*.
4. Penelitian tidak melakukan perhitungan terhadap ukuran *ladle* yang sesuai dengan masa cetakan.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi Perusahaan
Manfaat penelitian ini bagi perusahaan yaitu sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun dan mengambil tindakan untuk meminimalkan jenis cacat *coupling head* keropos pada produksi subkomponen *coupling head* di PT Xxx.
2. Bagi Akademisi Teknik Industri
Manfaat penelitian ini bagi Teknik Industri yaitu sebagai bentuk penyelesaian masalah yang berhubungan dengan bidang Teknik Industri pada produksi produk *coupling head* di PT Xxx dengan metode six sigma.

I.6 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini disusun berdasarkan sistematika yang sudah di tentukan, adapun sistematikanya adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan berisi latar belakang dalam penulisan kali ini menggunakan metode six sigma dengan cara menggunakan *define*, *measure*, dan *analyze* sebagai alat untuk menentukan latar belakang. Selain itu pada bab ini juga berisi rumusan masalah, tujuan penelitian,

batasan penelitian, manfaat penelitian bagi perusahaan dan bidang teknik industri, dan sistematika penulisan yang berisi ringkasan isi setiap bab.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi literatur yang relevan dengan permasalahan yang diteliti.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci meliputi: tahap merumuskan masalah penelitian, mengembangkan model penelitian, merancang pengumpulan dan pengolahan data, dan implementasi.

Bab IV Usulan Perbaikan

Bab ini berisi membahas tentang perbaikan yang diusulkan. Penentuan perbaikan dimulai dengan membuat alternatif perbaikan yang diusulkan berdasarkan keadaan lapangan. Selanjutnya menggunakan metode kipling sebagai alat berpikir menentukan perbaikan mana yang lebih tepat untuk diterapkan.

Bab V Analisis

Pada bab ini menganalisis tentang kelebihan dan kekurangan perbaikan yang diusulkan. Selain itu juga simulasi stabilitas dan kapabilitas untuk membuktikan bahwa perbaikan akan berpengaruh positif terhadap perusahaan juga dilakukan pada bab ini.

Bab VI Penutup

Pada bab ini berisikan, kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.