

Analisis Kegagalan Material Stem Control Valve Desuperheater PLTU 1x660 Mw PT.Lestari Banten Energi

Yohannes TP Situngkir¹; Andika Widya Pramono²; Sugeng Priyono³

^{1,2} Fakultas Teknik, STT-PLN

³ PT. Lestari Banten Energi

¹ yohanessitungkir53@gmail.com

ABSTRACT

On the boiler there is the desuperheater which serves to control the temperature of the steam that comes out from the superheater steam superheater that goes into the turbine, in the desuperheater there is control valve that serves to control steam, the Control valve is driven by the actuator and oil hidrolik as Activator open the lid valve, actuator materials found in a component that experienced a failure of the material in the form of a patahnya stem. To find out the root cause and failure mechanism of the stem, then carried out studies and research which include visual observation and analysis of several such testing testing testing metalografi of violence, in order to know microstructure, testing fraktografi and testing SEM-EDS Mapping.

Keywords: *failure analysis, stem control valve desuperheater, metalografi, Rockwell cone, fraktografi, SEM-EDS mapping*

ABSTRAK

Pada boiler terdapat desuperheater yang berfungsi untuk mengontrol temperatur uap yang keluar dari superheater Control valve digerakkan oleh actuator dan minyak hidrolik sebagai penggerak buka tutupnya valve, pada material actuator ditemukan suatu komponen yang mengalami kegagalan material berupa patahnya suatu stem. Untuk mengetahui akar penyebab dan mekanisme kegagalan stem, maka dilakukan studi serta penelitian yang meliputi pengamatan visual dan analisis dari beberapa pengujian seperti pengujian kekerasan, pengujian metalografi guna mengetahui struktur mikro, pengujian fraktografi untuk melihat struktur makro dan pengujian SEM – EDS mapping.

Kata Kunci: *analisa kegagalan, stem control valve desuperheater, metalografi, Rockwell cone, fraktografi, SEM-EDS mapping*

1. PENDAHULUAN

PLTU Banten 1x660 MW merupakan pusat listrik yang terinterkoneksi dengan transmisi Jawa Bali dalam proses pengoperasiannya tentu dapat terjadi masalah atau gangguan yang dapat mempengaruhi efisiensi PLTU tersebut. Gangguan yang terjadi selama operasi PLTU harus segera diatasi untuk menjaga efisiensi. Proses operasi PLTU Banten 1x660 MW menggunakan tipe boiler Once Through yang tidak jauh berbeda dengan tipe boiler yang menggunakan tipe Drum. Perbedaannya ada pada pemanfaatan kembali panas yang masih terdapat dari steam keluaran superheater turbin, sehingga efisiensi PLTU dalam pembakaran dapat bertambah.

Dimana PLTU ini memiliki tiga peralatan utama (*main building*) dalam sistem PLTU, yakni *boiler*, turbin, dan generator. Boiler merupakan komponen yang berfungsi menghasilkan uap yang nantinya digunakan untuk memutar turbin, salah satu bagian dari boiler adalah superheater, dimana superheater berfungsi sebagai second heater setelah burner, superheater akan memanaskan uap basah menjadi uap kering. Dalam mengoptimalkan proses pemanasan uap pada superheater diperlukan alat-alat yang mendukung kerja dari superheater salah satunya adalah desuperheater

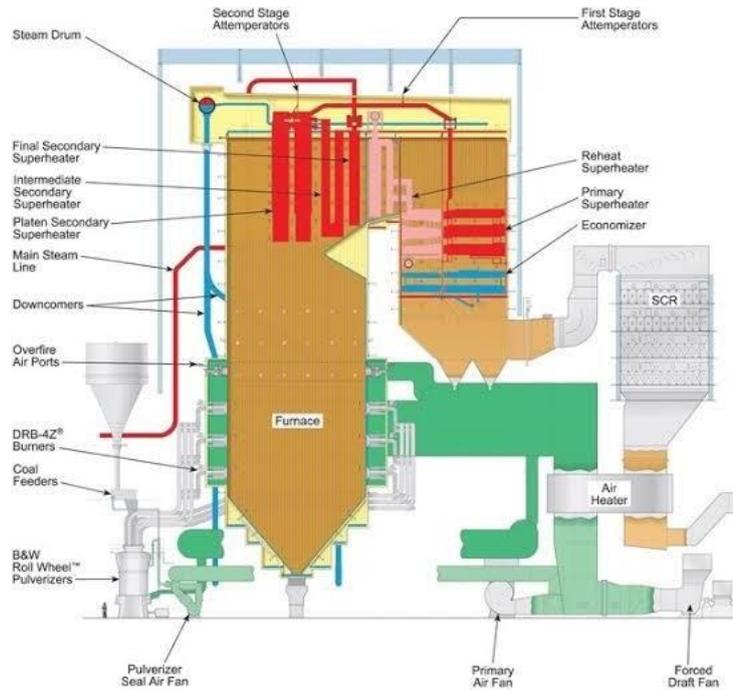
Desuperheater berfungsi untuk menurunkan temperatur didalam pipa untuk steam kering temperatur tinggi dan pressure tinggi. Pada komponen desuperheater terdapat control valve yang berfungsi untuk mengatur bukaan valve spray steam superheat dan Control Valve Desuperheater mempunyai komponen *Stem* yang tersambung dengan *Plug* dimana kedua komponen ini berfungsi untuk membuka dan menutup valve secara linear, apabila *stem* control valve mengalami kerusakan maka control valve tidak dapat beroperasi secara maksimal maka akan mempengaruhi kinerja dari Control valve desuperheater. Hal ini bisa menghambat proses membuka dan menutup valve pada control valve desuperheater. Kerusakan material *stem* dari control valve merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja dari control valve.

1.1. KAJIAN LITERATUR

1.1.1. Boiler

Boiler merupakan peralatan penukar panas yang memiliki fungsi utama yaitu mengubah air menjadi uap pada tekanan dan temperature tertentu untuk memutar *steam* turbin. *Boiler* yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan *water tube boiler* (*boiler* pipa air). Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan panas hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar.

Pada *boiler* dengan tekanan ruang bakar negative, gas panas hasil pembakaran dihisap oleh *induced draught fan* sekaligus menghisap udara luar masuk kedalam ruang bakar. Gabungan dari kedua cara tersebut diterapkan pada *balanced draught* yang memiliki baik *forced draught fan* untuk mendorong udara luar masuk kedalam *boiler*, dan *induced draught fan* untuk menghisap gas panas hasil pembakaran. *Boiler* dengan tekanan ruang bakar negative, jarang digunakan (kurang ekonomis). Sedangkan *boiler* dengan tekanan *balanced draught* banyak digunakan pada boiler yang menggunakan bahan bakar batubara.



Gambar 1. Skema Boiler

1.1.2. Control Valve Desuperheater

Control Valve Desuperheater adalah control valve yang berfungsi untuk mengatur bukaan valve pada pipa desuperheater dan secara system desuperheater control valve adalah gabungan temperature control valve dengan nozzle desuper heater.

TCV atau temperature control valve yg berfungsi untuk mengatur water flow untuk injeksi ke nozzle desuperheater berdasarkan temperature control di pipa steam di downstream Desuperheater dan Nozzle desuperheater yg berfungsi untuk mengubah kondisi steam (misal: dari High Pres Steam ke Medium Pres steam atau dari mid press steam ke Low press steam).



Gambar 2. Control valve desuperheater

1.1.3. Baja

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu dasar campurannya. Di samping itu baja juga mengandung unsur- unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja.

a. Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah adalah baja padaun dengan jumlah unsur paduan <10% dan memiliki kadar karbon sama seperti baja karbon, tetapi ada sedikit unsur paduan. Penambahan unsur paduan dapat meningkatkan kekuatan tanpa mengurangi keuletannya, kekuatan fatigue selain itu daya terhadap korosi, aus, dan panas lebih baik.

b. Baja Paduan Tinggi

Baja paduan tinggi adalah baja paduan dengan kandungan unsur paduan diatas 5%. Baja paduan tinggi memiliki beragam jenis diantaranya baja tahan karat, baja mangan, baja perkakas. Baja paduan tinggi digunakan untuk keperluan-keperluan khusus yang memang diperlukan karakteristik material tertentu yang tidak terdapat pada baja paduan rendah.

1. Baja Tahan Karat (*Stainless Steel*)

Memiliki kandungan krom lebih besar dari 11%. Baja tahan karat terbagi dalam beberapa jenis yakni baja tahan karat feritik, baja tahan karat austenitic, baja tahan karat martensit dan baja tahan karat duplek.

2. Baja Perkakas (*Tools Steel*)

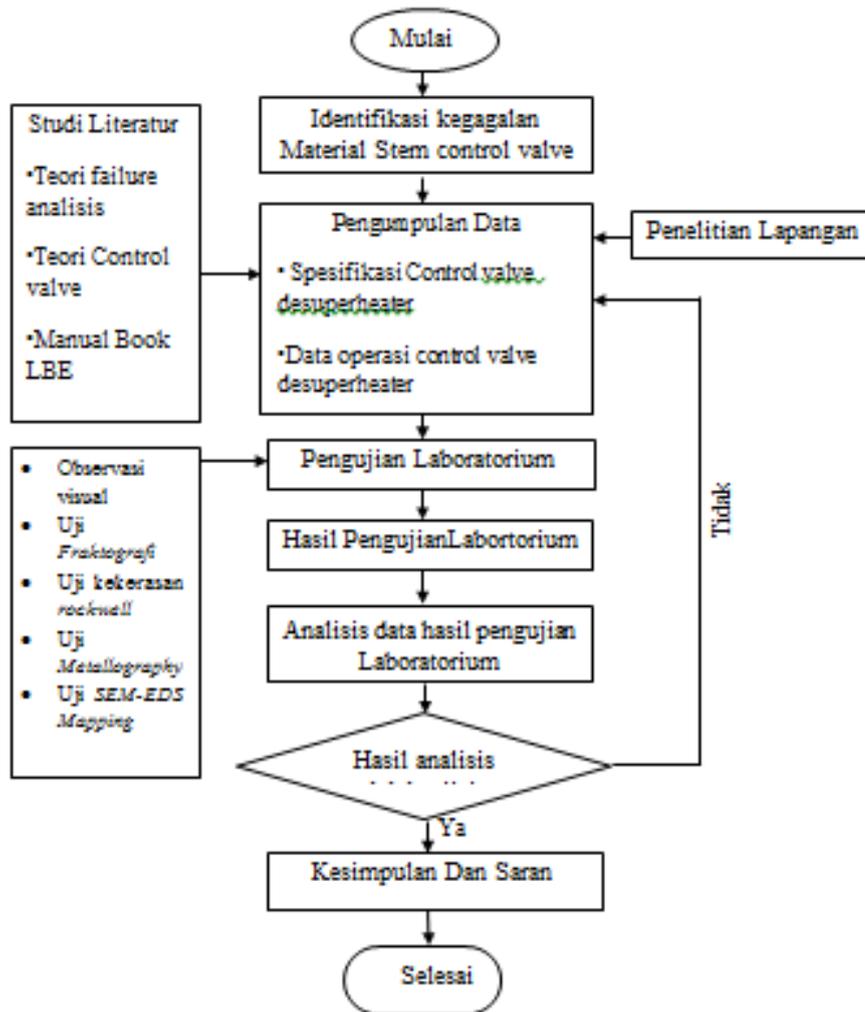
Digunakan diberbagai kepentingan dalam proses permesinan. Baja ini digunakan setelah perlakuan panas/*heat treatment*. Berdasarkan jenis *heat treatment* maka baja ini dibedakan dalam beberapa kelompok. Kelompok *tools steel* tipe W, dimana baja perkakas yang dikeraskan dengan pencelupan dalam air. Baja *tools steel* tipe To dimana baja perkakas yang dikeraskan dengan pencelupan kedalam oli. Baja *tools steel* tipe A dimana baja perkakas yang dikeraskan dalam pendinginan udara bebas.

3. Baja Mangan (*Manganeese Steel/Hadfield Steel*)

Memiliki kandungan mangan lebih besar 13% dan karbon lebih besar 1%. Baja ini memiliki struktur mikro austenite pada suhu kamar. Sifat mekaniknya memiliki kekerasan tinggi dan jika dideformasi akan semakin bertambah keras karena struktur austenit menjadi martensit atau lebih keras.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini sangat membantu penulis untuk melakukan penyusunan tugas akhir. Karena penulis dapat melakukan penelitian dengan menggunakan metode pengujian. Dimana penulis bertujuan untuk melakukan analisa dan pengujian Stem control valve desuperheater, karena penulis dalam skripsi ini memiliki judul Analisis Kegagalan Material Stem control valve desuperheater PLTU 1x660 MW PT.Lestari Banten Energi Guna mengetahui faktor yang mempengaruhi terjadinya kegagalan yang terjadi pada *Stem Control valve desuperheater*.



Gambar 3. Flow chart kerangka pemecahan masalah

a. Teknik Pengumpulan Data

Agar tujuan penelitian dapat diselesaikan dengan baik, maka diperlukan teori berupa informasi dengan keterangan data data yang akurat sebagai landasan penulisan dan penyusunan skripsi penulis. Untuk teknik pengumpulan data dapat dengan cara sebagai berikut:

1. Pengarahan

Penulis mendengarkan pengarahan, penjabaran serta pengetahuan berupa penjelasan tentang PLTU secara umum dan teori tentang *failure analysis* dengan dosen pembimbing, pembimbing lapangan maupun didalam perkuliahan umum dikampus sebelum melakukan penelitian.

2. Pengamatan (Observasi)

Penulis melakukan pengamatan secara langsung pada sampel *Stem control valve desuperheater*, dan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan skripsi ini tentang spesifikasi *control valve desuperheater* dan data- data yang diperlukan.

3. Wawancara

Penulis melakukan wawancara tanya jawab dengan pihak-pihak yang berkompete pada bidang- bidang yang berhubungan dengan pembahasan masalah

skripsi penulis.

4. Studi Literatur

Penulis mempelajari literatur- literatur yang ada hubungannya dengan materi skripsi, antara dengan menggunakan studi kepustakaan dari catatan selama perkuliahan, catatan selama melakukan penelitian, perpustakaan STT-PLN, dan informasi-informasi pendukung dari internet dan paper jurnal. Studi ini dilakukan untuk memperoleh data sekunder. Melalui studi pustaka diperoleh teori dan data pendukung penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengamatan Visual

Pengamatan visual dilakukan pada area *Stem control valve desuperheater* yang mengalami kerusakan. Identifikasi *stem control valve* ini terjadi di PLTU PT.Lestari banten energi. Diidentifikasi terjadi perpatahan pada bagian stem dan plug control valve desuperheater. Pengamatan ini dapat mengidentifikasi jenis serta pengujian yang akan dilakukan. Pada gambar 4 menunjukkan kondisi dari *sambungan antara stem dan plug control valve* tersebut.



Gambar 4. Permukaan stem dan plug yang mengalami perpatahan



Gambar 5. Patahan antara stem dan plug

Dilihat dari bentuk patahan stem control valve desuperheater seperti gambar 4 menunjukkan bahwa bentuk Patahan yang terjadi, yaitu patahan *fatigue*. Patahan *fatigue* adalah material pada saat mengalami patahan terjadi pembebanan yang berulang-ulang.

3.2. Analisis Hasil Pengujian Kekerasan (Rockwell Cone)

Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Rockwell C hardness test* (HRC) untuk memeriksa sifat mekaniknya. Table 2 berisi lokasi titik pengujian kekerasan pada sampel. Dapat dilihat dari hasil pengujian kekerasan diatas terjadi kenaikan nilai kekerasan dari daerah normal pada titik 1 28.9 HRC dengan daerah patah atau kegagalan pada no 5 yang nilai kekerasannya sebesar 29.8 HRC hal ini terjadi karena ketidak homogenan nya kekerasan maka terjadi konsentrasi tegangan didaerah patah.

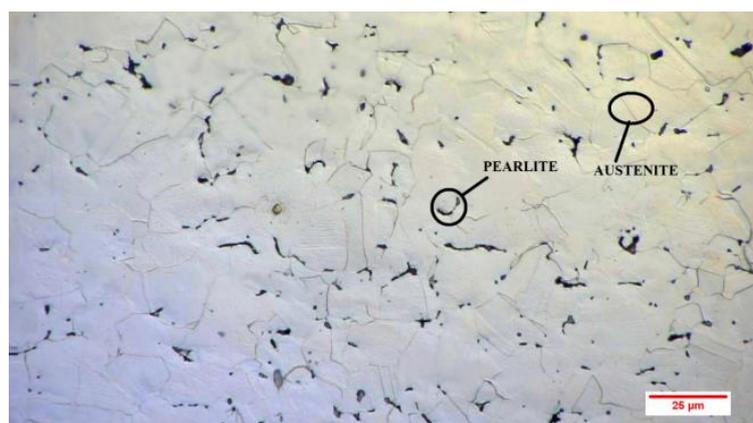
Dan dibandingkan dengan standar SA 479 XM-19 nilai kekerasan material stem contro valve sudah mengalami penurunan kekerasan hal ini terjadi karena pembebanan yang berulang.

Tabel 1. Data hasil pengujian kekerasan

Kode Sampel	Penjejakan	Nilai Kekerasan	Rata-rata	Standar Kekerasan SA 479 XM-19	Keterangan
SA 479 XM-19	I	28.9	Vertical (Value) Axis 29 HRC	32 HRC	150 kgf
	II	29.1			
	III	29.4			
	IV	29.4			
	V	29.8			

3.3. Analisis Hasil Pengujian Methalography

Analalisis struktur mikro dilakukan pada material stem control valve desuperheater dengan Teknik metalografi.



Gambar 6. Struktur mikro perbesaran 1000x



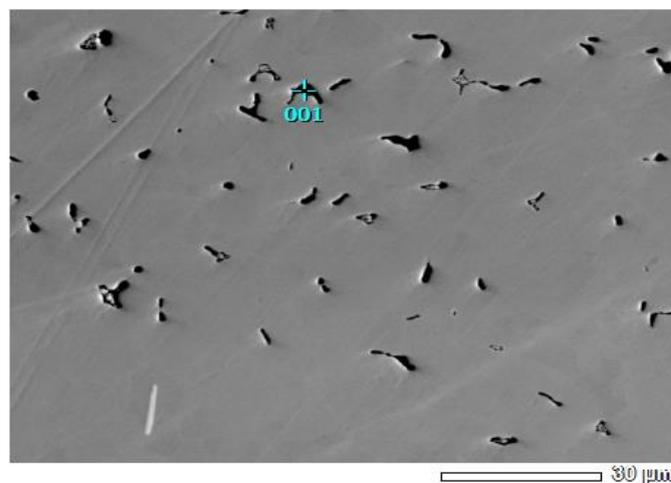
Gambar 7. Struktur mikro perbesaran 500x

Pada gambar 6 daerah normal dan gambar 7 daerah dekat patah struktur mikro dari sampel material stem control valve dilihat bahwa struktur mikro tersebut adalah struktur mikro berupa fasa *pearlite* dan *austenite*. Pada sampel *stem control valve desuperheater* terdapat area berwarna hitam yang menunjukkan warna hitam menunjukkan area *pearlite*, serta *austenite* menunjukkan nilai kandungan karbon yang besar pada struktur mikro.

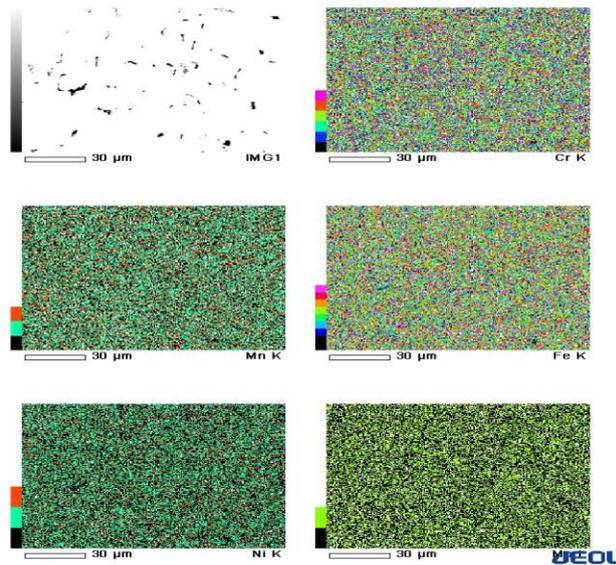
Hasil pengujian metalografi pada sampel stem control valve daerah dekat patah dengan sampel pada daerah normal struktur mikro nya tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena nilai kekerasan yang terjadi pada daerah normal dan daerah patah material stem control valve tidak terlalu tinggi. Temperatur pengoperasian yang lama membuat ketahanan terhadap panas mulai berkurang, sehingga menyebabkan stem control valve tersebut fatigue. Thermal fatigue ini membuat logam mulur ketika terkena panas dan menyusut ketika panas tersebut berkurang ataupun hilang.

3.4. Analisis Hasil Pengujian SEM EDS Mapping

Pada pengujian ini menggunakan metode SEM (*Scanning Electron Micoscope*) dan EDX (*Energy Dispersion Spectrometer*) dilakukan pada area permukaan material *stem control valve desuperheater*



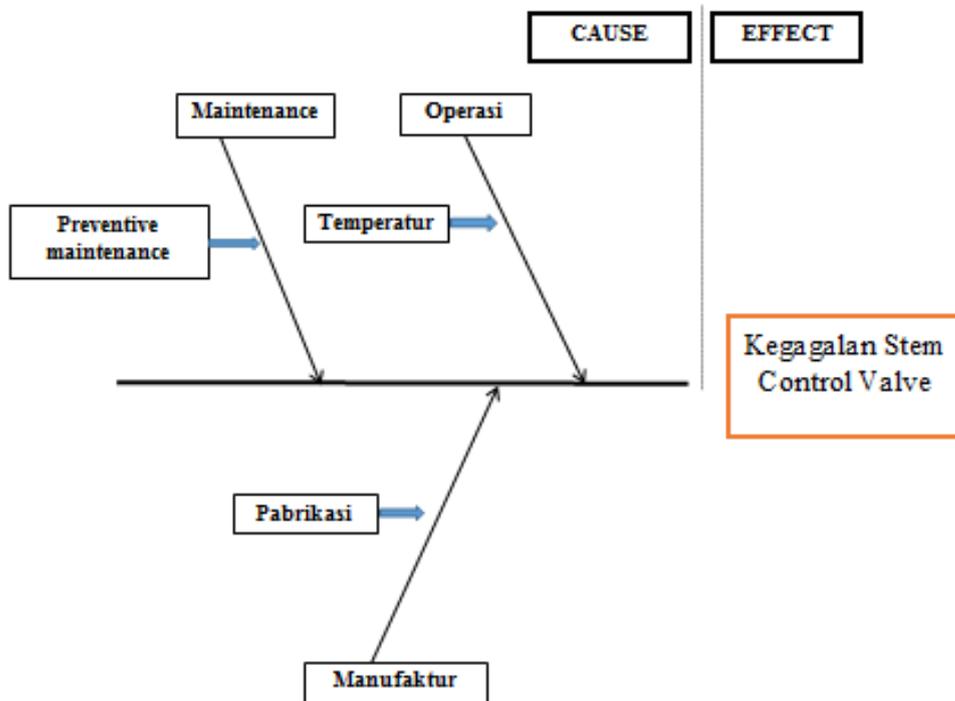
Gambar 8. Hasil pengujian SEM perbesaran 300x



Gambar 9. Mapping daerah yang di tembak dekat patah

Berdasarkan hasil mapping sampel yang dekat patah diatas dapat dilihat bahwa penyebaran unsur Cr,Mn,Fe,Ni,dan Mo cukup merata pada seluruh bagian dan tidak terlihat kecacatan dalam penyebaran unsur tersebut.

3.5. Analisis Diagram Fishbone



Gambar 10. Diagram *Fish bone*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan analisis pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Pada pengamatan visual material stem control valve desuperheater terdapat patahan pada bagian sambungan dengan plug dikarenakan adanya proses berulang ulang yang diterima oleh stem control valve desuperheater
- 2) Pada pengujian Fraktografi pada permukaan material yang mengalami kegagalan dapat dilihat bahwa material stem control valve mengalami kelelahan dari proses kerja yang berulang-ulang dan mengakibatkan material tersebut menjadi patah lelah.
- 3) Pada pengujian kekerasan daerah yang mengalami kegagalan stem control valve desuperheater ditandai dengan meningkatnya nilai kekerasan dan ketidak homogenan kekerasan sehingga terjadi konsentrasi tegangan didaerah patah dan dibandingkan dengan standar ASTM SA 479 XM-19 nilai kekerasan material stem control valve sudah mengalami penurunan dan terjadi pembebanan yang berulang.
- 4) Pada pengujian struktur mikro fasa pada daerah normal dan dekat patah tidak banyak mengalami perubahan hal itu disebabkan karna nilai kekerasan dari daerah dekat patah dengan daerah normal tidak mengalami kenaikan yang begitu signifikan dan yang terbentuk pada material stem control valve desuperheater yakni pearlite dan austenite hal ini disebabkan karna material stem control valve desuperheater ialah stainless steel.
- 5) Berdasarkan hasil mapping sampel dapat dilihat bahwa penyebaran unsur Cr,Mn,Fe,Ni,dan Mo cukup merata pada seluruh bagian dan tidak terlihat kecacatan dalam penyebaran unsur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Choriyah, Miftahul. Kurniawan, Dicky Nurhuda,Wahyu.Sistem Kerja PLTU Banten 1x600MW.LaporanMagangtidakditerbitkan.Jakarta:SekolahTinggiTeknikPLN,2016.
- [2] Maharani Devi.MateriControlValve,(online).
(<https://id.scribd.com/document/363618274/Materi-Control-Valve>)
- [3] EkyWahyudaPraluni,controlvalve,(Online).
(<https://id.scribd.com/doc/149341220/ControlValve>,diakses22juni2013).
- [4] Anonim.ManualBook Operation Regulation.Harbin Electric International CompanyLimited.2016.
- [5] Covert, Roger A and Tuthill, Arthur H. 2000. Stainless Steels: An Introduction to Their Metallurgy and Corrosion Resistance, Dairy, Food and Environmental Sanitation, Vol. 20, No. 7, Pages 506-517.