



PENERAPAN DESAIN HIGIENIS DI DALAM TAHAP PERANCANGAN PROSES DAN ALAT PEMROSES: KAJIAN PUSTAKA

[Implementation of Hygienic Design in Process and Equipment Design Phase: Literature Review]

Maria Anindita Nauli*

¹Jurusan Chemical and Food Processing, Institut Teknologi Calvin, Jakarta

*Email: maria.anindita@calvin.ac.id

Diterima tanggal 23 Mei 2022

Disetujui tanggal 26 Juli 2022

ABSTRACT

Quality assurance and food safety should be a top priority in the food processing industry. One way to fulfill both is by implementing a hygienic design. Hygienic design is the application of equipment and facility design techniques that still allow proper cleaning and sanitation processes to be carried out. The implementation of hygienic design is carried out by following various guidelines issued by both national and international institutions. Often the implementation of hygienic design is implemented too late, thus increasing the risk of unhygienic. This literature review was conducted to study the extent to which hygienic design can be applied from the early stages of factory design by referring to existing guidelines.

Keywords: *hygienic design, quality assurance, food safety, design.*

ABSTRAK

Jaminan mutu dan keamanan pangan sudah sepatutnya menjadi prioritas utama di dalam industri pemrosesan pangan. Salah satu cara untuk memenuhi keduanya adalah dengan menerapkan desain higienis. Desain higienis merupakan aplikasi teknik desain peralatan dan fasilitas yang tetap memungkinkan dilakukannya proses pembersihan dan sanitasi secara baik. Implementasi desain higienis dilakukan dengan mengikuti berbagai pedoman yang dikeluarkan baik oleh lembaga nasional maupun internasional. Sering kali penerapan desain higienis diimplementasikan terlambat sehingga memperbesar risiko terjadinya ketidakhigienisan. Kajian pustaka ini dilakukan untuk mempelajari sejauh mana desain higienis dapat diterapkan sejak tahap awal desain pabrik dengan mengacu pada pedoman yang ada.

Kata kunci: desain higienis, jaminan mutu, keamanan pangan, perancangan.

PENDAHULUAN

Jaminan mutu dan keamanan pangan merupakan hal paling penting yang perlu diperhatikan di dalam industri pemrosesan pangan. Tanggung jawab terhadap jaminan mutu dan keamanan pangan dipegang terutama oleh produsen, sehingga proses produksi makanan dan minuman perlu diberikan perhatian khusus. Kepedulian terhadap proses produksi pangan yang bermutu dan aman harus diperhatikan sejak tahap awal, mulai dari perencanaan, perancangan, hingga instalasi dan konstruksi peralatan serta fasilitas pemrosesan. Industri pangan harus memiliki persyaratan khusus untuk menjamin berlangsungnya proses produksi yang berkualitas dan aman.



Produk pangan merupakan produk yang rentan akan kontaminan, baik itu biologis dan kimia. Peluang terjadinya kontak antara produk pangan dengan kontaminan harus diminimalisir demi memenuhi kriteria mutu dan keamanan pangan. Salah satu cara yang diterapkan untuk memenuhi kriteria mutu dan keamanan pangan adalah dengan diaplikasikannya prinsip desain higienis. Penerapan desain higienis yang baik mencegah terjadinya kontaminasi produk pangan dari kontaminan yang akan mempengaruhi kesehatan konsumen (Lelieveld, Holah, and Napper, 2014). Peralatan dan fasilitas pabrik pangan yang tidak didesain secara higienis akan sulit dibersihkan. Desain higienis (atau dapat juga disebut sebagai desain saniter) adalah aplikasi teknik desain peralatan dan fasilitas yang tetap memungkinkan dilakukannya proses pembersihan dan sanitasi secara baik (Hariyadi, 2014). Penerapan desain higienis memiliki dampak yang signifikan terhadap risiko kontaminasi terhadap produk pangan selama proses produksi. Apakah produsen sedang membangun fasilitas produksi pangan baru, memperluas atau meningkatkan fasilitas yang ada, atau hanya memelihara pabrik mereka, desain higienis adalah salah satu strategi keamanan pangan yang paling efektif (Cramer, 2013).

Di Indonesia, hal-hal yang terkait dengan desain higienis dituangkan di dalam berbagai peraturan. Peraturan Menteri Perindustrian RI No. 75/M-IND/PER/7/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik misalnya, mengatur secara umum tentang berbagai aspek dalam cara produksi untuk menjaga keamanan dan mutu produk pangan olahan. Pedoman ini bersifat lebih umum. Hal-hal yang terkait dengan desain higienis yang diatur di dalam Permen ini antara lain terkait bangunan, mesin, dan peralatan. Peraturan yang lebih spesifik diatur oleh BPOM, misalnya Peraturan Kepala BPOM RI No. HK.03.1.23.04.12.2206 tahun 2012 yang berbicara tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, Peraturan Kepala BPOM RI No. HK.03.1.23.12.11.10720, tahun 2011, yang berbicara tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik untuk Formula Bayi dan Formula Lanjutan Bentuk Bubuk, dan Peraturan BPOM RI No. 28 Tahun 2020 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik untuk Makanan Pendamping Air Susu Ibu.

Di skala internasional, desain higienis biasanya diatur oleh masing-masing negara. Di Amerika Serikat misalnya, pedoman mengenai desain peralatan untuk proses pengolahan daging, unggas, dan telur diatur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat melalui lembaga Food Safety and Inspection Service (FSIS). Pedoman lain terkait persyaratan fabrikasi dan kemudahan pembersihan berbagai mesin dan peralatan pengolahan pangan diatur oleh lembaga Food and Drug Administration (FDA). Selain peraturan yang dikeluarkan oleh masing-masing negara, terdapat juga lembaga lintas negara yang secara khusus mengembangkan berbagai standar terkait desain higienis mesin, peralatan, dan fasilitas di industri pangan. Lembaga tersebut antara lain 3-A Sanitary Standards, Inc. dan The European Hygienic Engineering and Design Group, EHEDG. Lembaga-lembaga ini memberikan pedoman



secara lebih spesifik. Terdapat sejumlah besar perusahaan pengolah pangan yang menjadikan EHEDG dan 3A sebagai acuan dalam menerapkan desain higienis.

Desain higienis memiliki tiga fokus utama: 1) Setiap alat yang digunakan dalam proses produksi pangan harus dirancang sehingga memungkinkan adanya operasi, perawatan, dan pembersihan yang efisien, aman dan higienis, 2) Peletakan alat harus memfasilitasi operasi, pembersihan, dan perawatan, 3) Alat harus dioperasikan secara konsisten dengan standar higienis yang tinggi. Desain higienis bukanlah opsi tambahan dalam produksi pangan, tetapi dasar dari produksi pangan yang aman dan ekonomis (Baker, 2013). Menurut EHEDG dalam dokumen Hygienic Design Principles Edisi Ketiga, Maret 2018, tujuan utama dari perancangan proses, alat pemroses, dan pabrik pangan adalah untuk memenuhi fungsi teknisnya. Namun, terkadang tuntutan desain higienis dapat bertentangan atau tidak sesuai dengan fungsionalitas proses, alat pemroses, dan pabrik yang dirancang. Kompromi untuk menyatukan ketidaksesuaian ini tidak boleh membahayakan keamanan pangan. EHEDG menganjurkan bahwa lebih efektif jika desain higienis dapat diikutsertakan sejak tahap perancangan paling awal, karena melakukan perbaikan atau peningkatan terhadap alat proses atau pabrik yang sudah berdiri memerlukan biaya yang lebih mahal dan memiliki kemungkinan untuk gagal.

Artikel kajian pustaka ini bertujuan untuk meninjau sejauh mana pembahasan terkait perancangan proses yang mengikutsertakan prinsip desain higienis pada industri pangan telah dilakukan. Sejumlah artikel telah menuliskan tentang metode-metode yang disarankan untuk dapat mengikutsertakan prinsip desain higienis sejak tahap awal. Sebelum masuk ke dalam pembahasan terkait penerapan desain higienis, dipaparkan terlebih dahulu tinjauan terkait perancangan proses dan alat pemroses di dalam konteks pabrik pangan. Selanjutnya, dipaparkan sejauh mana penerapan desain higienis dalam tahap perancangan telah dilakukan, dikaji berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh para peneliti.

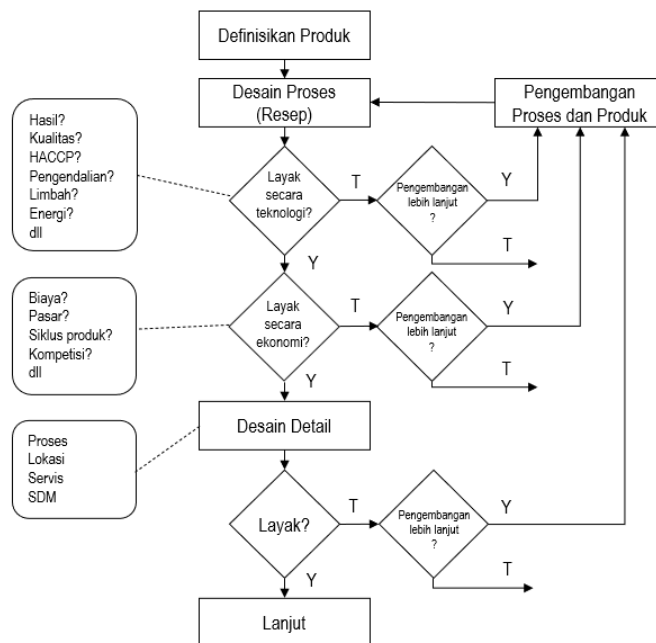
Kajian dilakukan dengan mengumpulkan referensi literatur dengan menggunakan kata kunci *hygienic design*, *hygienic design implementation*, dan *hygienic processing equipment design*. Literatur yang dikaji di dalam artikel ini berisi berbagai bahasan terkait proses perancangan, desain higienis, dan berbagai alternatif metode penerapan prinsip desain higienis di dalam tahap perancangan.

Perancangan Proses dan Alat Pemroses Pabrik Pangan

Dalam rangka memproduksi suatu produk baru, diperlukan adanya jalur proses yang baru yang memerlukan tahap desain fasilitas produksi yang baru. Perancangan proses dan alat pemroses mengacu pada perancangan proses dan metode manufaktur pangan yang mencakup diagram alir, peralatan pemroses dan pengendalian proses, dan evaluasi ekonomi proses (Saravacos and Kostaropoulos, 2016). Perancangan yang

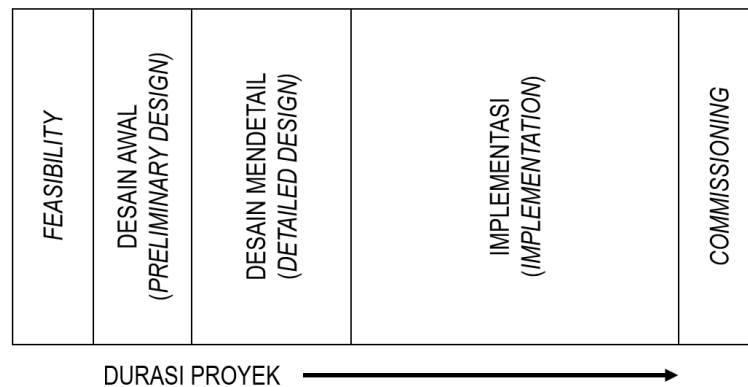


lebih detail dan luas dapat mencakup seluruh fasilitas pabrik pangan seperti utilitas, gedung, dan pengolahan limbah. Perancangan dengan lingkup ini sering disebut sebagai perancangan pabrik atau *plant design*. Perancangan bertujuan untuk menetapkan dan menentukan rangkaian operasi (termasuk mesin pemroses) dan kebutuhan material yang disertai dengan penjadwalan yang tepat sehingga dapat menghasilkan jumlah tertentu dari produk yang dibutuhkan dengan kualitas dan bentuk yang terjamin. Perancangan proses dan alat pemroses terdiri atas beberapa tahap dan memerlukan banyak iterasi sebagaimana dinyatakan pada Gambar 1 (Baker, 2013).



Gambar 1. Siklus Perancangan Proses dan Alat Pemroses (Baker, 2013)

Siklus dimulai dari proses pendefinisian produk dan resep yang akan menghasilkan bagan alir proses sederhana. Berdasarkan bagan alir kemudian dapat diperoleh estimasi kebutuhan material, energi, dan utilitas. Bagan alir juga dapat digunakan untuk studi kelayakan awal terhadap aspek risiko (mikrobiologi dan lain sebagainya) beserta cara pengendaliannya hingga aspek keekonomian. Tahap ini biasa disebut dengan *preliminary design*. Dari hasil studi tersebut, bagan alir sederhana dapat disempurnakan lebih lanjut dan analisis yang lebih rinci dari semua aspek dapat dilakukan. Hasil akhirnya berupa rancangan detail proses dan operasi (*detailed design*).



Gambar 2. Siklus Proyek Pembangunan Fasilitas Produksi (Baker, 2013)

Di dalam konteks siklus proyek pembangunan fasilitas produksi, tahap perancangan berada di dalam urutan yang diilustrasikan pada Gambar 2 (Baker, 2013). Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, tahap perancangan dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu *preliminary design* dan *detailed design*. Setelah tahap desain selesai, dilanjutkan dengan tahap implementasi yang biasanya terdiri atas pembelian (*procurement*) dan instalasi (*installation*), dan akan diakhiri dengan tahap *commissioning*, sebelum akhirnya fasilitas produksi siap untuk digunakan menghasilkan produk yang diinginkan.

Proyek pembangunan fasilitas produksi dapat dibagi menjadi dua jenis, yang pertama adalah proyek “*brownfield*” yaitu proyek pembangunan yang melibatkan proses modifikasi, perbaikan, atau peningkatan alat atau fasilitas produksi yang sudah ada sebelumnya dan yang kedua adalah proyek “*greenfield*” yaitu proyek pembangunan yang sama sekali baru (Holah and Lelieveld 2011). Perancangan yang dilakukan pada jenis proyek “*brownfield*” dan “*greenfield*” tentu saja memiliki perbedaan. Pada proyek “*brownfield*”, desain sangat dibatasi oleh kondisi dan kapabilitas fasilitas produksi yang sudah ada, sedangkan pada proyek “*greenfield*”, desain dapat dilakukan dengan lebih leluasa karena tidak ada batasan terkait fasilitas produksi yang sudah ada (*existing*). Pada dasarnya kedua jenis proyek memiliki tahapan perancangan yang serupa, dimulai dari *preliminary design* dan dilanjutkan ke *detailed design*, hanya saja, pada proyek “*brownfield*” akan terdapat beberapa tambahan tahapan yang berhubungan dengan integrasi alat atau sistem ke fasilitas produksi sudah ada sebelumnya.

Tahap *preliminary design* biasanya diawali dengan mendefinisikan produk beserta dengan resep pembuatannya yang akan menghasilkan diagram alir proses secara sederhana. Selanjutnya, dilakukan perhitungan yang mencakup kebutuhan material, energi, dan utilitas (Baker, 2013). Perhitungan tersebut menjadi dasar untuk merancang setiap peralatan yang terlibat di dalam proses. Pada tahap *preliminary design*, perancangan alat pemroses dilakukan belum secara mendetail karena biasanya dilakukan untuk keperluan perhitungan kelayakan secara ekonomi. Tahap *detailed design* merupakan tahap lanjutan dari *preliminary design*. Proses perancangan di tahap ini didasarkan atas hasil dari *preliminary design*. Di dalam tahap ini tidak lagi dilakukan perancangan proses



melainkan fokus kepada perancangan alat pemroses dengan lebih detail hingga kemudian dapat dilakukan pembelian sesuai spesifikasi hasil perhitungan untuk selanjutnya dilakukan instalasi di fasilitas produksi.

Penerapan Desain Higienis pada Tahap Perancangan

Tahap permulaan proyek pembangunan fasilitas produksi merupakan waktu terbaik untuk mengambil keputusan-keputusan yang krusial terkait masa depan operasional pabrik, di mana kemungkinan untuk memodifikasi spesifikasi fungsional teknis proses masih tinggi. Memastikan bahwa desain higienis diterapkan dengan baik harus menjadi bagian utama dari proyek pembangunan fasilitas produksi bahkan sejak tahap awal proyek dilakukan. Desain higienis merupakan salah satu strategi penghematan biaya operasional dan pembersihan di masa yang akan datang (Holah and Lelieveld 2011). Namun, sebuah rancangan proses atau alat pemroses yang memiliki desain higienis sangat baik tetapi tidak sesuai dengan fungsi pemrosesan yang diinginkan tentu saja tidak ada gunanya (Lelieveld, Holah and Napper 2014). Meskipun demikian, penerapan desain higienis tetap merupakan suatu kewajiban. Dalam hal ini, mungkin akan terjadi kompromi antara rancangan fungsi pemrosesan dan desain higienis. Biasanya, setiap kompromi antara desain higienis dan fungsi pemrosesan akan dikompensasi dengan prosedur pembersihan dan dekontaminasi yang lebih intensif dan sering. Seluruh pihak yang terlibat di dalam perancangan proses dan alat pemrosesan pangan harus familier dengan peraturan, standar, dan pedoman serta memahami ruang lingkup dan keterbatasannya (Nikoleiski, 2012).

Di dalam implementasinya, desain higienis diharapkan dapat diterapkan sedini mungkin, bahkan diharapkan dapat dilakukan sejak awal perancangan proses dan dilanjutkan hingga tahap instalasi selesai (Matuszek, 2014). Integrasi antara proses produksi pangan dengan desain higienis tidak dianjurkan untuk dilakukan belakangan. Sering kali, selama tahap perancangan, instalasi, perubahan desain dari jalur, atau fasilitas proses produksi, pengambilan keputusan yang buruk diambil karena pendekatan yang dilakukan adalah merancang proses dan alat pemroses hanya berdasarkan pertimbangan fungsi teknis terlebih dahulu dan aspek desain higienis baru diikutkan di belakang. Cara demikian dapat memperbesar kemungkinan terjadinya risiko terhadap keamanan pangan, misalnya terdapat *dead end* (bagian di pipa yang sulit dijangkau untuk dibersihkan) atau penempatan alat secara tidak benar sehingga mengakibatkan sulitnya dilakukan pembersihan (www.newfoodmagazine.com).

Untuk dapat menerapkan dan memastikan desain higienis sedini mungkin sejak awal perancangan, desainer proses harus memilih panduan yang sesuai. Namun, pada umumnya, panduan desain higienis yang tersedia hanya mencakup topik yang umum dan tidak spesifik, sehingga desainer proses harus memiliki kemampuan yang memadai untuk mengidentifikasi kesesuaian panduan dengan proses atau alat pemroses yang sedang dirancang. Sifat dari panduan semacam demikian menjadi tantangan tersendiri bagi desainer proses untuk



mengikutsertakan desain higienis ke dalam setiap tahap perancangan. Beberapa peneliti telah membahas metode-metode untuk dapat memastikan desain higienis diikutsertakan di dalam perancangan sejak dini.

Tabel 1. Berbagai Metode Penerapan Desain Higienis di Dalam Tahap Perancangan

Metode Penerapan	Konteks Penerapan	Referensi
<i>Hygienic Integration</i> (Integrasi Higienis)	Integrasi alat pemrosesan pangan baru pada fasilitas yang telah ada (<i>existing facility</i>).	Salo <i>et al.</i> , 2009
<i>Valuation Criteria</i> (Kriteria Penilaian)	Desain mesin dan alat pemroses pangan.	Costa <i>et al.</i> , 2013
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	Desain mesin dan alat pemrosesan pangan.	Salo <i>et al.</i> , 2009 Matuszek, 2012 Matuszek, 2014
<i>Fundamental Damage Process</i>	Desain alat pemrosesan pangan, contohnya <i>automatic milk frother</i> .	Beetz <i>et al.</i> , 2017

Salo (2009) menjabarkan sebuah istilah yang juga merupakan bagian dari pedoman EHEDG yang disebut sebagai Integrasi Sistem Higienis (*Hygienic System Integration*) atau HSI yang merupakan pendekatan terintegrasi pada desain higienis dengan cara sistematis untuk menggabungkan entitas higienis, baik itu yang baru ataupun yang sudah ada (*existing*) ke dalam fasilitas higienis. Entitas yang dimaksud dapat berupa, bagian, rakitan, modul, rangkaian, atau bahkan keseluruhan pabrik. Pendekatan HSI melibatkan penentuan spesifikasi terhadap aliran produk, strategi pengendalian, otomatisasi, pemeliharaan, manajemen perubahan dan pelatihan personil. Pendekatan ini juga menganjurkan dilakukannya Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yang merupakan sebuah metode asesmen risiko. Pendekatan HIS terdiri atas beberapa tahap besar, di mana setiap tahap dijabarkan kembali dengan lebih mendetail. Tahap tersebut yaitu: memastikan kebutuhan pemangku kepentingan, menganalisis, dan memberikan spesifikasi rancangan, melakukan perancangan, memvalidasi hasil rancangan, melakukan instalasi, memvalidasi fungsi, dan memvalidasi kinerja higienis (*hygienic performance*). Tahap yang terkait dengan proses perancangan adalah empat tahap pertama yang disebutkan. Di dalam tahap inilah panduan desain higienis mulai diikutsertakan sebagai masukan, terutama di dalam tahap menganalisis dan memberikan spesifikasi rancangan. Pada pendekatan ini, panduan desain higienis secara langsung digunakan sebagai referensi tanpa adanya pemrosesan awal terlebih dahulu. Sehingga, metode ini lebih efektif jika dilakukan oleh perancang yang telah cukup fasih dengan panduan desain higienis. Setelah tahap perancangan selesai dilakukan, FMEA



mulai diimplementasikan setelah masuk ke dalam tahap instalasi yaitu pada saat diperlukan untuk melakukan validasi terhadap kinerja higienis.

Matuszek (2012) menyatakan bahwa di dalam konteks industri pemrosesan pangan, terdapat enam faktor utama yang sangat mempengaruhi perancangan alat pemroses pangan dari sudut pandang keamanan, higienis, dan kualitas pangan, yaitu: bahan mentah, manusia, udara, air, fasilitas, dan pengemasan. Untuk dapat memastikan diperhitungkannya desain higienis ke dalam perancangan, keenam faktor tersebut harus menjadi dasar yang diikutsertakan saat perancangan proses dan pemrosesan pangan yang baru. Bahkan sejak tahap awal merancang ide hingga peralatan pemrosesan di fabrikasi, keenam faktor ini diharapkan dapat selalu diperhitungkan (Matuszek, 2014).

Selain keenam faktor penting yang harus menjadi dasar di dalam perancangan, serupa dengan pendekatan HSI, Matuszek (2012) juga menganjurkan dilakukan FMEA, hanya saja, lebih awal, yaitu sejak tahap perancangan. Metode FMEA merupakan salah satu cara untuk menerapkan desain higienis melalui pendekatan analitis pada saat berhadapan dengan potensi kegagalan (*potential failures*) dan penyebabnya (*associated caused*). Dengan mempertimbangkan potensi terjadinya kegagalan pada saat proses perancangan, seorang desainer proses dapat memperoleh banyak informasi untuk menghindari kegagalan ini. FMEA merupakan alat yang baik untuk menentukan risiko mana yang paling harus diperhatikan untuk menghindari masalah sebelum akhirnya muncul belakangan. Hasil dari FMEA kemudian akan menjadi masukan untuk akhirnya melakukan perubahan rancangan, melakukan pengujian, pemeliharaan preventif, dan melakukan evaluasi perancangan.

Costa, Luciano, dan Pasa (2013) mengusulkan sebuah kelompok kriteria penilaian sebagai pertimbangan dalam perancangan mesin dan peralatan untuk industri pangan di bawah sudut pandang desain higienis. Kriteria tersebut dikembangkan berdasarkan pertimbangan kondisi higienitas minimum untuk pemrosesan pangan tetapi tetap dalam risiko yang minimum. Di dalam penyusunan kelompok kriteria, terdapat empat tahap yang dilakukan yaitu: (a) Mengumpulkan data terkait desain higienis dari berbagai sumber, (b) Mengelompokkan parameter perancangan (makro dan mikro), (c) Mendefinisikan kelas orientasi perancangan (proses, material, geometri, aksesoris, *sealing*, dan lain-lain), dan (d) Mengidentifikasi kriteria penilaian untuk mengidentifikasi kualitas peralatan berdasarkan kriteria panduan desain higienis. Penerapan kriteria penilaian di dalam proses perancangan memberi dampak positif bagi hasil perancangan untuk memastikan hasil memenuhi apa yang diberikan oleh panduan desain higienis sehingga dapat dikategorikan aman. Sehingga kriteria ini dapat dikategorikan sebagai sebuah metode yang efektif terkait dengan penerapan desain higienis selama proses perancangan alat pemrosesan pangan, bahkan dapat juga digunakan untuk peralatan yang telah dioperasikan sebagai pendukung untuk menjalankan praktik manufaktur baik (*good manufacturing practice*).



Beetz, Kloberdanz, dan Krichner (2017) mengajukan sebuah kerangka baru dalam menerapkan panduan desain higienis. Pendekatan ini bertujuan untuk menunjang penerapan desain higienis ke dalam proses perancangan alat sedini mungkin. Metode yang digunakan disebut dengan “*fundamental damage process*”, di mana desainer proses dapat menggunakan temuan terhadap apa yang disebut sebagai *damage process* untuk mengurangi risiko kontaminasi sepanjang tahap perancangan. Pada tahap awal perancangan desainer proses harus sudah mendefinisikan dan menganalisis fase-fase utama yang akan terlibat di dalam sebuah alat atau rangkaian alat yaitu fase operasi, pembersihan, pergantian operasi, dan pemeliharaan.

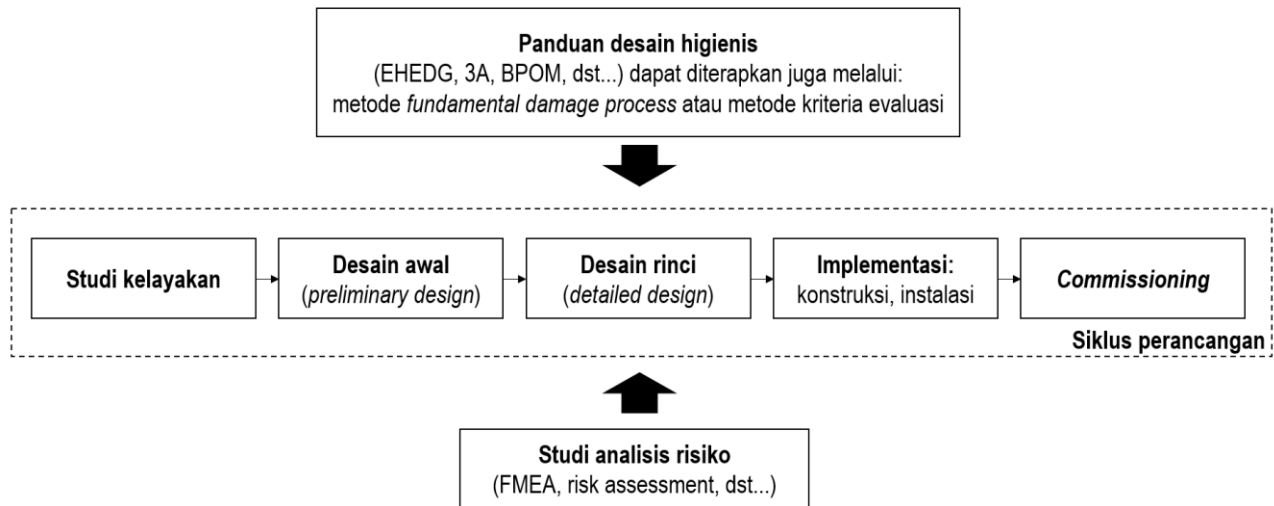
Beetz, et.al (2017) menggunakan perancangan alat pengaduk susu otomatis (*automatic milk frother*) dalam konteks proses pemanasan dan pembuihan susu sebagai contoh. Analisis dimulai dengan mengidentifikasi berbagai pengaruh yang tidak diinginkan yang harus dihindari pada saat penggunaan pengaduk susu. Pengaruh tersebut dikategorikan menjadi gangguan (*disturbances*) yang merupakan pengaruh yang dapat dieliminasi (*eliminable*) dan interaksi (*interactions*) yang merupakan pengaruh yang tidak dapat dieliminasi (*ineliminable*) karena sifat proses itu sendiri. Gangguan dan interaksi yang telah dikumpulkan kemudian diklasifikasikan menjadi empat “*fundamental damage processes*”, yaitu menempelnya bahan (*adhesion of matter*), akumulasi bahan (*accumulation of matter*), abrasi material (*material abrasion*), dan intrusi benda asing (*intrusion of foreign matter*). Langkah terakhir adalah mencocokkan panduan desain higienis yang ada dengan masing-masing “*fundamental damage processes*”, dengan demikian desainer proses dapat mengidentifikasi sejak awal dan mencegah terjadinya ketidakhigienisan.

Dua metode yang diusulkan oleh Costa, et.al. dan Beetz, et.al merupakan contoh metode di mana panduan desain higienis yang telah ada tidak secara langsung digunakan sebagai referensi, melainkan terdapat pemrosesan awal terlebih dahulu. Masing-masing metode memanfaatkan panduan desain higienis sebagai bahan dasar untuk menyusun suatu kriteria atau kerangka dengan memetakan panduan-panduan desain higienis yang ada. Dengan demikian, kedua metode ini efektif jika dilakukan oleh desainer proses yang belum terlalu fasih dengan panduan desain higienis.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, telah terdapat beberapa metode atau kerangka yang ditawarkan oleh peneliti untuk menerapkan desain higienis di dalam tahap perancangan proses dan pemrosesan pangan. Secara umum, untuk dapat mengimplementasikan desain higienis ke dalam tahap perancangan, desainer proses harus mengikutsertakan pedoman desain higienis yang sesuai dengan proses dan alat pemroses terkait. Namun, karena sifat dari pedoman desain higienis yang sering kali tidak langsung identik dengan proses tertentu, desainer proses harus memiliki pengalaman yang memadai untuk dapat dengan tepat mengintegrasikan pedoman



desain higienis dengan rancangan proses dan alat pemroses. Untuk mengatasi hal ini beberapa pendekatan dapat dilakukan untuk dapat membantu proses integrasi, sebagaimana yang telah dijabarkan di atas.



Gambar 3. Skema Penerapan Desain Higienis di Sepanjang Siklus Proyek

Berdasarkan literatur yang dikaji, terlihat bahwa pendekatan penerapan desain higienis pada dasarnya dapat dilakukan melalui 2 cara utama yang diilustrasikan pada Gambar 3. Cara yang pertama yaitu dengan mengikutsertakan panduan-panduan yang tersedia sejak awal dilakukannya perancangan proses dan alat pemroses. Alih-alih baru melakukan acuan terhadap panduan desain higienis di tahap implementasi, panduan sebaiknya sudah diikutsertakan bahkan sejak dari studi kelayakan dan terus digunakan hingga proses *commissioning* selesai. Panduan dapat diikutsertakan dengan berbagai cara, mulai dari digunakan secara langsung, hingga dengan membuat sebuah daftar atau kerangka baru yang didasarkan pada panduan yang telah ada, sebagaimana yang dilakukan oleh Costa, et.al. dan Beetz, et.al. Cara kedua adalah memastikan bahwa panduan telah diterapkan secara tepat dengan melakukan analisis risiko. Salah satu analisis risiko yang umum dilakukan adalah FMEA, sebagaimana yang disarankan oleh Salo, et.al. dan Matuszek, et.al. Kedua cara ini saling mendukung satu sama lain, dan dapat dilakukan secara berdampingan sepanjang siklus proyek perancangan. Hasil dari masing-masing penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang dikaji, disajikan pada Tabel 2.



Tabel 2. Luaran Metode Penerapan Desain Higienis di Dalam Tahap Perancangan

Metode Penerapan	Luaran Metode	Referensi
<i>Hygienic Integration</i> (Integrasi Higienis)	Tersedia sebuah alur panduan proses integrasi yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Permintaan pemangku kepentingan 2. Analisa dan spesifikasi desain 3. Desain entitas baru 4. Validasi desain 5. Instalasi entitas 6. Validasi fungsi fisik 7. Validasi performa higienis 8. Tambahkan ke daftar kualifikasi 	Salo <i>et al.</i> , 2009
<i>Valuation Criteria</i> (Kriteria Penilaian)	Tersedia sebuah kriteria penilaian yang terdiri atas 6 kelas, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Proses 2. Material 3. Geometri 4. Aksesoris 5. <i>Sealing</i> 6. Lainnya 	Costa <i>et al.</i> , 2013
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	<ul style="list-style-type: none"> - Urutan <i>Severity (S)</i>, <i>Occurrence (O)</i>, dan <i>Detectability (D)</i>. - Perhitungan <i>Risk (R)</i>, <i>Probability (P)</i>, <i>Numbers (N)</i> atau $RPN = S \times O \times D$. - Mode kegagalan dengan nilai RPN paling tinggi harus dijadikan prioritas untuk perbaikan. 	Salo <i>et al.</i> , 2009 Matuszek, 2012 Matuszek, 2014
<i>Fundamental Damage Process</i>	Tersedia sebuah model klasifikasi yang disebut <i>Fundamental Damage Process</i> yang terdiri atas 4 aspek, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Adhesion</i> (adhesi) 2. <i>Accumulation</i> (akumulasi) 3. <i>Intrusion</i> (intrusi) 4. <i>Abrasion</i> (abrasi) 	Beetz <i>et al.</i> , 2017

KESIMPULAN

Penerapan desain higienis di dalam seluruh rangkaian perancangan proses dan alat pemroses sangat dianjurkan untuk dilakukan sejak dini. Berbagai pendekatan untuk mengimplementasikan panduan desain higienis ke dalam perancangan dijabarkan oleh beberapa peneliti. Pendekatan yang paling mudah adalah dengan mengikutsertakan pedoman desain higienis pada saat melakukan perancangan proses dan alat pemroses. Untuk mengikutsertakan panduan desain higienis, terdapat beberapa pilihan metode yaitu penerapan secara langsung,



kriteria penilaian, dan kerangka *fundamental damage process*. Pendekatan lainnya adalah dengan menerapkan FMEA dalam rangka menganalisis risiko ketidakhigienisan yang dapat terjadi. FMEA merupakan alat yang baik untuk melakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap rancangan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Christopher G. J., ed. 2013. *Handbook of Food Factory Design*. Springer, New York.
- Beetz, Jean-Paul, Hermann Klobardanz, and Eckhard Kirchner. 2017. *New Ways of Hygienic Design - A Methodical Approach*. 21st International Conference on Engineering Design (ICED17), 5:81–90.
- Costa, Carlos Alberto, Marcos Alexandre Luciano, and Andrei Marcos Pasa. 2013. Guiding criteria for hygienic design of food industry equipment. *Journal of Food Process Engineering* 36.6: 753-762.
- Cramer, Michael M. 2013. *Food Plant Sanitation: Design, Maintenance, and Good Manufacturing Practices*. CRC Press, Florida.
- European Hygienic Engineering & Design Group. 2018. *Hygienic Design Principles*. EHEDG Guidelines. EHEDG.
- Hariyadi, P. 2014. *Desain Saniter Untuk Mesin Dan Peralatan Industri Pangan*. *Foodreview Indonesia*, 9(1) : 22-25.
- Holah, J., and H. L. M. Lelieveld, eds. 2011. *Hygienic Design of Food Factories*. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Lelieveld, H. L. M., J. T. Holah, and D. Napper, eds. 2014. *Hygiene in Food Processing Principles and Practice*. 2nd ed. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Matuszek, T. 2014. Basic Factors for Food Processing Equipment Hygienic Design and Its Cleanabilities with Minimal Contamination Risk. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 6: 38–45.
- Matuszek, Tadeusz. 2012. "Food Production Quality and Risk Management on Machinery Design." *Journal of Hygienic Engineering and Design* 1: 66–71.
- Nikoleiski, Dirk. 2012. Principles of Hygienic Design. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 1: 15–18.
- Saravacos, George, and Athanasios E. Kostaropoulos, eds. 2016. *Handbook of Food Processing Equipment*. 2nd ed. Springer International Publishing, Switzerland.
- Steenstrup, Lotte Dock and Friis, Alan. Wanted: Hygienic Systems Integration. <https://www.newfoodmagazine.com/article/2355/wanted-hygienic-systems-integration/> [06 Desember 2021]
- Wirtanen, Gun, and Satu Salo, eds. 2009. *Risk Management By Hygienic Design and Efficient Sanitation Programs*. VTT, Finland. <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>.