

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR KUALITAS DAN DAMPAK AIR INDUSTRI TERHADAP MESIN DAN KUALITAS PLAT

Khadijah, Afni[†]

Jurusan Teknik Industri Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117
afni.khadijah@yahoo.com

Muantulloh²

Jurusan Teknik Industri Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117
Muantwo76@gmail.com

ABSTRAK

Masalah yang timbul pada kualitas produk tidak hanya berasal dari proses mikrostruktur saja, tetapi dapat bersumber dari kualitas air yang tidak normal. Metode seven tools digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab turunnya kualitas air. Dengan metode ini didapatkan beberapa faktor yang mempengaruhi faktor kualitas air seperti pH, Cl, Turbidity, SS, Fe, m-Al, Ca-H, PO₄. Setelah analisis data diketahui bahwa turbidity dapat menyebabkan terbawanya partikel kerak besi di dalam air sehingga apabila kerak besi menempel pada permukaan plat maka akan menyebabkan cacat pada permukaan plat. faktor kualitas lainnya seperti pH juga berdampak pada tingkat korosifitas mesin dan perpipaan berbahan besi. Semakin asam atau basa suatu larutan maka tingkat korosifitasnya semakin kuat dan semakin besar nilai turbidity maka semakin besar potensi terbawanya partikel kerak besi yang memungkinkan terjadinya penumpukan bahkan penyumbatan pada pipa.

Kata kunci: Faktor kualitas, Fe, Kualitas air, pH, Turbidity

[†] Corresponding Author

1. Pendahuluan

Peran air pada sektor industri memiliki peranan penting, baik untuk proses produksi maupun sebagai proses penunjang. Banyak pengguna industri yang menggunakan air, termasuk sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan air sebagai pendingin atau sumber energi, hingga industri manufaktur menggunakan air sebagai pelarut.

Salah satu fungsi air untuk proses penunjang. Air yang digunakan untuk proses penunjang biasanya dimanfaatkan untuk proses pertukaran panas di *heat exchanger*, sistem pelumasan dan sistem hidrolis.

Seiring dengan visi Perusahaan Produsen Baja menjadi perusahaan baja terpadu yang paling kompetitif untuk mempersembahkan kebanggaan bagi Indonesia, maka dibutuhkan produksi baja yang sangat berkualitas. Salah satu produk Perusahaan Produsen Baja adalah Plat. Plat adalah produk yang di buat dari hasil reduksi slab menggunakan proses *rolling*. Sebelum proses *rolling*, slab dipanaskan terlebih dahulu sampai temperatur yang sesuai di sebuah alat yang bernama *Reheating Furnace*. Selama proses pemanasan berlangsung maka akan timbul

kerak pada permukaan slab. Setelah proses pemanasan selesai maka kerak yang ada di slab kemudian di hilangkan menggunakan air bertekanan tinggi. hingga slab bisa direduksi atau ditipiskan pada proses *rolling*.

Selama proses *rolling*, dibutuhkan air yang berkualitas. salah satu karakteristik air yang dibutuhkan adalah air yang tidak keruh. Standar kekeruhan air disebut standar *turbidity* dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Air dengan nilai *turbidity* yang tinggi akan membawa partikel-partikel kerak sehingga jika kandungan kerak ini menempel pada plat maka akan timbul cacat pada permukaan plat. Tentu saja plat dengan standar internasional harus memenuhi persyaratan

yang sangat ketat sehingga dihasilkan plat yang berkualitas.

1. Metode

Metode penelitian khusus ini dilakukan dengan beberapa tahap seperti studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data.

1.1 Pengumpulan Data Pengolahan Data

Pada proses pembuatan plat, bahan baku atau slab ditipiskan menggunakan *work roll* yang menempel di *cover* atau *housing finishing mill*. Selama proses penipisan slab menjadi plat terdapat sistem fasilitas penunjang agar proses penipisan slab berjalan lancar. Fasilitas penunjang tersebut antara lain, sistem hidrolis, pelumasan, pendinginan fasilitas dan udara bertekanan sebagai penggerak sistem pneumatik.

Efek dominan dari sistem penunjang yang kurang berkualitas ini terlihat pada perubahan-perubahan fisik mesin, peralatan, bahkan produk.

2.1.1 Metode Sampling

Metode pertama pada penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel air sebagai dasar pengumpulan data. Pengambilan sampel dilakukan di beberapa titik seperti , *suction* pompa, dan *discharge* pompa.

Media untuk mengambil sampel adalah menggunakan botol. Berikut ini adalah langkah-langkah pengambilan sampel:

1. Pertama botol dibersihkan menggunakan air bersih dan kemudian di kocok selama beberapa menit agar botol menjadi bersih. Ulangi langkah ini sebanyak 3 kali.
2. Buka *valve suction* pompa, lalu biarkan air mengalir beberapa detik agar diperoleh air yang lebih bersih.
3. Masukkan air sampel kedalam botol.
4. Tutup botol sampel
5. Tutup manual *suction valve* pompa.
6. Uji lab

2.1.2 Uji lab

Setelah dilakukan uji lab maka diperoleh data kualitas air industri sebagai berikut:

Tabel 2.1 Data Kualitas Air

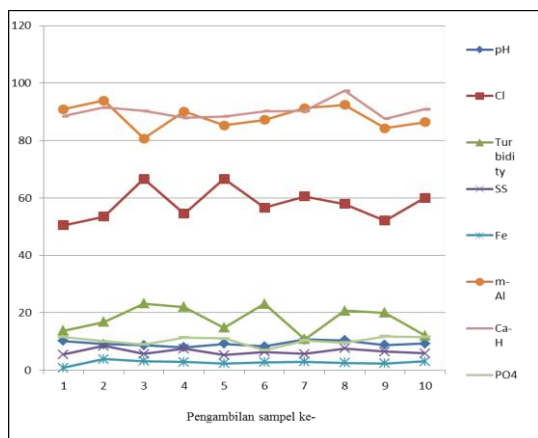
Parameter Sampel ke-	pH	Cl	Turbidity	Suspended Solid (SS)	Fe	m-Al	Ca-H	PO ₄
	8-10	< 140	< 15		< 3	< 130	< 180	< 12
1	10,22	50,54	30,88	5,5	0,9	90,93	88,54	11,62
2	9,09	53,54	33,88	8,5	3,9	93,93	91,54	10,09
3	8,76	66,66	23,22	5,7	3,2	80,67	90,33	9,06
4	7,99	54,55	32,32	7,5	2,9	90,09	87,88	11,43
5	9,23	87,33	21,44	5,3	2,4	85,34	88,45	11,1
6	8,34	56,66	23,12	6,4	2,8	87,19	90,23	7,04
7	10,76	60,53	19,8	5,7	3	91,28	90,32	10,45
8	10,43	57,98	20,78	7,6	2,6	92,43	97,32	9,65
9	8,78	52,12	20,06	6,5	2,4	84,33	87,6	11,8
10	9,34	59,99	19,09	5,9	3,1	86,38	90,89	11,6

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil dan Pembahasan analisis faktor-faktor kualitas air industri disajikan dalam metode seven tools berikut:

1. Stratification method

Hasil pengujian lab terhadap sampel air industri membuktikan bahwa terdapat beberapa unsur yang menjadi parameter kualitas air tersebut. Setelah uji lab terhadap air industri didapatkan parameter kualitas seperti pH, Cl, Turbidity, suspended solid (SS), Fe, m-Al, Ca-H dan PO₄. Agar memudahkan dalam identifikasi setiap parameter tersebut, berikut adalah stratifikasi atau penggolongan parameter kualitas air industri dari hasil pengujian di laboratorium:



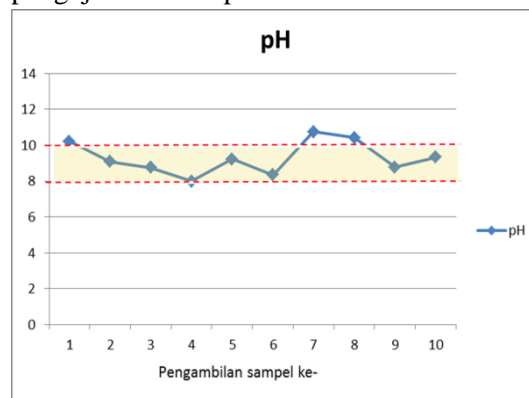
Gambar 3.1 Stratifikasi parameter kualitas air

2. Peta kendali (control chart)

Pada peta kendali terlihat adanya titik-titik parameter yang melampaui bataskontrol atas/BKA (*uper control limit/UPL*) dan batas kontrol bawah/BKB (*bottom control limit/BCL*). Nilai masing-masing parameter dapat disajikan pada grafik berikut:

a. pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Berikut nilai pH hasil pengujian sampel di laboratorium:



Gambar 3.2 Nilai pH

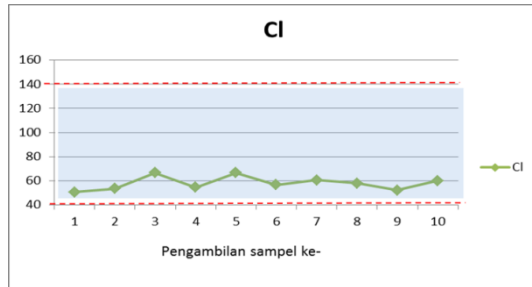
Pada grafik diatas terdapat tiga sampel yang melebihi batas kontrol atas. Sampel pertama yang melebihi BKA sebesar 10,22, kemudian sampel ketujuh sebesar 10,76 dan sampel kedelapan sebesar 10,43. Nilai yang melebihi BKA harus dikendalikan atau diturunkan sehingga diperoleh nilai yang sesuai standar. kenaikan nilai pH diatas dapat diatasi dengan metode pengenceran dengan cara menambahkan air bersih kedalam basin penampungan. Proses pengenceran akan menurunkan konsentrasi asam atau basa pada larutan.

b. Cl (Chlorin)

Chlorin adalah unsur yang umum di Bumi, tetapi tidak ditemukan secara alami dalam keadaan murni karena sangat reaktif dan cenderung membentuk senyawa dengan unsur-unsur lainnya. Sifat kimia Cl adalah

sebagai disinfektan. Sebagai disinfektan, Klor dalam air harus diamati karena jika dalam konsentrasi yang berlebih klor dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk senyawa yang bersifat karsinogenik.

Selama proses penggunaan air di *plate rolling*, hasil lab membuktikan bahwa nilai parameter Cl selalu berada pada nilai standar. Sehingga nilai Cl tidak berpengaruh pada kualitas mesin dan plat. Berikut nilai Cl hasil pengujian sampel di laboratorium :

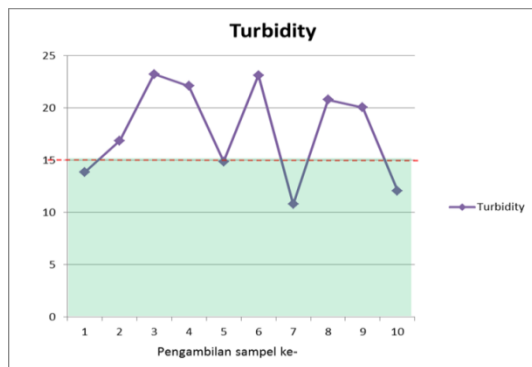


Gambar 3.3 Nilai Cl

c. Turbidity

Turbidity adalah tingkat kekeruhan suatu larutan. kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri.

Berikut adalah nilai *turbidity* hasil pengukuran sampel air industri di laboratorium:



Gambar 3.4 Nilai turbidity

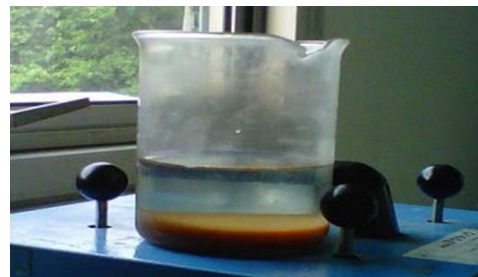
Pada grafik diatas terdapat enam sampel yang melebihi batas kontrol atas. Hasil Sampel kedua yang melebihi BKA sebesar 16,87 NTU (*nephelometric turbidity unit*),

sampel ketiga sebesar 23,22 NTU, sampel keempat sebesar 22,09 NTU, sampel keenam 23,12 NTU, sampel kedelapan sebesar 20,78 NTU, dan sampel kesembilan sebesar 20,06 NTU.

Hal ini disebabkan oleh kandungan kerak besi yang terbawa pada air selama proses penghilangan kerak di permukaan slab. Kandungan kerak besi yang terbawa air tersebut akan menempel pada permukaan slab selama proses *descaler*. Media yang digunakan untuk proses penipisan slab di *rolling* adalah *work roll*. Pada proses penipisan itulah partikel kerak besi yang ada dipermukaan slab akan tergecet oleh *work roll* sehingga menimbulkan cacat pada plat.

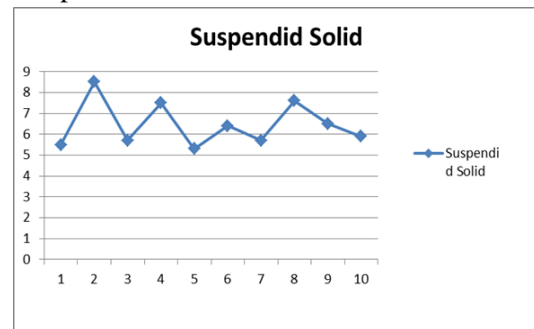
d. Suspended Solid (SS)

Suspended solid adalah total keseluruhan kotoran yang bersifat tampak dan tersuspensi dalam air. Mudahnya kotoran ini terlihat seperti lumpur yang ada didalam air.



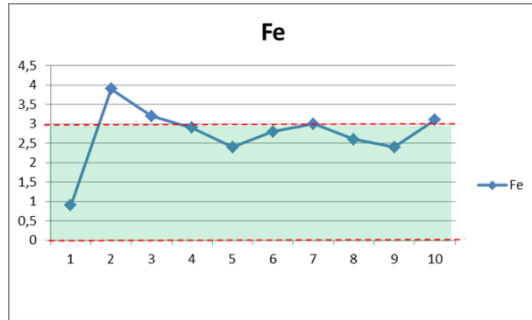
Gambar 3.5 Larutan *suspended solid*

Di *plate rolling* tidak ada paramter khusus untuk *suspended solid* sehingga akibat dan besarnya nilai yang didapatkan tidak berpengaruh pada proses pembuatan plat. Berikut adalah nilai SS hasil pengujian sampel di laboratorium:



Gambar 3.6 Nilai *suspended solid*

Fe adalah simbol kimia untuk unsur besi. Berikut adalah nilai kandungan unsur besi hasil pengujian di laboratorium:



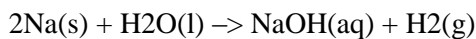
Gambar 3.7 Nilai kandungan unsur Fe di dalam air

Pada grafik diatas terdapat tiga sampel yang melebihi BKA. asil Sampel kedua yang melebihi BKA sebesar 3,9 ppm, hasil sampel ketiga sebesar 3,3 ppm dan hasil sampel kesepuluh sebesar 3,1 ppm.

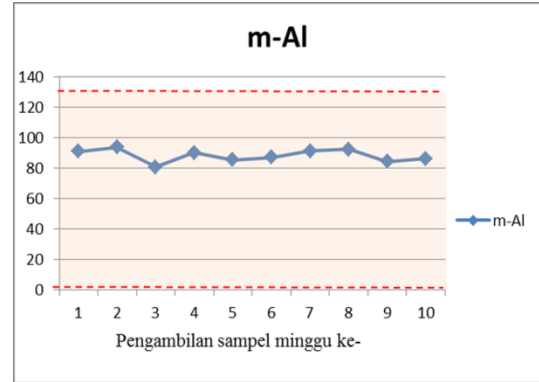
Adanya kandungan Fe didalam air ditandai dengan adanya kerak besi dari hasil *descaler* atau pelepasan kerak dari permukaan slab. Kandungan partikel kerak besi yang terbawa di dalam air dapat menyebabkan cacat jika menempel di permukaan plat.

e. m-Al

Logam alkali atau m-Al (*metal alkali*) adalah kelompok unsur kimia pada Golongan 1 tabel periodik, kecuali hidrogen. Kelompok ini terdiri dari litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr). Semua unsur pada kelompok ini sangat reaktif sehingga secara alami tak pernah ditemukan dalam bentuk tunggal. Semua logam alkali dapat bereaksi dengan air. Reaksinya melibatkan pergantian hidrogen dari air oleh logam, misalnya:



Karena hidroksida logam alkali bersifat basa kuat, maka nilai m-Al harus dikendalikan untuk menjaga pH larutan tetap stabil. Berikut adalah nilai m-Al hasil pengujian sampel di laboratorium:



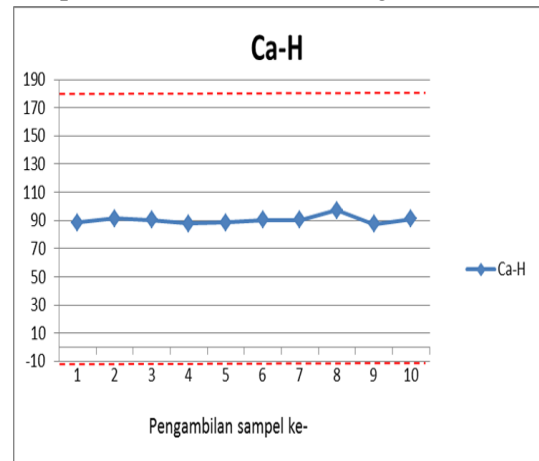
Gambar 3.8 Nilai m-Al

a. Ca-H

Kesadahan (*hardness*) atau Ca-H adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Penyebab air menjadi sadah adalah karena adanya ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} . Atau dapat juga disebabkan karena adanya ion-ion lain dari polyvalent metal (logam bervalensi banyak) seperti Al, Fe, Mn, Sr dan Zn dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil.

Kesadahan air adalah kemampuan air mengendapkan sabun, di mana sabun ini diendapkan oleh ion-ion yang saya sebutkan diatas. Karena penyebab dominan/utama kesadahan adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+} , khususnya Ca^{2+} , maka arti dari kesadahan dibatasi sebagai sifat atau karakteristik air yang menggambarkan konsentrasi jumlah dari ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang dinyatakan sebagai CaCO_3 .

Adapun nilai Ca-H hasil pengujian sampel air adalah sebagai berikut:



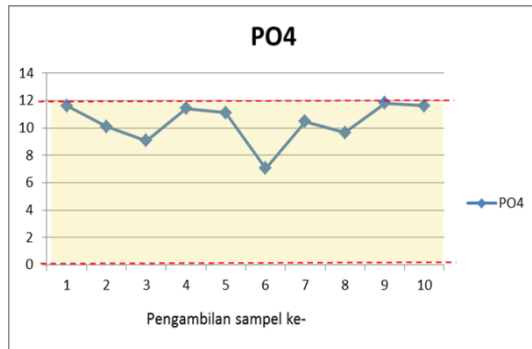
Gambar 3.9 Nilai kesadahan atau Ca-H

a. PO₄

Phospat atau fosfat adalah sebuah ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen. Dalam bentuk ionik, fosfat membawa sebuah -3 muatan formal, dan dinotasikan PO₄³⁻.

Air yang mengandung fosfat berlebih akan terlihat lebih hijau dan jika dibiarkan terus menerus akan menyebabkan pertumbuhan ganggang dan lumut yang akan mengendap di basin penampungan dan di perpiaan.

Berikut adalah nilai sampel air yang telah di lakukan pengujian di laboratorium:



Gambar 3.10 Nilai sampel fosfat

Di grafik terlihat bahwa nilai fosfat yang terkandung di air industri masih di batas normal.

3. Lembar Data (Check Sheet)

Penulisan lembar data dimaksudkan untuk mempermudah penulis dalam mengumpulkan data, sehingga data menjadi sistematis dan teratur. Lembar data pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui nilai kuantitatif data dari hasil pengujian sampel air.

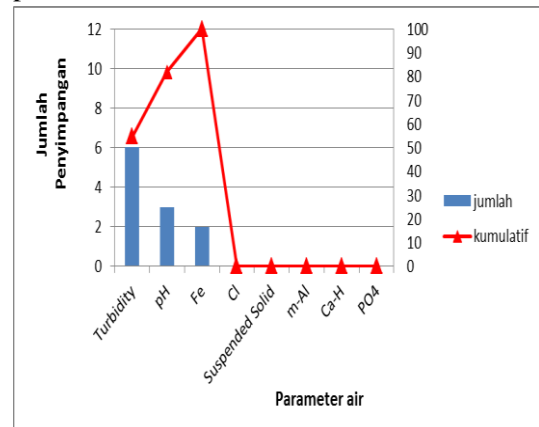
Sebagaimana telah disebutkan diatas bahwa konten lembar data memuat parameter-parameter kualitas hasil pengujian sampel air industri seperti pH, Cl, Turbidity, Suspended Solid (SS), Fe, m-Al, Ca-H dan Po4.

Pengambilan sampel dilakukan di dua titik yang berbeda. Pengambilan sampel pada titik pertama dilakukan di manual

valve suction pump (valve manual sebelum pompa). Dan pengambilan sampel pada titik yang kedua dilakukan di manual valve discharge pump (valve manual setelah pompa).

4. Diagram Pareto

Berikut ini adalah data parameter air industri yang disajikan dalam diagram pareto:



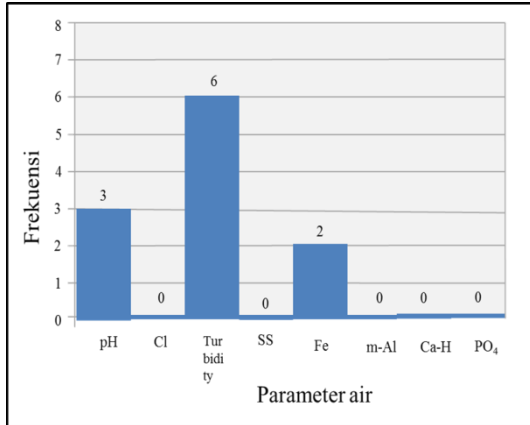
Gambar 3.11 Diagram Pareto parameter air industri

Dari grafik diatas terlihat bahwa parameter turbidity mengalami penyimpangan terbesar dibandingkan dengan parameter yang lainnya. oleh karena itu pengendalian kualitas dapat dilakukan pada parameter turbidity, kemudian pH, kemudian Fe.

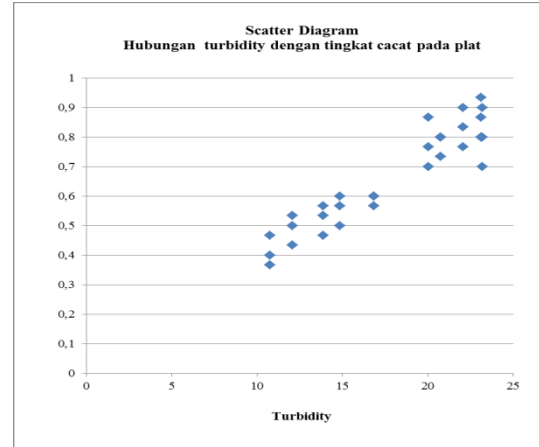
5. Histogram

Setelah dilakukan pengujian terhadap air industri di laboratorium, diperoleh parameter turbidity air dengan frekuensi terbesar yaitu sebanyak enam kali penyimpangan. Untuk parameter pH air dengan frekuensi terbesar kedua sebanyak tiga kali dan parameter Fe air dengan frekuensi ketiga sebanyak 2 kali penyimpangan.

Untuk menunjukkan data parameter yang menyimpang dengan frekuensi terbesar sampai terkeci dapat disajikan pada grafik histogram berikut:



Gambar 3.12 Grafik histogram parameter air

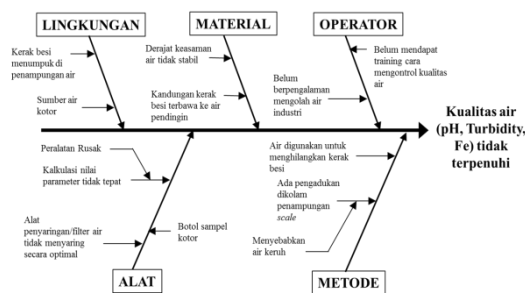


Gambar 3.14 Nilai diagram pencar

6. Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone Diagram*)

Untuk menganalisis parameter-parameter air yang tidak memenuhi standar atau menyimpang, peneliti menggunakan diagram sebab akibat sebagai alat untuk mengetahui sebab-sebab penyimpangan parameter yang mengakibatkan parameter kualitas air di *plate rolling* mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas, maka dapat diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air *plate rolling department*, yaitu dilihat dari segi Operator, Material, Lingkungan, Alat dan Metode. Berikut adalah diagram sebab akibat pada analisis kualitas air di *plate rolling department*.



Gambar 3.13 Diagram Sebab Akibat

7. Diagram Pencar (*Scatter Diagram*)

Korelasi antara kualitas air *turbidity* dengan tingkat cacat pada plat digambarkan pada grafik berikut:

Pada diagram pencar diatas terlihat adanya korelasi atau hubungan antara variabel *turbidity* dengan tingkat cacat yang muncul pada plat. pada diagram tersebut terlihat titik-titik yang mengindikasikan hubungan kuat positif diantara dua variabel. Apabila nilai *turbidity* meningkat maka tingkat munculnya cacat pada plat juga meningkat.

2. Simpulan

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan diatas tentang analisis faktor-faktor kualitas dan dampak air industri terhadap mesin dan kualitas plat, maka diambil kesimpulan:

- Berdasarkan hasil pengujian air di laboratorium terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air di *plate rolling department*, yaitu pH, Cl, *Turbidity*, Suspended Solid, Fe, m-Al, Ca-H, PO₄.
- Dari hasil uji lab terhadap air industri di *plate rolling*, dihasilkan nilai beberapa parameter yang melebihi dari batas normal, seperti pH, *Turbidity* dan Fe.
 - Terdapat enam kali penyimpangan pada parameter pH yang telah diuji pada sampel pertama sebesar 10,22, sampel ketujuh sebesar 10,76 dan sampel kedelapan sebesar 10,43

- di titik A. Kemudian sampel pertama sebesar 10,34, sampel ketujuh sebesar 10,23 dan sampel kedelapan sebesar 10,77 di titik B. Semakin basa atau asam nilai pH suatu larutan maka larutan tersebut bersifat korosif.
- b. Terdapat dua belas kali penyimpangan pada parameter *Turbidity*. Enam kali penyimpangan pada sampel ketiga sebesar 23,22, keempat sebesar 22,09, kelima sebesar 14,86, keenam sebesar 23,12, kedelapan sebesar 20,78 dan kesembilan sebesar 20,26 pada titik A. Kemudian enam kali penyimpangan pada sampel ketiga sebesar 19,98, keempat sebesar 16,89, kelima sebesar 17,98, keenam sebesar 20,09, kedelapan sebesar 19,93 dan kesembilan sebesar 18,88 di titik B. Parameter *turbidity* mengalami penyimpangan paling besar di dibandingkan dengan parameter yang lain sehingga penanganan pada parameter ini harus diprioritaskan. Semakin besar nilai *turbidity* maka semakin besar potensi terbawanya partikel kerak besi yang memungkinkan terjadinya penumpukan bahkan penyumbatan pada pipa.
- c. Pada analisis terhadap parameter Fe, terdapat lima kali penyimpangan. Dua kali penyimpangan pada sampel kedua sebesar 3,9 dan ketiga sebesar 3,3 di titik A. Kemudian tiga kali penyimpangan pada sampel ketiga sebesar 4,4, ketujuh sebesar 3,8 dan kedelapan sebesar 3,5 di titik B.

Semakin besar nilai Fe suatu larutan maka semakin besar potensi kandungan partikel kerak besi yang terbawa di dalam air sehingga dapat menyebabkan cacat jika menempel di permukaan plat.

3. Berdasarkan data keterkaitan pada diagram pencar diatas, dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai *turbidity* maka semakin besar potensi kerusakan atau cacat pada plat.

Daftar Pustaka

1. Chinhanga, J. R. (2010). Impact of industrial effluent from an iron and steel company on the physico-chemical quality of Kwekwe River water in Zimbabwe. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2 (7), 129-140.
2. Cita, D. W., & Andriyani, R. (t.thn.). *KUALITAS AIR DAN KELUHAN KESEHATAN PENGGUNA KOLAM RENANG DI SIDOARJO*. Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga, 26-31.
3. Janna, H., & Al-Samawi, A. A. (2014). *Performance Evaluation of Al- Karkh Water Treatment Plant in the City of Baghdad*. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH, 823-829.
4. Kumar, S., & Singh, G. (2013). *Planning, Designing, Monitoring and Inspection of Wastewater Treatment Systems of Industries*. International Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 225-230.
5. Mahyudin, Soemarno, & Prayogo, T. B. (2015). *Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang*. Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan, Universitas Brawijaya, 105-114.

6. NARIDA, A. (2014). *PERILAKU SANITASI, HIGIENE DAN KESELAMATAN KESEHATAN KERJA (K3) DALAM PRAKTIK MASAKAN INDONESIA SISWA PROGRAM KEAHLIAN TATA BOGA SMK NEGERI 6*. Yogyakarta: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.
7. SHI, H. (t.thn.). *International Journal of Engineering, Science and Technology*. Department of Environmental Science and Engineering , Tsinghua University, Beijing, China.
8. Sidiq, M. F. (2013). *ANALISA KOROSI DAN PENGENDALIANNYA*. Akademi Perikanan Baruna Slawi, 25-30.
9. Sinha, S. K., Sinha, V. K., Pandey, S. K., & Tiwari, A. (2014). *A Study on the Waste Water Treatment Technology for Steel Industry: Recycle And Reuse*. American Journal of Engineering Research (AJER), 309-315.
10. STRUGARIU, M. L., & HEPUT, T. (2012). *MONITORING RESULTS ON INDUSTRIAL WASTEWATER*. UNIVERSITY POLYTECHNIC TIMISOARA, FACULTY OF ENGINEERING HUNEDOARA, HUNEDOARA, ROMANIA, 33-36