



Redesain Bioreaktor Guna Mempercepat Proses Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik di Desa Minggirsari Kecamatan Kanigoro Kabupaten Blitar

Novi Ariyan Pratama^{1✉}, Hery Murnawan²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^(1,2)

DOI: 10.31004/jutin.v7i2.28413

✉ Corresponding author:

[1412000179@surel.untag-sby.ac.id, herymurnawan@untag-sby.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

*Bioreaktor Anaerob;
Fermentasi;
Quality Function
Deployment;
House of Quality;
Proses Pasturisasi.*

Timbul kekhawatiran di kalangan petani mengenai pasokan pupuk yang semakin berkurang, baik pupuk kimia subsidi maupun non subsidi. Namun kekhawatiran tersebut telah terjawab dengan adanya alat bioreaktor anaerob otomatis yang diciptakan oleh Nawang Sonia pada tahun 2023. Alat tersebut mampu mempersingkat waktu proses fermentasi yang semula 14-21 hari menjadi 3-5 hari saja. Alat yang dirancang masih ditemukan beberapa kelemahan yang menghambat fungsional alat sehingga perlu dilakukan redesain. Redesain dilakukan dengan metode *Quality Function Deployment* melalui penyebaran kuisisioner pada pengguna dengan mempertimbangkan kelemahan yang ada pada alat. *House of Quality* yang dihasilkan menggambarkan 8 fitur sebagai konsep redesain alat. Salah satu fitur yang ditambahkan ialah dapat membaca suhu hingga 70°C sebagai proses pasturisasi. Adanya fitur tersebut, pengguna alat tidak perlu membagi beberapa *batch* untuk melakukan pasturisasi sehingga menghemat waktu 1.75 jam. Selain itu juga terdapat 7 fitur tambahan yang mendukung fungsional alat. Hasilnya alat lebih optimal, anadal, dan efektif daripada rancangan alat bioreaktor anaerob sebelumnya.

Abstract

Keywords:

*Anaerobic Bioreactor;
Fermentation;
Quality Function
Deployment;
House of Quality;
Pasturization Process.*

There are growing concerns among farmers about the decreasing supply of both subsidized and non-subsidized chemical fertilizers. However, these concerns have been addressed with the creation of an automatic anaerobic bioreactor by Nawang Sonia in 2023. This device is capable of shortening the fermentation process time from 14-21 days to just 3-5 days. The initial design of the device had some shortcomings that hindered its functionality, necessitating a redesign. The redesign was carried out using the *Quality Function Deployment* method by distributing questionnaires to users and taking into account the existing weaknesses of the device. The resulting *House of Quality* outlines eight features as part of the redesign concept. One of the added features is the ability to read

temperatures up to 70°C for the pasteurization process. With this feature, users no longer need to divide the process into several batches for pasteurization, saving 1.75 hours of time. Additionally, there are seven other features that support the device's functionality. As a result, the redesigned bioreactor is more optimal, reliable, and effective than the previous anaerobic bioreactor design.

1. PENDAHULUAN

Desa Minggirsari merupakan salah satu desa di Kabupaten Blitar yang memiliki lahan pertanian sebesar 57 Ha, lahan bukan pertanian bukan sawah 133 Ha, dan lahan bukan pertanian 69,8 Ha. Seiring berjalannya waktu peningkatan potensi sektor pertanian dan perkebunan, terdapat kekhawatiran di kalangan petani lokal khususnya petani Desa Minggirsari mengenai pasokan pupuk yang semakin berkurang. Tahun 2023, Indonesia hanya mampu menyediakan 24 juta ton pupuk dalam setahun, sedangkan kemampuan produksinya hanya mencapai 14 juta ton saja. Hal ini tentunya berdampak pada petani lokal yang kesulitan mendapatkan pupuk kimia subsidi maupun non-subsidi. Dengan demikian, petani harus mencari solusi lain agar lahan pertanian mereka dapat tetap menghasilkan dengan biaya perawatan yang rendah dan dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pupuk kimia dengan beralih ke pupuk organik.

Kekhawatiran tersebut telah terjawabkan dan tervalidasi dengan adanya alat bioreaktor anaerob otomatis yang diciptakan oleh Nawang Sonia pada tahun 2023 (Sonia, 2022). Bioreaktor adalah alat fermentator atau sistem yang digunakan sebagai penyedia lingkungan pertumbuhan bagi mikroorganisme, sel, atau jaringan dalam suatu proses biologis, yang menunjang terjadinya reaksi biokimia untuk mengubah bahan mentah menjadi bahan yang dikehendaki. Alat tersebut membantu mempersingkat waktu proses fermentasi menjadi 3-5 hari saja dengan kapasitas drum 200 liter. Hasilnya petani dapat menekan penggunaan pupuk kimia yang mahal dengan mengamankan pasokan pupuk organik secara konsisten untuk sektor pertanian dan perkebunan mereka tanpa harus mengkhawatirkan lamanya proses fermentasi dan biaya produksi yang mahal, serta memanfaatkan sumber daya yang ada.

Rancangan alat bioreaktor anaerob otomatis oleh Nawang Sonia merupakan sebuah kontribusi besar dalam pengembangan teknologi bioproces. Namun masih ada beberapa kelemahan yang perlu diperbaiki. Kelemahan tersebut diketahui melalui keluhan pengguna alat sehingga perlu dilakukan redesign pada alat bioreaktor anaerob agar lebih sempurna untuk mengoptimalkan fungsional-fungsional alat yang diharapkan menjadi lebih efektif, andal, dan dapat digunakan secara luas oleh petani lokal.

2. METODOLOGI

Bioreaktor merupakan sebuah perangkat berupa wadah yang digunakan untuk fermentasi dengan bergantung pada enzim dan mikroorganisme yang terbentuk secara alami selama fermentasi, baik secara aerob maupun anaerob (Sonia et al., 2024). Bioreaktor ini membantu mempersingkat waktu fermentasi dalam memproduksi pupuk organik. Pupuk organik yang dikehendaki berasal dari limbah organik yang sifatnya mudah diuraikan zat-zatnya menjadi partikel baik untuk lingkungan terutama kesuburan tanah. Salah satu jenisnya adalah limbah ternak yang merupakan sisa buangan dari suatu kegiatan usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, pengolahan produk ternak, dan sebagainya (Murnawan, 2017).

Redesain merupakan sebuah aktivitas untuk melakukan perubahan atau pembaharuan dengan berpijak pada wujud desain yang lama kemudian diubah menjadi versi yang lebih baru (Yusuf, 2021). Proses ini tidak hanya terbatas pada penambahan fitur baru, namun juga mencakup penyempurnaan estetika, fungsionalitas, efisiensi, dan efektivitas. Aktivitas redesign memerlukan pengujian terhadap *prototype* produk yang telah dirancang, karena hasil redesign lebih atau sedikit terdapat perubahan. Terdapat tiga kategori dari hasil pengujian produk, yakni kategori produk baik dimana hasilnya sesuai dengan yang diharapkan, kategori produk kurang baik dimana hasilnya masih mengalami kekurangan yang mempengaruhi fungsi produk, dan kategori produk rusak yang dimana hasil rancangan mengalami kerusakan secara fatal (Wati & Murnawan, 2022).

Perancangan produk merupakan seluruh kegiatan yang dilakukan untuk mengevaluasi, memperbaiki, menganalisis serta merancang sebuah sistem baik secara fisik maupun non fisik secara optimal untuk masa mendatang, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek ergonomi. Aspek ergonomi dimaksudkan dan ditujukan untuk mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh mengenai permasalahan interaksi manusia dengan teknologi sehingga memungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia yang lebih optimal (Murnawan & Widiasih, 2016). Sementara itu, pengembangan produk adalah sebuah strategi yang melibatkan pemanfaatan peluang yang

ada. Aktivitas pengembangan produk memerlukan kontribusi dari semua fungsi di perusahaan atau industri (Murnawan, 2022).

Quality Function Deployment merupakan sebuah metode terstruktur dalam pengembangan sebuah produk yang memungkinkan tim pengembang produk dapat menetapkan kebutuhan dan keinginan konsumen dengan jelas, dengan memanfaatkan keinginan konsumen akan sesuatu yang ditawarkan kemudian diubah menjadi sebuah kebutuhan (Murnawan et al., 2016). Penyebaran fungsi mutu merupakan sebuah alat perencanaan yang digunakan dalam kegiatan bisnis untuk memusatkan perhatian pada kebutuhan para pelanggan ketika menyusun spesifikasi desain dan pabrikasi (Rosnani, 2010). QFD tidak lain merupakan juga proses mendengarkan suara pelanggan melalui *Voice of Customer*. VOC merupakan istilah yang digunakan untuk menyebut kebutuhan, harapan, atau ekspektasi pelanggan terhadap suatu produk tertentu yang akan dirancang (Tezuka & Tanaka, 2005).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Voice of Customer

Identifikasi kebutuhan pengguna menggunakan *Voice of Customer* dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada anggota GAPOKTAN Sekar Sari. Wawancara ini dilakukan untuk mendapatkan informasi konsep redesign terhadap alat bioreaktor anaerob otomatis oleh Nawang Sonia berdasarkan kendala yang dialami oleh pengguna atau petani. Hasil pengujian ini dipandang mewakili kebutuhan pengguna. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan bagaimana kebutuhan pengguna akan diinterpretasikan.

Tabel 1. Kebutuhan Pelanggan

Pertanyaan Pelanggan	Atribut
Customer menginginkan perubahan posisi kran pada bagian alas drum dengan diameter yang lebih besar untuk mengeluarkan endapan nutrisi organik	Fungsi
Customer menginginkan adanya tambahan roda untuk mempermudah pemindahan alat	Fungsi
Customer menginginkan adanya pemanas suhu antara suhu 40° – 70°C untuk fungsi pasturisasi	Fungsi
Customer menginginkan perubahan ukuran pada kaki frame untuk memberikan ruang pada penampung nutrisi organik	Desain
Customer menginginkan perubahan desain pada baling-baling pengaduk untuk menciptakan arus putaran yang merata	Desain
Customer menginginkan dinamo penggerak yang dapat digunakan dalam jangka panjang	Fungsi & Kualitas
Customer menginginkan perbaikan pada saklar yang kapasitas voltasenya lebih besar agar tidak mudah meleleh	Fungsi & Kualitas
Customer menginginkan pada <i>control box</i> tidak perlu ada <i>switch on-off-on</i> yang materialnya besi karena dapat mengeluarkan setrum	Keamanan

Kemudian dilakukan penyebaran kuisisioner pada anggota GAPOKTAN Sekar Sari. Relevansi tiap atribut produk dinilai dengan menggunakan kuisisioner karena pateani akan menilai pentingnya masing-masing karakteristik ini. Gambar berikut akan menampilkan hasil rekapitulasi data responedon pada tiap level atribut. Setiap modul atribut berfungsi sebagai dasar untuk menghitung indeks kepentingan relatif, atau RII.

Atribut	Tingkat Kepentingan Atribut																														RII
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Desain	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	0.95
Fungsi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	0.99
Kualitas	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	0.85	
Keamanan	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	0.87	

Gambar 1. Hasil Wawancara Kebutuhan Pelanggan

Quality Function Deployment

Hasil rekapitulasi wawancara dari tingkat kepentingan yang sudah didapatkan melalui wawancara kemudian akan digunakan untuk membuat *House of Quality* dari QFD. Hasil dari rekap penelitian kepentingan akan digunakan untuk mengetahui skor penilaian dan target *valve* dari masing-masing atribut yang kemudian ditentukan untuk dilakukan *branchmaking*. Skor evaluasi akan mewakili nilai produk akhir. Begitu juga sebaliknya, nilai tujuan penggunaan produk merupakan katup target. Selanjutnya dihitung nilai rasio bobot dan peningkatan dihitung. Perbandingan antara nilai target dan skor penilaian akan dikenal sebagai rasio peningkatan atau *Improvement Ratio* (IR). Berikut ini adalah hasil rekap penelitian yang dilakukan *branchmaking* hingga perhitungan IR.

Tabel 2. Planning Matrix

Atribut	Branchmarking					Eval Score	Target Value	IR	RII	Weight	% Weight
	1	2	3	4	5						
Desain						2	4	1.25	0.95	1.18	25.82%
Fungsi						4	5	1.25	0.99	1.24	27.09%
Kualitas						3	4	1.25	0.85	1.07	23.27%
Keamanan						4	5	1.25	0.87	1.09	23.82%
→ Kuat Lemah ←						Keterangan: Alat Bioreaktor oleh Nawang Sonia Redesain Alat Bioreaktor					

Pada tahapan respon teknis, permintaan dan preferensi pelanggan non-teknis diubah menjadi informasi yang lebih teknis dengan tujuan untuk memuaskan kebutuhan dan keinginan pengguna. Istilah "respon teknis" juga dapat merujuk pada sudut pandang teknologi yang menjawab permintaan pengguna, seperti yang telah disebutkan dalam VOC.

Tabel 3. Respon Teknis

Atribut	Respon Teknis
Desain	Dimensi Kaki Kerangka Lebih Tinggi
	Desain Baling-baling Pengaduk
	Fitur Lepas Pasang Pengaduk
	Penambahan Roda Pada Kaki Kerangka
	Posisi Kran
Fungsi	Fitur Pasturisasi
	Fitur Lepas Pasang Pengaduk
	Penambahan Roda Pada Kaki Kerangka
	Tipe Dinamo Yang Digunakan
	Posisi Kran
Kualitas	Pemilihan Jenis Saklar
	Tipe Dinamo Yang Digunakan
Keamanan	Pemilihan Jenis Saklar
	Tipe Dinamo Yang Digunakan

Relationship merupakan sebuah hubungan antar respon teknis dengan atribut. Penentuannya dilakukan dengan pemberian simbol berdasarkan tingkat hubungan seperti tabel 4 dibawah ini. Nilai *Realtionship* tiap respon teknis pada masing-masing atribut akan didapatkan dari hasil perkalian antara skor pada simbol dengan bobot (*weight*) masing-masing atribut.

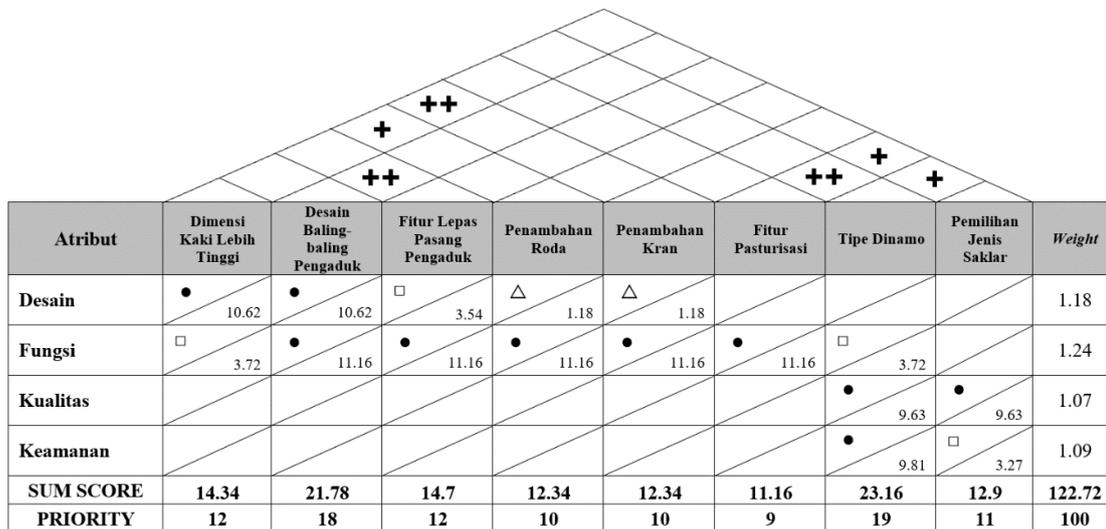
Tabel 4. Simbol Relationship Matrix

Simbol	Hubungan	Skor
●	Kuat	9
□	Sedang	3
△	Lemah	1

Selanjutnya membuat *relationship matrix* untuk produk redesain alat bioreaktor anaerob. *Relationship matrix* akan menunjukkan hubungan antara atribut dengan respon teknis yang kuat, sedang, lemah, ataupun tidak ada hubungan. Sementara itu, *Technical correlation* merupakan hubungan dari masing-masing respon teknis. Teknik korelasinya ditentukan oleh hubungan antar satu respon teknis dengan respon teknis lainnya. Berikut ini adalah keterangan dari simbol-simbol pada *technical correlation*.

- ++ : Strong Correlation
- + : Partitive Correlation
- : Negative Correlation
- ▼ : Strong Negative Correlation

Berdasarkan gambar tersebut hubungan antar respon teknis pada alat bioreaktor anaerob yang baru menggambarkan tiga *strong correlation* dan tiga *partitive correlation*, sedangkan untuk respon teknis yang tidak berhubungan tidak diberi tanda. Selanjutnya memperhitungkan nilai prioritas yang merupakan presentase dari jumlah nilai untuk masing-masing respon teknis. Nilai-nilai tersebut dihasilkan melalui *relationship matrix*. Sedangkan target merupakan sasaran yang ingin dicapai dari tiap-tiap respon teknis. Berikut adalah *House of Quality* yang didapatkan dari tahapan QFD.



Gambar 3. House of Quality

Konsep Redesain

Tabel 5. Penyusunan Konsep Redesain

Respon Teknis	Perbandingan Fitur	
	Desain Awal	Redesain
Tipe Dinamo		

Respon Teknis	Perbandingan Fitur	
	Desain Awal	Redesain
	Dinamo	
Desain Baling-baling Pengaduk	 Menggunakan bentuk desain baling-baling seperti pada kipas/perahu.	 Tersusun dari gabungan besi plat.
Fitur Lepas Pasang Pengaduk	Tidak ada	Ditambahkan pengunci pada bagian AS Pengaduk.
Dimensi Kaki	35 cm	40 cm
Roda	Tidak Ada	
Penambahan Kran	Bagian depan	Bagian depan dan alas drum.
Fitur Pasturisasi (Sensor Suhu)	Alat akan berhenti secara otomatis apabila mencapai suhu > 42°C.	Alat akan terus bekerja pada suhu > 42°C hingga mencapai suhu maksimum 70°C.
Jenis Saklar	 Kabel serabut rakitan	 Kabel power AC

Selanjutnya menentukan konsep redesign setelah mengetahui korelasi antar respon teknis melalui HOQ. Pada HOQ didapatkan nilai prioritas terbesar adalah penggunaan tipe dinamo yang juga berpengaruh pada atribut kualitas dan keamanan, karena rancangan alat bioreaktor oleh Nawang Sonia menggunakan dinamo yang tidak dapat digunakan untuk jangka panjang sehingga perlu meng-*upgrade* tipe dinamo. Selain itu desain pengaduk yang memiliki hubungan kuat dengan desain dan fungsi, diharapkan perubahan bentuk desain pengaduk dapat mengoptimalkan fungsional alat bioreaktor.

Analisis Ergonomi

Analisis ergonomi dilakukan karena terdapat konsep redesign yang salah satunya ialah mengubah dimensi tinggi pada kaki kerangka. Tujuan analisis ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan operasional oleh pengguna. Berikut hasil analisis ergonomi berdasarkan data tinggi petani sebagai pengguna alat.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Data Antropometri

No.	Dimensi Tubuh	n	\bar{x}	σ	BKA	BKB
1	Tinggi tubuh posisi berdiri tegak	30	158.53	5.57	175.24	141.83

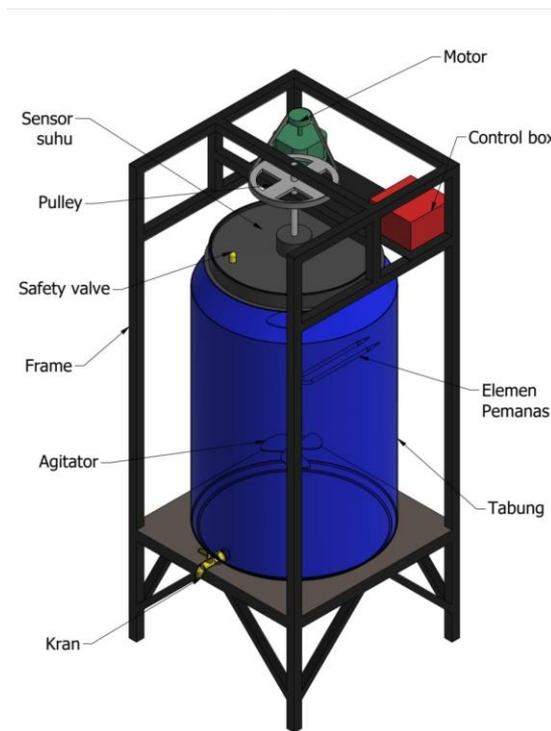
No.	Dimensi Tubuh	n	\bar{x}	σ	BKA	BKB
2	Tinggi pegangan tangan pada posisi tangan vertikal ke atas dan berdiri tegak	30	188.27	5.28	204.10	172.43
3	Tinggi lutut	30	41.40	2.21	48.02	34.78

Tabel 7. Hasil Perhitungan Presentil

Dimensi Tubuh	Presentil			Aplikasi Dimensi Mesin	Ukuran Mesin (cm)
	5%	50%	95%		
Tinggi tubuh posisi berdiri tegak	148	160	167.45	Tinggi kerangka dimulai dari drum	160
Tinggi pegangan tangan pada posisi tangan vertikal ke atas dan berdiri tegak	180	189	198.45	Tinggi keseluruhan kerangka	178
Tinggi lutut	38	41	46.9	Tinggi kaki kerangka	38

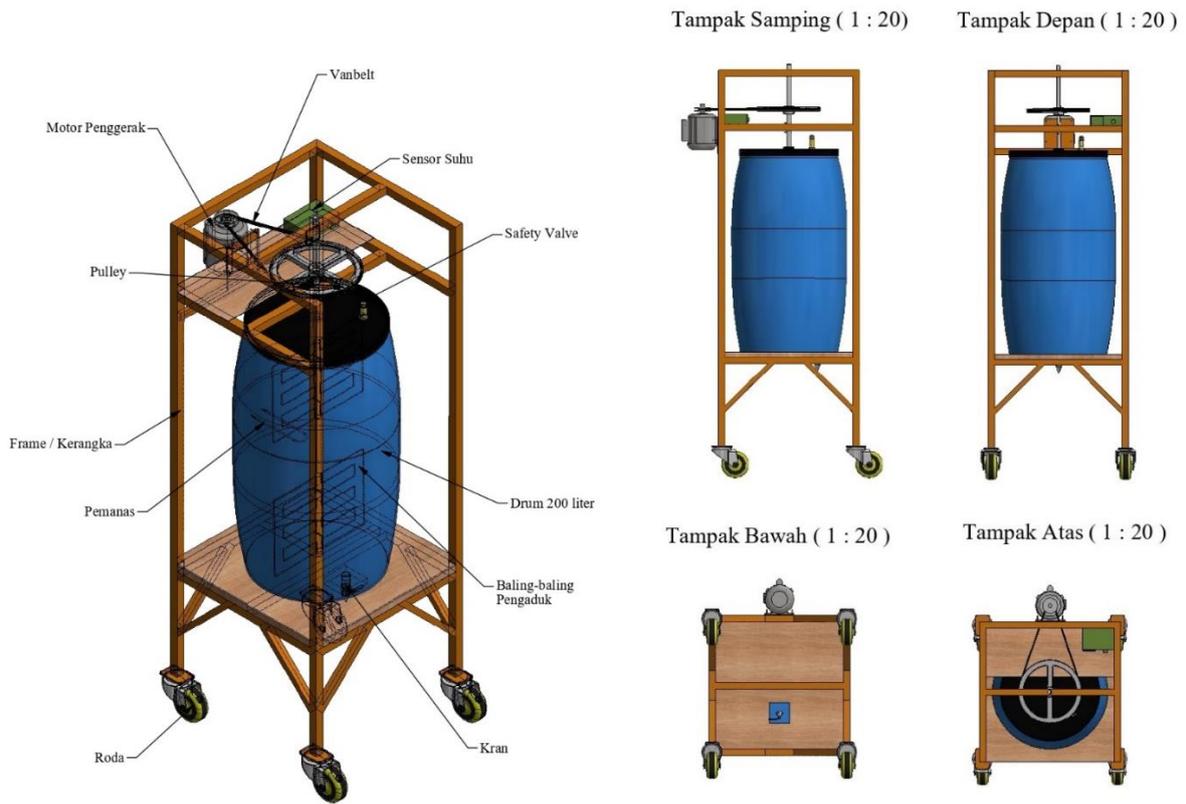
Hasil presentil menunjukkan ukuran yang berbeda-beda, namun dari ketiga presentil tersebut akan disesuaikan dimensinya berdasarkan kondisi pengguna. Pada dimensi tinggi kerangka yang dimulai dari drum menggunakan presentil 50% dengan dimensi ukuran alat 160 cm, tinggi keseluruhan kerangka menggunakan presentil 5% dengan dimensi ukuran alat 180 cm dan tinggi kaki kerangka menggunakan presentil 5% dengan dimensi ukuran alat 38 cm.

Desain Awal



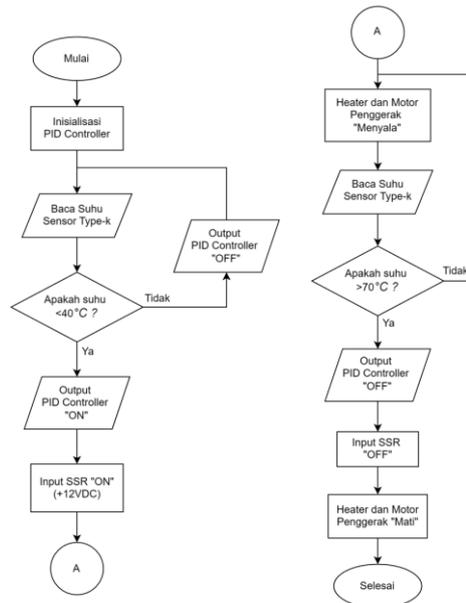
Gambar 4. Desain Alat Bioreaktor Anaerob oleh Nawang Sonia

Desain Redesain



Gambar 2. Desain Alat Bioreaktor Anaerob (Redesain)

Fungsi Kerja Alat



Gambar 3. Alur Fungsi Sistem Kerja Alat Bioreaktor Anaerob

Dari diagram alur diatas dapat dijelaskan bahwa konsep cara kerja dari alat ini, pada tahap awal yaitu inisialisasi PID Controller atau REX-C100, lalu REX-C100 akan membaca suhu dengan sensor type-k, Jika sensor membaca suhu atau temperature diatas 40°C maka output pada REX-C100 akan "OFF" dan SSR (*Solid State Relay*) tidak aktif sehingga motor penggerak dan pemanas akan berhenti beroperasi jika suhu sensor diatas 40°C. Sedangkan, pada saat suhu dibawah 40°C maka output pada REX-C100 akan "ON" dan SSR (*Solid State Relay*) akan aktif sehingga motor penggerak dan pemanas akan beroperasi sampai suhu sensor menyentuh diatas 70°C.

Jika sudah diatas 70°C maka output pada REX-C100 akan "OFF" dan SSR (*Solid State Relay*) tidak aktif sehingga motor penggerak dan pemanas akan berhenti beroperasi sampai suhu sensor dibawah 40°C.

Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk dan melihat kinerja alat. Uji coba pada hasil redesain alat bioreaktor anaerob dilakukan dengan skala kecil terlebih dahulu sebagai peninjauan lebih lanjut mengenai hasil validasi dari penelitian yang telah dijalankan sebelumnya. Pengujian akan dilakukan menggunakan media air untuk mengetahui apakah fungsi tambahan dapat berjalan dengan baik atau tidak.

Dalam perbandingan waktu pemanasan yang dilakukan, alat bioreaktor anaerob oleh Nawang Sonia tidak dapat digunakan untuk proses pasturisasi sehingga prosesnya dilakukan menggunakan kompor api dan dilakukan dalam 8 batch, dengan waktu *allowance* selama 15 menit per batch-nya. Hasilnya alat bioreaktor anaerob oleh Nawang Sonia membutuhkan waktu proses selama 8.28 jam. Sementara itu redesain alat bioreaktor anaerob tidak memerlukan pembagian proses pasturisasi ke dalam beberapa batch karena alat telah dirancang menggunakan pemanas thermocouple type K dengan sistem yang dapat membaca suhu hingga 70°C, sehingga total waktu prosesnya adalah 6.53 jam.

Selain redesain pada sistem elektrikal suhu, beberapa perbaikan lainnya juga dilakukan untuk membantu meningkatkan efisiensi dan kemudahan penggunaan alat bioreaktor. Terdapat tujuh perubahan atau penambahan fitur yakni desain baling-baling pengaduk yang fungsinya untuk membentuk arus putaran yang lebih menyeluruh, fitur lepas pasang pengaduk yang berfungsi untuk memudahkan petani dalam membersihkan drum, dimensi ukuran kaki kerangka diberikan lebih tinggi yang berfungsi memberikan ruang sebagai wadah pembuangan endapan, penambahan roda yang berfungsi mempermudah pemindahan alat, penambahan kran pada alas drum yang berfungsi sebagai tempat pembuangan endapan, *upgrade* tipe dinamo untuk jangka panjang, dan tipe kabel yang digunakan untuk menghindari lelehnya kabel.

4. KESIMPULAN

Pada hasil penelitian ini, desain alat bioreaktor anaerob yang baru melalui pendekatan QFD membuktikan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna yang didasarkan oleh kelemahan-kelemahan alat bioreaktor anaerob yang sebelumnya. Terdapat 8 fitur tambahan pada redesain alat ini, yaitu penggantian tipe dinamo, perubahan desain baling-baling, fitur lepas pasang pengaduk, dimensi kaki lebih tinggi, penambahan roda, penambahan kran, fitur pasturisasi, dan pemilihan jenis skalar. Dari fitur-fitur tambahan tersebut fungsional alat lebih optimal, andal, dan efektif karena dapat membantu petani untuk lebih mudah mengoperasikan alat. Fitur utama yang menjadi fokus redesain adalah fitur pasturisasi. Dengan adanya fitur tersebut yang mengubah sistem elektrikal suhu dapat mempersingkat waktu proses operasional mesin untuk memproduksi pupuk organik, yakni dengan selisih 1.75 jam

5. REFERENSI

- Murnawan, H. (2017). PENERAPAN TEKNIK PEMBUATAN PUPUK ORGANIK DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH/SAMPAH ORGANIK. *Jurnal Abdikarya*, 01(1), 14–19. <http://duniasapi.com/id/produk->
- Murnawan, H. (2022). RANCANG BANGUN TUNGKU PELEBURAN LOGAM ALUMINIUM BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS UNTUK MENEKAN BIAYA PRODUKSI GUNA MEMILIKI KEMAMPUAN DAN DAYA SAING DI PASAR. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 07, 8–13. <http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jpm17>
- Murnawan, H., & Widiasih, W. (2016). Perancangan Produk Tingkat Manusia Berkebutuhan Khusus Ergonomis. *Seminar Internasional Dan Konferensi Nasional IDEC*, 86–92.
- Murnawan, H., Widiasih, W., & Tandriana, S. (2016). PERANCANGAN PRODUK PISPOT DUA BAGIAN DENGAN PENDEKATAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) DAN ANALISIS SWOT. *Simposium Nasional RAPI XV*, 2497–2503.
- Rosnani, G. (2010). *Perancangan Produk*. Graha Ilmu.
- Sonia, N. (2022). *Perancangan Alat Bioreaktor Anaerob untuk Mempercepat Proses Fermentasi Nutrisi Organik*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

- Sonia, N., Murnawan, H., Virnanda, V., & Kisworo, A. (2024). Rancang Bangun Alat Bioreaktor Anaerob untuk Mempercepat Waktu Fermentasi Nutrisi Organik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Februari, 4*, 536–549. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10525277>
- Tezuka, T., & Tanaka, K. (2005). *Landmark Extraction: A Web Mining Approach, Lecture Notes in Computer Science book series*.
- Wati, P. E. D. K., & Murnawan, H. (2022). PERANCANGAN ALAT PEMBUAT MATA PISAU MESIN PEMOTONG SINGKONG DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ASPEK ERGONOMI. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 9(1)*, 59. <https://doi.org/10.24853/jisi.9.1.59-69>
- Yusuf, R. D. H. (2021). Redesain Pembangunan Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Muhammadiyah Maluku Utara. *Jurnal Dintek, 14*, 72–78.