

Analisis Keterlambatan Produksi Glukosa Menggunakan Metode *Diagram Fishbone*, FMEA, dan AHP Di PT. Cargill Indonesia – Pandaan Plant

Oleh:

Mokhammad Anggi Syarafi

Prof. Dr. Hana Catur Wahyuni, S.T., M.T.

Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

2025



Pendahuluan

Produk Gula Cair Maltose



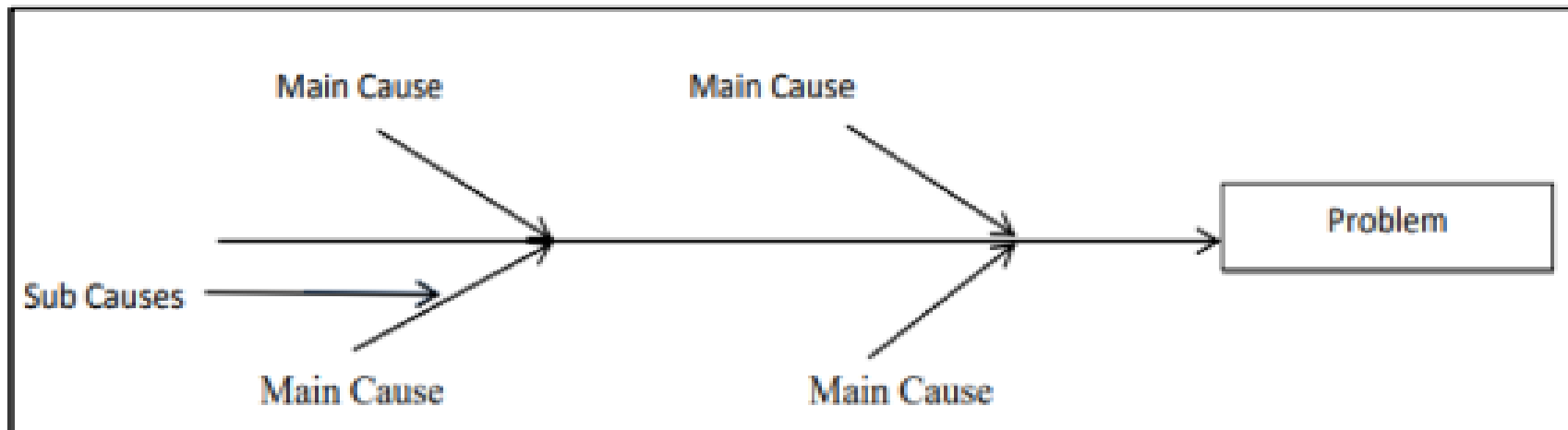
Berdasarkan laporan hasil produksi PT. Cargill Indonesia – Pandaan Plant Seiring meningkatnya kapasitas produksi, performa mesin pun kian lama semakin menurun akibatnya sering terjadi breakdown maintenance yang menyebabkan proses produksi terhenti dan banyak menimbulkan kerugian, yang seharusnya sehari bisa memproduksi 80 mt glukosa maltose namun mengalami penurunan sekitar 20% sehingga produksi hanya mencapai disekitar <70 mt, maka produksi tidak maksimal.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Berdasarkan latar belakang, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana keterlambatan produksi ini terjadi dan potensi kegagalan dalam proses produksi PT. Cargill Indonesia – Pandaan Plant.

Metode

Fishbone Diagram merupakan analisis sebab akibat yang menjelaskan masalah dan penyebabnya menggunakan kerangka tulang ikan. Diagram tulang ikan dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial atau aktual dari masalah pekerjaan. Permasalahan atau akibat akan digambarkan sebagai kepala ikan, sedangkan sebab-sebab digambarkan sebagai tulang ikan sesuai dengan pendekatan permasalahannya.



Metode

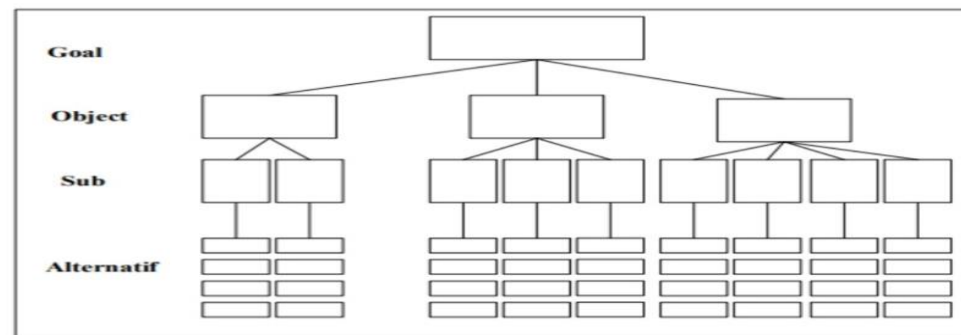
Failure Mode and Effect Analysis merupakan analisis lebih mendalam terhadap penyebab yang teridentifikasi, agar proses analisis penyebab dan mitigasi risiko dapat dilakukan secara terstruktur dan efektif. Metode *failure mode effects analysis* (FMEA) dapat digunakan untuk menyusun strategi peningkatan produktivitas pada perusahaan. Metodologi. FMEA merupakan metode penilaian risiko yang sistematis dan disajikan berdasarkan rasionalitas tingkat klasifikasi risiko serta diukur dengan mempertimbangkan faktor keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*).

Tabel 2. 5 Nilai *Severity, Occurance, Detection* [15].

Severity	Occurance	Detection	Rating Scale
None	Near impossible	Almost certain	1
Very Minor	Remote	Very high detectability	2
Minor	Low	High detectability	3
Low	Relatively low	Moderate high detectability	4
Moderate	Moderate	Moderate detectability	5
Significant	Moderate high	Low detectability	6
Major	High	Very low detectability	7
Extreme	Repeated failure	Remote detectability	8
Serious	Very high	Very remote detectability	9
Hazardous	Extremely high	Absolute uncertainty	10

Metode

Analythic Hierarchy Process (AHP) merupakan metode untuk membuat keputusan terstruktur terkait dengan prioritas tindakan perbaikan yang dihasilkan dari analisis FMEA. AHP menggambarkan masalah yang melibatkan berbagai faktor atau multikriteria yang kompleks dalam bentuk struktur hierarki. AHP yaitu sebuah hierarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Keberadaan hierarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub bab masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki.

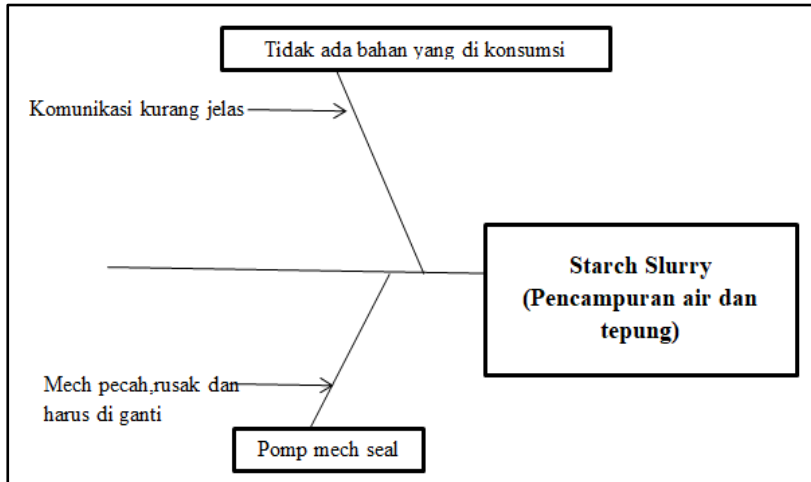


Gambar 2 2 Struktur *Hierarchy* AHP [17].

Hasil

Proses Starch Slurry

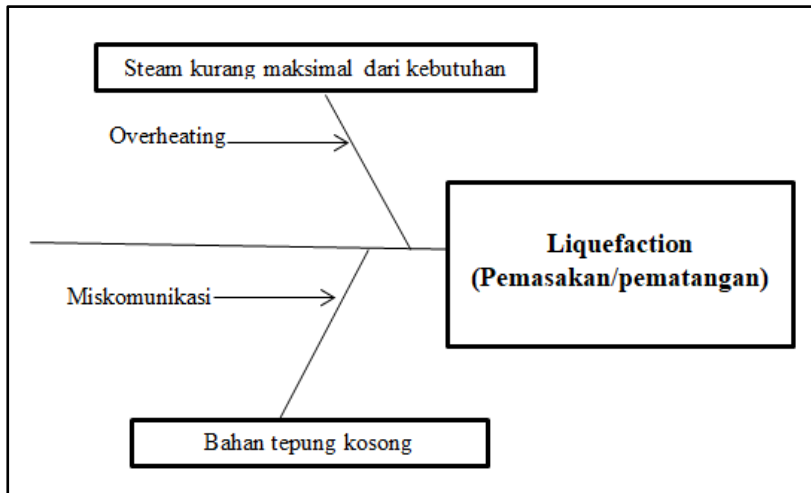
Analisis Fishbone dan FMEA Setiap Proses



Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Control	S	O	D	RPN
Starch Slurry	1. penyediaan bahan tepung	1. tidak adanya bahan yang dikonsumsi	1. komunikasi kurang jelas	1. menghubungi team penyediaan barang yang akan di proses	7	5	3	105
	2. pomp mech seal bocor	2. tidak bisa transfer	2. mech pecah, rusak dan harus di ganti	2. panggil team maintenance untuk ganti seal	8	4	2	64
	3. team personil pengisian	3. buffer, tempat pengisian kosong	3. team pengisian kosong, tidak ada personil	3. disiapkan team personil, pengisian	6	3	4	72

Hasil

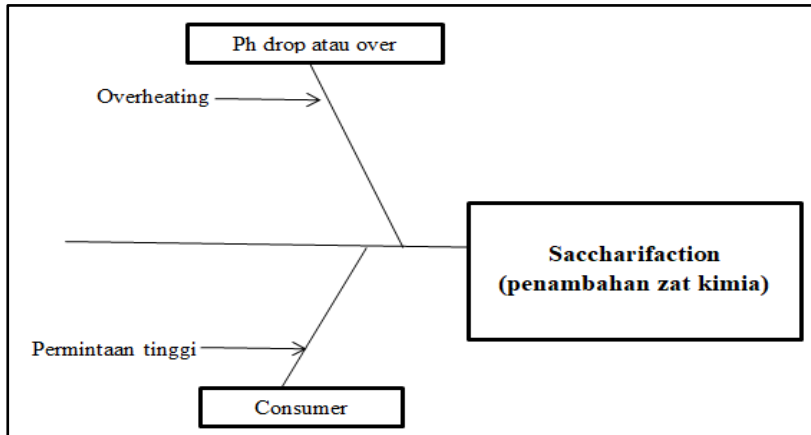
Proses Liquefaction Analisis Fishbone dan FMEA Setiap Proses



Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Control	S	O	D	RPN
Liquefaction	1. bahan tepung kosong	1.tidak dapat diproses	1. buffer tempat tampungan kosong	1. hubungi team starch slurry	8	5	3	120
	2. steam kurang maksimal dari kebutuhan	2. iodine tidak sempurna,bewarna biru	2. batu bara tidak bekerja dengan baik dan sempurna	2. hubungi team boiler	7	4	4	112
	3. pH meter drop atau over	3. proses tidak sempurna, temperatur tinggi, dan enzim tidak bisa bekerja sesuai kebutuhan	3. pH drop atau over	3. menaikkan atau menurunkan pH dengan menambahkan chemical disesuaikan dengan kebutuhan	8	4	5	180

Hasil

Proses Saccharifaction Analisis Fishbone dan FMEA Setiap Proses

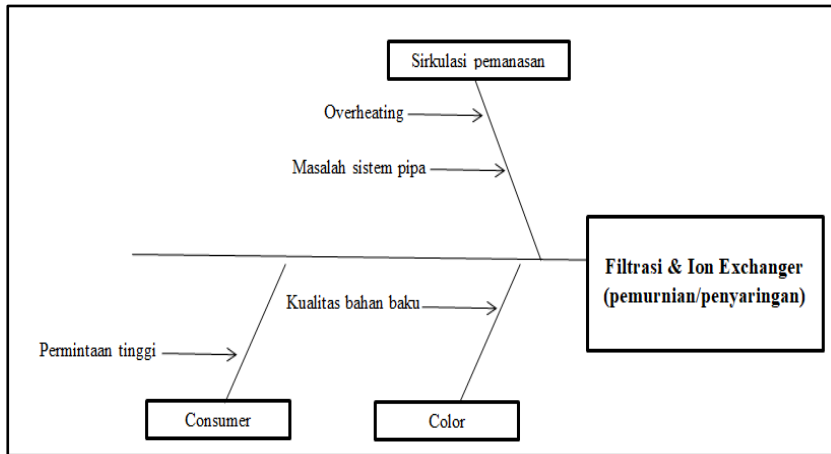


Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Control	S	O	D	RPN
Saccharifaction	1. pH drop atau over	1. tidak dapat diproses	1. pH asam terlalu lama disimpan	1. memakai dengan yang standar waktu yang ditentukan	8	5	3	120
	2. spek tidak sesuai dengan customer	2. tidak dapat diproses	2. parameter tidak sesuai dengan kebutuhan	2. disesuaikan dengan kebutuhan sesuai customer	7	4	4	112

Hasil

Proses Filtrasi

Analisis Fishbone dan FMEA Setiap Proses

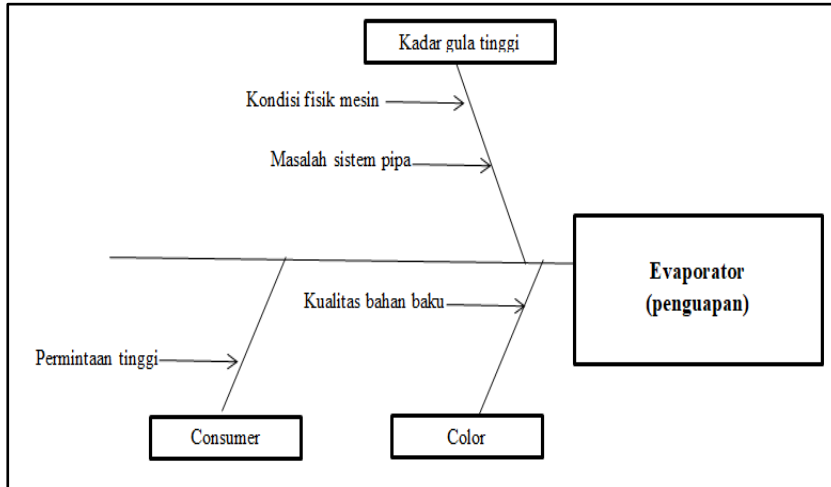


Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Control	S	O	D	RPN
Filtrasi & Ion Exchanger	1. sirkulasi pemanasan	1. tidak bisa dilakukan pemanasan	1. jalur pemanasan blocking, bocor	1. bongkar jalur pemanasan (blocking) blocking dan welding jalur pemanasan (bocor)	8	6	4	192
	2. Ion : pH drop, sedimen jelek	2. color keruh, bahan kurang sempurna terjadi redish	2. pH drop dan parameter yang tidak sesuai kebutuhan	2. menaikkan pH dengan menambah chemical dan direpos	7	5	4	140

Hasil

Proses Evaporator

Analisis Fishbone dan FMEA Setiap Proses



Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Control	S	O	D	RPN
Evaporator	1. color	1. keruh dan buram	1. pH drop dan sedimen jelek	1. reproses	8	5	4	160
	2. spek tidak sesuai dengan customer	2. tidak bisa pengiriman	2. bahan yang diproses tidak sesuai spek acak-acak	2. dilakukan pengadjustan sesuai dengan spek customer	9	4	5	180
	3. BX atau kekentalan kadar gula	3. tidak bisa sesuai kebutuhan	3. pomp sealing ada yang bocor	3. hubungi team yang bersangkutan steam, boiler, pump dan mekanik	8	4	3	96

Hasil

Berdasarkan gambar setiap proses *fishbone diagram* terlihat ada beberapa faktor yang menyebabkan keterlambatan produksi. Setelah mengetahui identifikasi awal penyebab potensial, selanjutnya nya dapat di analisis apa saja penyebab keterlambatan atau kegagalan produksi tersebut dengan menggunakan metode FMEA. Berikut tabel proses produksi, *failure mode*, *failure effect*, *failure cause*, *control* dan nilai RPN.

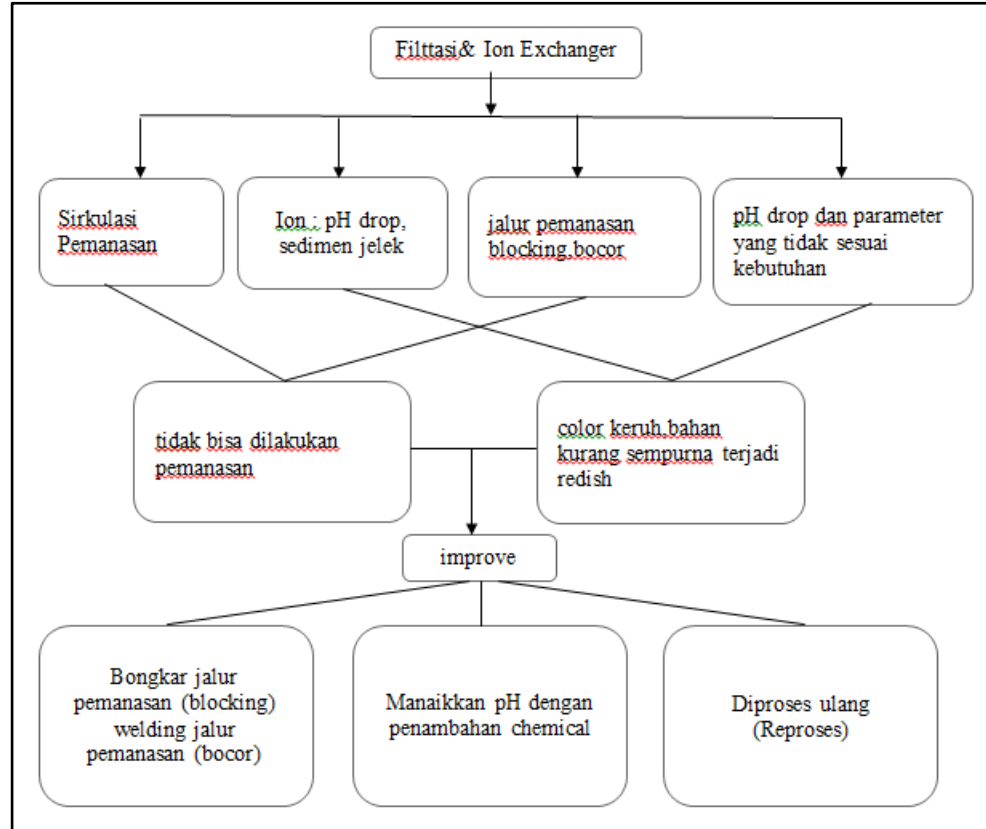
No	Proses	Failure Mode	S	O	D	RPN	Rank
1	Filttasi & Ion Exchanger	Sirkulasi pemanasan	8	6	4	192	1
2	Evaporator	Spek tidak sesuai dengan customer	9	4	5	180	2
3	Liquefaction	Ph meter drop atau over	8	4	5	180	3
4	Evaporator	Color	8	5	4	160	4
5	Filttasi & Ion Exchanger	Ion : ph drop, sedimen jelek	7	5	4	140	5
6	Saccharifaction	Ph drop atau over	8	5	3	120	6
7	Liquefaction	Bahan tepung kosong	8	5	3	120	7
8	Saccharifaction	Spek tidak sesuai dengan customer	7	4	4	112	8
9	Liquefaction	Steam kurang maksimal dari kebutuhan	7	4	4	112	9
10	Starch Slurry	Penyediaan bahan tepung	7	5	3	105	10
11	Evaporator	BX atau kekentalan kadar gula	8	4	3	96	11
12	Cek Sedimen	Kertas sedimen	6	4	3	72	12
13	Starch Slurry	Team personil pengisian	6	3	4	72	13
14	Starch Slurry	Pomp mech seal bocor	8	4	2	64	14

Hasil

Rank tertinggi RPN

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Perbandingan Antar Kriteria



Expert Choice C:\Users\MASTER-PC\OneDrive\Documents\KETERLAMBATAN PRODUKSI.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 abc

Sirkulasi pemanasan 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ion, pH drop, sedimen jelek

Compare the relative importance with respect to: Goal: Filtrasi & Ion Exchanger

	Sirkulasi p	Ion, pH dro	jalur pema	pH drop da
Sirkulasi pemanasan		4.0	5.0	2.0
Ion, pH drop, sedimen jelek			4.0	2.0
jalur pemanasan blocking, bocor				3.0
pH drop dan parameter tidak sesuai kebutuhan				
Incon:	0.17			

Perbandingan Alternatif Terhadap Kriteria Sirkulasi Pemanasan

Expert Choice C:\Users\MASTER-PC\OneDrive\Documents\KETERLAMBATAN PRODUKSI.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 abc

Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor) 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Menaikkan pH dengan penambahan chemical

Compare the relative preference with respect to: Sirkulasi pemanasan

	Bongkar ja	Menaikkan Di	reproses
Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor)		5.0	3.0
Menaikkan pH dengan penambahan chemical			3.0
Di reproses produksi ulang			
Incon:	0.28		

Hasil

Analythic Hierarchy Process (AHP)

Perbandingan Alternatif Terhadap Kriteria Ion, pH drop, sedimen jelek.

Expert Choice C:\Users\MASTER-PC\OneDrive\Documents\KETERLAMBATAN PRODUKSI.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 abc

Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor) 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Menaikkan pH dengan penambahan chemical

Compare the relative preference with respect to: Ion, pH drop, sedimen jelek

	Bongkar ja	Menaikkan	Di reproses
Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor)		4.0	3.0
Menaikkan pH dengan penambahan chemical			1.0
Di reproses produksi ulang	Incon: 0.01		

Perbandingan Alternatif Terhadap Kriteria Jalur Pemanasan Blocking, Bocor

Expert Choice C:\Users\MASTER-PC\OneDrive\Documents\KETERLAMBATAN PRODUKSI.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 abc

Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor) 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Menaikkan pH dengan penambahan chemical

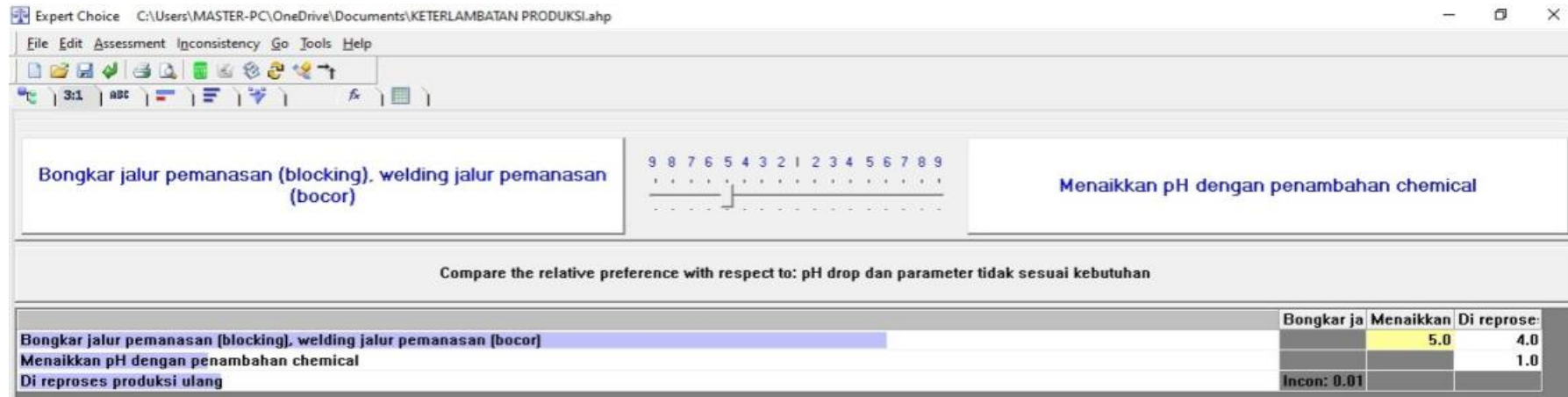
Compare the relative preference with respect to: jalur pemanasan blocking, bocor

	Bongkar ja	Menaikkan	Di reproses
Bongkar jalur pemanasan (blocking), welding jalur pemanasan (bocor)		5.0	4.0
Menaikkan pH dengan penambahan chemical			1.0
Di reproses produksi ulang	Incon: 0.01		

Hasil

Analythic Hierarchy Process (AHP)

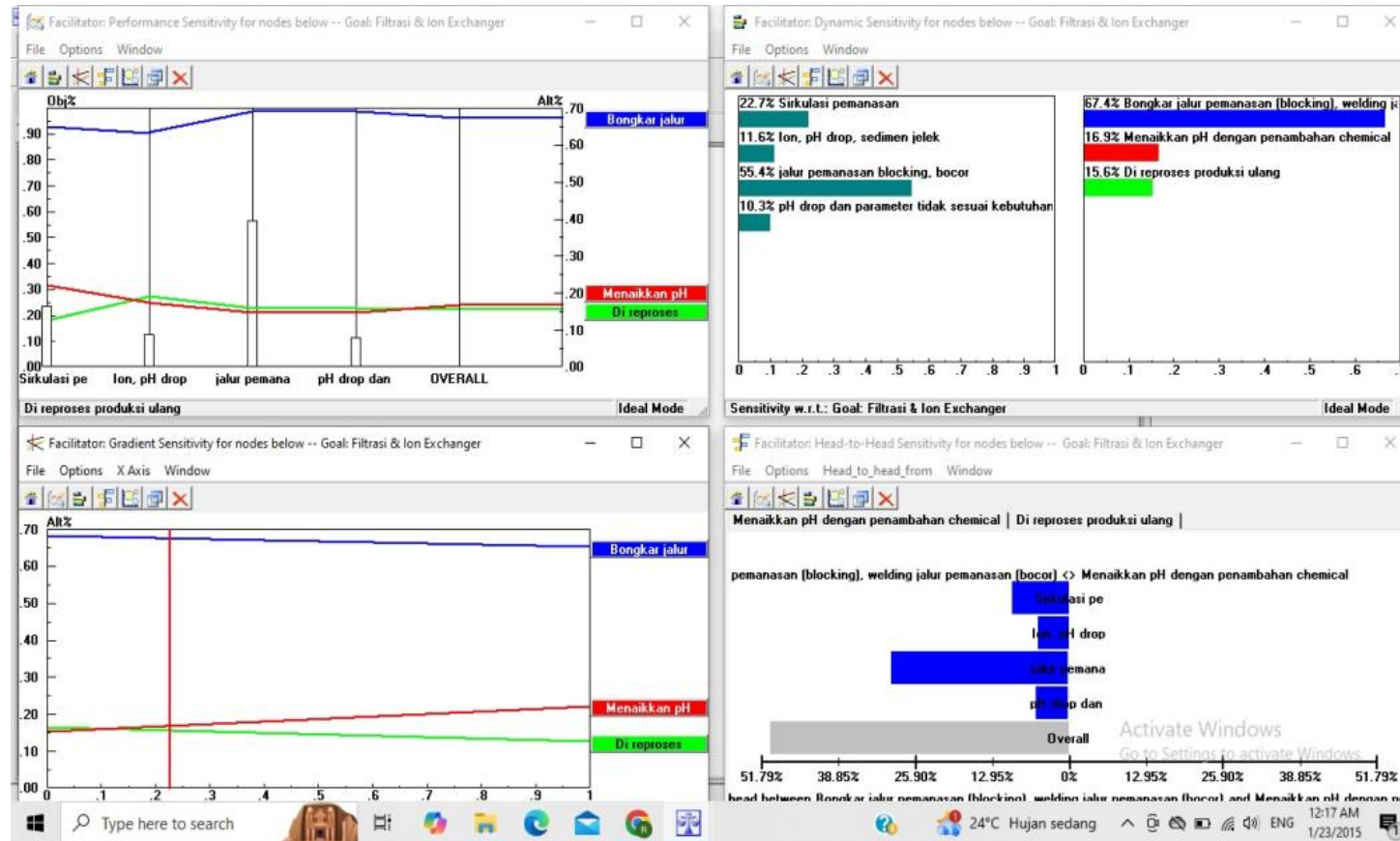
Perbandingan Alternatif kriteria pH drop dan parameter tidak sesuai kebutuhan



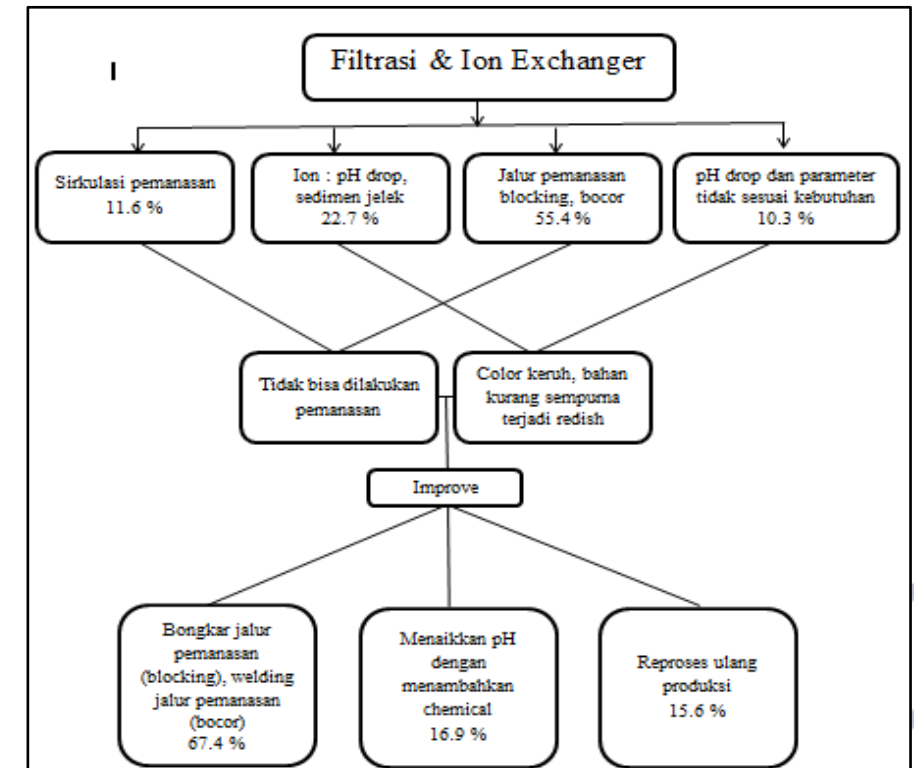
Hasil

Hasil Analisis Dari Software Expert Choice

Analythic Hierarchy Process (AHP)



Hasil Penyusunan *Hierarchy*



KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini mencakup analisis tiga metode utama, yaitu *Fishbone Diagram*, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama keterlambatan produksi yang dikategorikan ke dalam empat faktor: bahan baku (penyimpanan buruk dan kualitas rendah), mesin (kondisi fisik buruk, overheating, dan masalah sistem pipa), karyawan (miskomunikasi dan kurangnya keterampilan), serta konsumen (permintaan tinggi dan perubahan spesifikasi). Selanjutnya, FMEA digunakan untuk menganalisis risiko dan menentukan prioritas berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasilnya menunjukkan bahwa masalah sirkulasi pemanasan pada proses filtrasi dan ion exchanger memiliki nilai RPN tertinggi 192, diikuti oleh spesifikasi produk yang tidak sesuai dengan kebutuhan konsumen serta pH meter yang tidak stabil. Kemudian, AHP diterapkan untuk membuat keputusan terstruktur terkait prioritas tindakan perbaikan berdasarkan hasil FMEA. Analisis AHP mengungkapkan bahwa solusi terbaik adalah membongkar dan memperbaiki jalur pemanas yang tersumbat atau bocor, dengan bobot prioritas sebesar 67,4%, diikuti oleh alternatif lain seperti menaikkan pH dengan bahan kimia dan melakukan reproses ulang. Berdasarkan hasil ini, rekomendasi yang diberikan mencakup pentingnya pemeliharaan rutin dan preventif untuk mencegah kerusakan mesin, pengawasan ketat oleh departemen terkait selama proses produksi, serta melakukan inspeksi menyeluruh pada jalur pemanas, melakukan pembongkaran dan perbaikan welding sesuai kebutuhan, serta memantau parameter pH dan ion secara rutin untuk menjaga delay atau defect proses.

Referensi

- [1] Y. Shentiya Dewi, N. Laila, I. Fatyasari Nata, J. A. Yani Km, and K. Selatan, "Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Produksi Glukosa Cair Fungsional dengan Ekstrak Jahe dari Hidrolisis Pati Kulit Singkong," *Jur. Tek. Kim.*, no. April, pp. 1–1, 2019.
- [2] D. Lorenza and T. Rahman, "Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Produksi Proyek Cradle Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta)," *J. Logist.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–42, 2023, [Online]. Available: <https://journal.iteba.ac.id/index.php/logistica/article/view/108>
- [3] R. S. Wulandari, L. Hakim, and R. F. Haris, "Analysis of Product Defects in the Packing Production Process at PT.XYZ Using FTA and FMEA Methods," *J. Knowl. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 52–60, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/jkie>
- [4] T. Hidayat, Z. Najah, N. A. Putri, and Z. Zulmaneri, "the Evaluation of Good Manufacturing Practices (Gmp) in Fish Processing Sme Center Case Study of Balikpapan City," *Food Sci. J.*, vol. 1, no. 1, p. 45, 2019, doi: 10.33512/fsj.v1i1.6245.
- [5] A. Agrawal and S. Halder, "Identifying factors affecting construction labour productivity in India and measures to improve productivity," *Asian J. Civ. Eng.*, vol. 21, no. 4, pp. 569–579, 2020, doi: 10.1007/s42107-019-00212-3.
- [6] U. Baig Benazir Bhutto Shaheed University Lyari Karachi et al., "CRUCIAL CAUSES OF DELAY IN COMPLETION AND PERFORMANCE MANAGEMENT OF THE CONSTRUCTION WORK: STUDY ON THE BASE OF RELATIVE IMPORTANCE INDEX Technical SCIENCE □ View project Conventional and Islamic Banking View project CRUCIAL CAUSES OF DELAY IN COMPLETION ," no. 04, 2022, doi: 10.17605/OSF.IO/SRCK4.
- [7] P. Bialowolski, E. McNeely, T. J. VanderWeele, and D. Weziak-Bialowolska, "Ill health and distraction at work: Costs and drivers for productivity loss," *PLoS One*, vol. 15, no. 3, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0230562.

Referensi

- [8] M. O. Sanni-Anibire, R. Mohamad Zin, and S. O. Olatunji, "Causes of delay in the global construction industry: a meta analytical review," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 22, no. 8, pp. 1395–1407, 2022, doi: 10.1080/15623599.2020.1716132.
- [9] C.-D. Baltag and C. O. Morariu, "Quality and Risk Management in Industrial Production Systems: A Literature Review," *Bull. Polytech. Inst. Iași. Mach. Constr. Sect.*, vol. 68, no. 3, pp. 75–112, 2022, doi: 10.2478/bipcm-2022-0026.
- [10] H. H. Azwir, "Improving the Finishing Process of Food Packaging Products Using DMAIC Method," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 129–144, 2022, doi: 10.26593/jrsi.v11i2.5318.129-144.
- [11] D. Thakkar, J. Vyas, and U. Upadhyay, "Review on total quality management," *Natl. J. Pharm. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–83, 2022, [Online]. Available: www.pharmajournal.net
- [12] B. Iles, "Supply Chain Risk Management in a Finnish Manufacturing Organisation ' s Maritime Delivery Network," no. January, 2023.
- [13] P. P. Pontororing and A. Andika, "Analisis Risiko Aktivitas Pekerjaan Karyawan Perusahaan Ritel Dengan Metode FMEA dan Diagram Fishbone," *J. Kaji. Ilm.*, vol. 19, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.31599/jki.v19i1.317.
- [14] Z. Wu, W. Liu, and W. Nie, "Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 112, no. 5–6, pp. 1409–1436, 2021, doi: 10.1007/s00170-020-06425-0.
- [15] H. C. Wahyuni and P. Handayani, "The Development of Strategies to Increase the Productivity of Fisheries Agro-industry Based on Halal Product Assurance System Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 12, no. 1, pp. 60–72, 2023, doi: 10.21776/ub.industria.2023.012.01.6.

Referensi

- [16] M. Anisa, B. Burhan, and C. Indarto, "Food Safety Risk Analysis of Songkem Duck Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method Analisis Risiko Keamanan Pangan pada Bebek Songkem Menggunakan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," vol. 8, no. 1, pp. 46–59, 2024.
- [17] Nelfiyanti, B. Setiawan, and A. Setiawan, "Analisis Faktor Keterlambatan Pengiriman Produk Ke Konsumen Dengan Menggunakan Metode Fmea Pt.Mrp," no. April, pp. 1–9, 2024.
- [18] I. Dwi febryanto, R. Berlianto, and P. Prihono, "Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) Method in Selecting Warehouse Locations for Onlineshop Goods Storage (Case Study: Expedited Shipment of Finished Goods)," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.,* vol. 6, no. 2, pp. 120–129, 2023, doi: 10.21070/prozima.v6i2.1578.
- [19] A. Irawan, R. Rohaniah, H. Sulistiani, and A. T. Priandika, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Tempat Servis Komputer di Kota Bandar Lampung Menggunakan Metode AHP," *J. Tekno Kompak*, vol. 13, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.33365/jtk.v13i1.267.
- [20] N. Badariah, D. Sugiarto, and C. Anugerah, "Penerapan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Expert System (Sistem Pakar)," *Semin. Nas. Saints dan Teknol.,* vol. 1, no. 8, pp. 1–10, 2016.
- [21] A. Lestari and N. A. Mahbubah, "Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan," *J. Serambi Eng.,* vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.

