

BUSINESS IDEA COMPETITION Z-CREATIVE

Business Title : BioWaste: Otomatisasi Produksi Hidrogen Berbasis Bioreaktor dengan *Machine Learning* untuk *Real Time Monitoring* menuju *Sustainability* dan Efisiensi Bisnis Produksi EBT

Group Name : Raja Patih

Group Members:

1. Faiz Iqbal I'tishom - 164231059 - Universitas Airlangga
2. Moch. Shultan Ali S. - 163231040 - Universitas Airlangga
3. Jhonriz Steven - 141231069 - Universitas Airlangga
4. Victory Kamilio Hadi - 23/519756/PS/23406 - Universitas Gadjah Mada
5. Nathanael Orlando Situmorang - 23/515604/TK/56697 - Universitas Gadjah Mada

I. Overview

Di mana ada manusia, di situ ada sampah. Seiring bertambahnya populasi manusia, kebutuhan akan lahan dan penghasilan limbah dan emisi pun ikut meningkat. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2023 terdapat 14.753.197,42 ton/tahun sampah tidak terkelola atau sebanyak 38,38% dari total timbulan sampah dari 368 kabupaten/kota di Indonesia. Timbulan sampah ini mayoritas terdiri dari limbah organik, seperti sisa makanan (39,78%) dan kayu/ranting (12,03%). Permasalahan limbah organik ini tentunya mendesak sebuah inovasi baru yang tidak hanya menciptakan nilai tambah dari limbah dan mengurangi emisi, namun juga mendukung ekonomi sirkular sesuai dengan target nasional untuk mencapai misi *Zero Waste* dan *Zero Emission* pada tahun 2030.

BioWaste adalah solusi inovatif yang mengintegrasikan teknologi bioreaktor yang diotomatisasi dengan *machine learning* untuk menghasilkan hidrogen dari limbah organik secara efisien dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi sensor canggih untuk memantau parameter seperti suhu, pH, tekanan, dan aliran gas, sistem ini mengoptimalkan produksi hidrogen secara *real-time*, mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual, serta meningkatkan hasil dan kualitas produk. *Machine learning* dimanfaatkan untuk memprediksi dan menyesuaikan parameter produksi secara otomatis, memberikan kendali yang lebih baik dan efisiensi biaya operasional. Teknologi ini memberikan solusi bagi industri energi terbarukan, pemerintah, serta perusahaan pengelola limbah organik dalam memenuhi kebutuhan energi yang bersih dan berkelanjutan. BioWaste juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendukung energi hijau.

II. Business Idea

BioWaste memanfaatkan limbah organik dan mengubahnya menjadi hidrogen dengan menggunakan bioreaktor otomatis yang terintegrasi dengan sistem *machine learning* untuk optimasi produksi. Proses ini dimulai dengan pemantauan parameter-parameter kunci seperti suhu, pH, tekanan, DO, dan aliran gas menggunakan sensor mutakhir. Data yang didapatkan dari sensor diproses untuk memprediksi dan mengoptimalkan hasil produksi hidrogen menggunakan algoritma *Random Forest* dan LSTM (*Long Short-Term Memory*). Dengan otomatisasi parameter-parameter ini, BioWaste mampu meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya, dan meminimalisir kesalahan manusia. Teknologi ini menawarkan solusi terintegrasi yang mencakup seluruh siklus produksi, mulai dari bahan baku hingga pengolahannya menjadi hidrogen yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Integrasi teknologi yang kami tawarkan memberikan transparansi dari monitoring sistem IoT dengan memanfaatkan aplikasi yang bisa diakses oleh seluruh mitra. Transparansi informasi tersebut berguna untuk mengurangi risiko miskomunikasi antar lembaga atau divisi, serta meningkatkan tingkat kepercayaan pelanggan dan mitra yang terlibat di dalamnya.

III. Objective

1. Meningkatkan Efisiensi Produksi Hidrogen: Mengoptimalkan proses bioreaktor untuk meningkatkan produksi hidrogen dengan penghematan energi dan biaya melalui otomatisasi.
2. Mendukung Keberlanjutan Energi Terbarukan: Menghasilkan hidrogen dari limbah organik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan ikut andil dalam usaha pengurangan emisi gas rumah kaca.
3. Memberikan Solusi Pengelolaan Limbah yang Ramah Lingkungan: Mengubah limbah organik menjadi hidrogen sekaligus mengurangi volume limbah yang dibuang ke TPA.
4. Menyediakan Pemantauan *Real-Time*: Implementasi sistem monitoring dan pengontrolan proses secara *real-time* untuk menjaga kualitas dan kuantitas produk yang konsisten.
5. Mendorong Perubahan dalam Industri Energi: Menjadi pelopor dalam teknologi produksi hidrogen melalui bioreaktor otomatis yang didukung machine learning, guna mendorong keberlanjutan dalam sektor energi.

IV. Benefits

1. Keberlanjutan dan Pengurangan Emisi: Menghasilkan hidrogen dari limbah organik, mengurangi jejak karbon dan mendukung transisi ke energi hijau.
2. Penghematan Biaya Produksi: Mengoptimalkan proses dengan *machine learning* untuk mengurangi biaya operasional, menghasilkan hidrogen dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan teknologi lain.
3. Peningkatan Kualitas dan Konsistensi: Memastikan kualitas produk yang stabil dan konsisten melalui pemantauan *real-time*, mengoptimalkan parameter produksi secara otomatis.
4. Solusi Pengelolaan Limbah: Mengubah limbah organik menjadi energi dengan cara yang ramah lingkungan, mengurangi volume limbah yang dibuang.
5. Skalabilitas Teknologi: BioWaste dapat diterapkan dalam berbagai skala industri, mulai dari skala besar hingga komunitas kecil yang membutuhkan solusi energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan.
6. Peluang Pasar Baru: Menyediakan peluang dalam industri energi terbarukan, pengelolaan limbah, dan pemantauan sistem berbasis teknologi hijau yang terus berkembang.

V. Business Model Canvas

V.I Customer Segments

BioWaste berfokus pada pasar tertentu yang membutuhkan solusi energi terbarukan dan efisiensi produksi. Industri energi terbarukan terdiri dari segmen pertama, yang sangat membutuhkan teknologi yang dapat meningkatkan hasil dan mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang. Segmen kedua adalah perusahaan pengelola limbah organik, yang menghasilkan hidrogen sebagai bahan baku untuk proses bioreaktor. Proses fermentasi limbah organik menghasilkan hidrogen.

Pemerintah dan lembaga regulasi juga merupakan komponen penting. Solusi yang dapat mendukung kebijakan energi bersih akan menarik bagi pemerintah yang berkomitmen untuk mengurangi emisi karbon dan beralih ke energi hijau. Terakhir, segmen yang relevan adalah lembaga pendidikan dan akademisi yang berfokus pada inovasi dalam bidang energi terbarukan dan pengelolaan limbah. Mereka dapat memanfaatkan teknologi ini untuk melakukan

penelitian lebih lanjut tentang bagaimana meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem produksi hidrogen.

V.II Customer Relationship

Melalui model layanan berbasis langganan dan kontrak perawatan berkala, BioWaste akan mengutamakan hubungan jangka panjang dengan pelanggan. Dengan dukungan teknis yang menyeluruh untuk mengelola bioreaktor, bersama dengan pemeliharaan dan upgrade sistem yang rutin, setiap pelanggan akan menerima bantuan. Melalui aplikasi berbasis cloud, kami akan menyediakan layanan pemantauan real-time untuk memastikan bahwa sistem beroperasi secara optimal. Pelanggan akan menerima laporan kinerja mingguan dan bulanan serta saran tentang cara meningkatkan hasil produksi dan efisiensi.

Selain itu, kami akan memiliki tim support yang tersedia 24 jam sehari, 7 hari dalam seminggu untuk memberikan bantuan teknis atau memperbaiki masalah yang muncul secara mendesak. Program pelatihan dan konsultasi untuk pelanggan yang ingin mengoptimalkan penggunaan sistem bioreaktor dan machine learning mereka akan memperkuat hubungan ini. Pelanggan akan memperoleh pengetahuan tentang cara mengelola perangkat dengan efisien dan mengurangi ketergantungan pada layanan pihak ketiga melalui program ini. Tidak lupa, kami juga akan berhubungan langsung dengan pelanggan melalui sistem review dan feedback, yang memungkinkan mereka untuk memberikan komentar tentang produk dan layanan kami.

V.III Channels

BioWaste akan mengoptimalkan berbagai jalur distribusi digital dan fisik untuk pemasaran dan distribusi. Kemitraan dengan perusahaan penyedia energi terbarukan memungkinkan kami untuk menjangkau pasar industri secara langsung. Kami juga akan menunjukkan produk kami di pameran teknologi energi terbarukan, serta webinar dan seminar industri untuk menjelaskan teknologi yang kami tawarkan. Selain itu, kami akan mengembangkan platform e-commerce bisnis-ke-bisnis yang akan memungkinkan perusahaan besar membeli sistem bioreaktor secara langsung sambil tetap memiliki layanan pelanggan dan dukungan teknis.

Dalam hal distribusi perangkat keras, kami akan bekerja sama dengan distributor alat industri dan teknologi untuk menjangkau lebih banyak pelanggan yang tersebar di berbagai industri. Kami akan menggunakan strategi pencarian mesin telusur dan iklan online untuk penjualan dan pemasaran digital untuk menarik perhatian perusahaan yang tertarik dengan solusi efisiensi energi. Untuk layanan pemantauan dan manajemen produksi hidrogen secara real-time, platform cloud-based kami akan berfungsi sebagai saluran distribusi utama. Kami akan memberi tahu orang lain tentang pentingnya transisi ke energi ramah lingkungan dengan menggunakan media sosial dan email marketing.

V.IV Value Propositions

BioWaste menawarkan solusi produksi hidrogen berbasis bioreaktor otomatis yang terintegrasi dengan teknologi pembelajaran mesin untuk mengoptimalkan proses produksi secara real-time. Produk ini memiliki nilai utama dalam hal keberlanjutan dan efisiensi, yang keduanya sangat penting saat beralih ke energi terbarukan. Sistem kami dapat memprediksi dan mengoptimalkan parameter produksi seperti suhu, pH, tekanan, dan laju aliran gas secara otomatis dengan menggunakan sensor canggih dan algoritma Random Forest dan LSTM. Ini langsung mempengaruhi efisiensi hidrogen yang dihasilkan. Hal ini tidak hanya memastikan kualitas dan kuantitas produk yang optimal, tetapi juga mengurangi biaya operasional karena proses yang tidak efisien dan manajemen manual.

Teknologi ini juga dapat membantu kebijakan pemerintah yang berfokus pada keberlanjutan dan pengurangan emisi gas rumah kaca, dengan menggunakan hidrogen yang dibuat dari bahan baku organik untuk menggantikan bahan bakar fosil. Selain itu, sistem monitoring real-time menyediakan laporan dan analisis data, yang memungkinkan perusahaan untuk menemukan area yang membutuhkan perbaikan. Di sisi lain, loop feedback memungkinkan model untuk belajar dari waktu ke waktu dan meningkatkan kinerjanya.

V.V Key Activities

Pengembangan dan pengujian teknologi bioreaktor serta sistem pembelajaran mesin adalah operasi utama BioWaste. Untuk memulai, kami akan mengembangkan sistem sensor dan perangkat keras bioreaktor untuk memantau

parameter seperti suhu, pH, tekanan, DO, dan aliran gas, yang sangat penting untuk produksi hidrogen. Setelah itu, kami akan mengembangkan algoritma pembelajaran mesin yang dapat memprediksi dan mengoptimalkan hasil produksi berdasarkan data dari sensor. Untuk analisis data dan penyesuaian parameter secara otomatis, algoritma seperti Random Forest dan LSTM akan digunakan. Selanjutnya adalah proses integrasi dan pemeliharaan sistem.

Perangkat keras dengan basis cloud yang akan diintegrasikan dalam tim kami akan memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time. Selain itu, kami akan memberikan dukungan pelanggan dan pelatihan teknis kepada pengguna untuk membantu mereka memanfaatkan teknologi secara optimal. Untuk meningkatkan efisiensi bioreaktor dan mengintegrasikan teknologi pemrosesan data dan produksi energi terbarukan, penelitian dan pengembangan akan terus dilakukan. Selain itu, untuk memperluas jangkauan pasar kami, kami akan mengatur dan mengelola kolaborasi strategis dengan perusahaan yang berfokus pada energi terbarukan dan limbah organik.

V.VI Key Resources

BioWaste membutuhkan beberapa sumber daya penting untuk beroperasi. Pertama, sumber daya teknologi tinggi sangat penting untuk memantau parameter bioreaktor dengan sangat akurat. Sumber daya ini termasuk perangkat keras seperti sensor suhu, pH, tekanan, DO, dan aliran gas. Untuk menyimpan dan menganalisis data yang dikumpulkan oleh sensor secara real-time, kami juga membutuhkan platform yang berbasis cloud yang kuat. Kami juga membutuhkan tim pengembang perangkat lunak dan data scientist yang berpengalaman untuk mengembangkan dan memelihara algoritma machine learning yang dapat memprediksi dan mengoptimalkan proses produksi hidrogen.

Kami juga membutuhkan perangkat keras bioreaktor yang dapat secara otomatis menyesuaikan parameter berdasarkan output dari sistem machine learning. Sumber daya manusia yang terlatih dalam energi terbarukan dan teknologi Internet of Things adalah komponen penting dari tim. Terakhir, untuk memperluas jaringan distribusi kami dan menjaga keberlanjutan pasokan bahan baku, kami perlu bekerja sama secara strategis dengan perusahaan pengelola limbah dan penyedia alat industri. Reputasi dan branding perusahaan sangat

penting untuk menarik pelanggan baru dan membangun hubungan jangka panjang dengan mereka.

V.VII Key Partnerships

Kami membangun beberapa kemitraan strategis untuk mendukung pengembangan dan distribusi produk untuk mewujudkan visi BioWaste. Kemitraan pertama kami adalah dengan perusahaan penyedia energi terbarukan yang berfokus pada produksi hidrogen dan energi hijau. Kerjasama ini akan membantu kami memperkenalkan produk kami ke pasar yang lebih luas dan memberi kami akses ke infrastruktur energi yang sudah ada. Selain itu, kami akan bekerja sama dengan perusahaan pengelola limbah organik, yang memiliki kemampuan untuk menyediakan bahan baku yang diperlukan untuk proses bioreaktor.

Selain itu, kami akan bekerja sama dengan universitas dan lembaga penelitian yang berfokus pada bioteknologi dan pengembangan energi terbarukan. Institusi-institusi ini memiliki kemampuan untuk menyediakan riset terkini serta menawarkan bantuan dalam pengujian dan validasi teknologi kami. Selain itu, untuk memastikan bahwa kami menggunakan perangkat keras yang terbaru dan paling efisien, kami akan bekerja sama dengan distributor alat industri dan teknologi sensor. Untuk memastikan bahwa produk kami sesuai dengan regulasi yang berlaku dan mendukung inisiatif energi hijau global, kami perlu bekerja sama dengan pemerintah dan lembaga kebijakan.

V.VIII Cost Structure










Struktur biaya BioWaste terdiri dari beberapa komponen penting yang diperlukan untuk membantu operasi dan pertumbuhan bisnis. Salah satu biaya terbesar adalah investasi awal dalam perangkat keras seperti sensor, bioreaktor otomatis, dan perangkat pendukung lainnya. Pengembangan perangkat lunak dan algoritma pengajaran mesin juga membutuhkan banyak uang, terutama pada tahap awal pengembangan produk. Selain itu, kami harus mengalokasikan dana untuk dukungan pelanggan dan pemeliharaan sistem, yang mencakup pembaruan perangkat keras dan perangkat lunak serta pelatihan teknis pengguna. Struktur biaya juga harus mempertimbangkan

R&D berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produk. Biaya operasional yang terkait dengan kemitraan strategis, distribusi, dan pemasaran juga harus dipertimbangkan. Kami akan mencari cara untuk mengoptimalkan biaya ini dengan mengotomatisasi proses dan skalabilitas produk kami.


V.IX Revenue Streams


Penjualan bioreaktor otomatis dan perangkat sensor yang digunakan dalam sistem produksi hidrogen akan menjadi sumber pendapatan utama BioWaste. Selain itu, layanan berbasis langganan untuk pemantauan dan analisis real-time akan menghasilkan pendapatan bagi kami. Layanan ini memberikan pelanggan akses terus-menerus ke data dan memberikan saran tentang pengoptimalan produksi. Selain itu, ada kemungkinan bahwa perusahaan atau individu yang tertarik untuk mengadopsi teknologi ini akan menghasilkan lebih banyak uang melalui layanan konsultasi dan pelatihan. Selain itu, kami mempertimbangkan untuk menawarkan paket pemeliharaan tahunan untuk memastikan kinerja sistem tetap optimal sepanjang tahun. Paket pemeliharaan ini mencakup pembaruan perangkat keras dan perangkat lunak. Terakhir, kami berencana untuk mengembangkan kemitraan berbasis hasil di mana kami akan mendapatkan keuntungan tambahan karena teknologi kami akan membantu pelanggan menghemat biaya energi.

VI. Summary (In Bullet Points)

The Business Model Canvas					Designed for:	Designed by:	Date:	Version:
Key Partnerships 	Key Activities 	Value Propositions 	Customer Relationships 	Customer Segments 				
	Key Resources 		Channels 					
Cost Structure 			Revenue Streams 					

Copyright Strategyzer AG
The makers of Business Model Generation and Strategyzer

 This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, USA.

 **Strategyzer**
strategyzer.com

I. Customer Segments

- Perusahaan pengelola limbah organik yang menghasilkan hidrogen sebagai bahan baku untuk proses bioreaktor, industri energi terbarukan yang berfokus pada produksi hidrogen sebagai alternatif sumber energi bersih.
- Pemerintah dan lembaga regulasi mendukung kebijakan energi hijau dan pengurangan emisi karbon.
- Institusi pendidikan dan akademisi membutuhkan teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan energi terbarukan.

II. Customer Relationships

- Model layanan berbasis langganan yang digunakan untuk memantau dan menganalisis sistem dalam waktu nyata.
- Kontrak perawatan berkala yang melibatkan pemeliharaan dan pengembangan sistem secara berkala.
- Dukungan pelanggan tersedia 24 jam sehari untuk bantuan teknis dan perbaikan darurat.

- laporan kinerja mingguan dan bulanan bersama dengan saran untuk mengoptimalkan produksi
- program pelatihan dan konsultasi tentang cara terbaik untuk memanfaatkan teknologi bioreaktor dan pembelajaran mesin.
- Sistem umpan balik dan evaluasi untuk masukan pelanggan yang berkaitan dengan produk dan layanan

III. Channels

- Kemitraan dengan perusahaan energi terbarukan untuk mendapatkan akses langsung ke pasar industri
- Pameran teknologi energi terbarukan untuk memasarkan produk kepada audiens yang tepat.
- Webinar dan seminar industri untuk meningkatkan pengetahuan dan pemasaran.
- platform e-commerce bisnis ke bisnis untuk pembelian dan dukungan teknis untuk bioreaktor.
- Untuk memperluas jangkauan pasar, bekerja sama dengan distributor alat industri dan teknologi sensor.
- Strategi pemasaran digital untuk menarik perhatian pelanggan potensial, termasuk pengoptimalan mesin telusur dan iklan online
- platform yang berbasis cloud untuk memantau dan mengatur produksi hidrogen.
- Marketing produk melalui media sosial dan email.
- Perangkat keras didistribusikan melalui jaringan distribusi fisik yang efektif.

IV. Value Propositions

- Bioreaktor otomatis dapat digunakan untuk menghasilkan hidrogen secara efisien dan berkelanjutan.
- Teknik pembelajaran mesin untuk mengoptimalkan parameter produksi secara real-time
- Pengurangan biaya operasional melalui otomasi dan data analytics; penggunaan hidrogen dari limbah organik sebagai pengganti bahan bakar fosil; dan
- pengambilan keputusan yang lebih baik melalui laporan dan analisis data real-time.
- Feedback loop memungkinkan model untuk belajar terus-menerus dan meningkatkan kinerja sistem.

V. Key Activities

- Pengembangan dan pengujian teknologi bioreaktor otomatis dan sistem sensor; pengembangan dan pengujian algoritma pembelajaran mesin untuk prediksi dan optimasi; dan algoritma LSTM dan Random Forest.
- Integrasi perangkat keras dengan platform berbasis cloud untuk memantau dalam waktu nyata.
- Pemeliharaan dan dukungan teknis pelanggan untuk sistem.
- Pendidikan pengguna untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi berjalan efektif.
- Penelitian dan pengembangan yang berkelanjutan untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi teknologi
- Pengelolaan kolaborasi strategis dengan perusahaan energi terbarukan dan limbah organik

VI. Key Resources

- Bioreaktor yang dioperasikan secara otomatis yang dimaksudkan untuk menghasilkan hidrogen dari limbah organik.
- Sensor canggih yang melacak parameter seperti suhu, pH, tekanan, DO, dan aliran gas.
- platform yang berbasis cloud yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dalam waktu nyata.
- tim data scientist dan pengembang perangkat lunak yang mahir dalam pengajaran mesin.
- Sumber daya manusia memiliki keahlian dalam teknologi Internet of Things (IoT) dan energi terbarukan.
- kemitraan strategis dengan pengelola limbah dan penyedia alat industri
- Branding dan reputasi yang kuat membangun hubungan dengan pelanggan untuk jangka panjang.

VII. Key Partnerships

- Perusahaan energi terbarukan yang mengirimkan produk dan solusi teknologi. Perusahaan pengelola limbah organik yang menyediakan bahan baku untuk proses bioreaktor.

- Distributor alat industri dan teknologi sensor untuk menyediakan perangkat keras terbaru; institusi penelitian dan universitas untuk kolaborasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi.
- Pemerintah dan lembaga kebijakan untuk mendukung inisiatif energi hijau dan menjamin regulasi yang sesuai.

VIII. Cost Structure

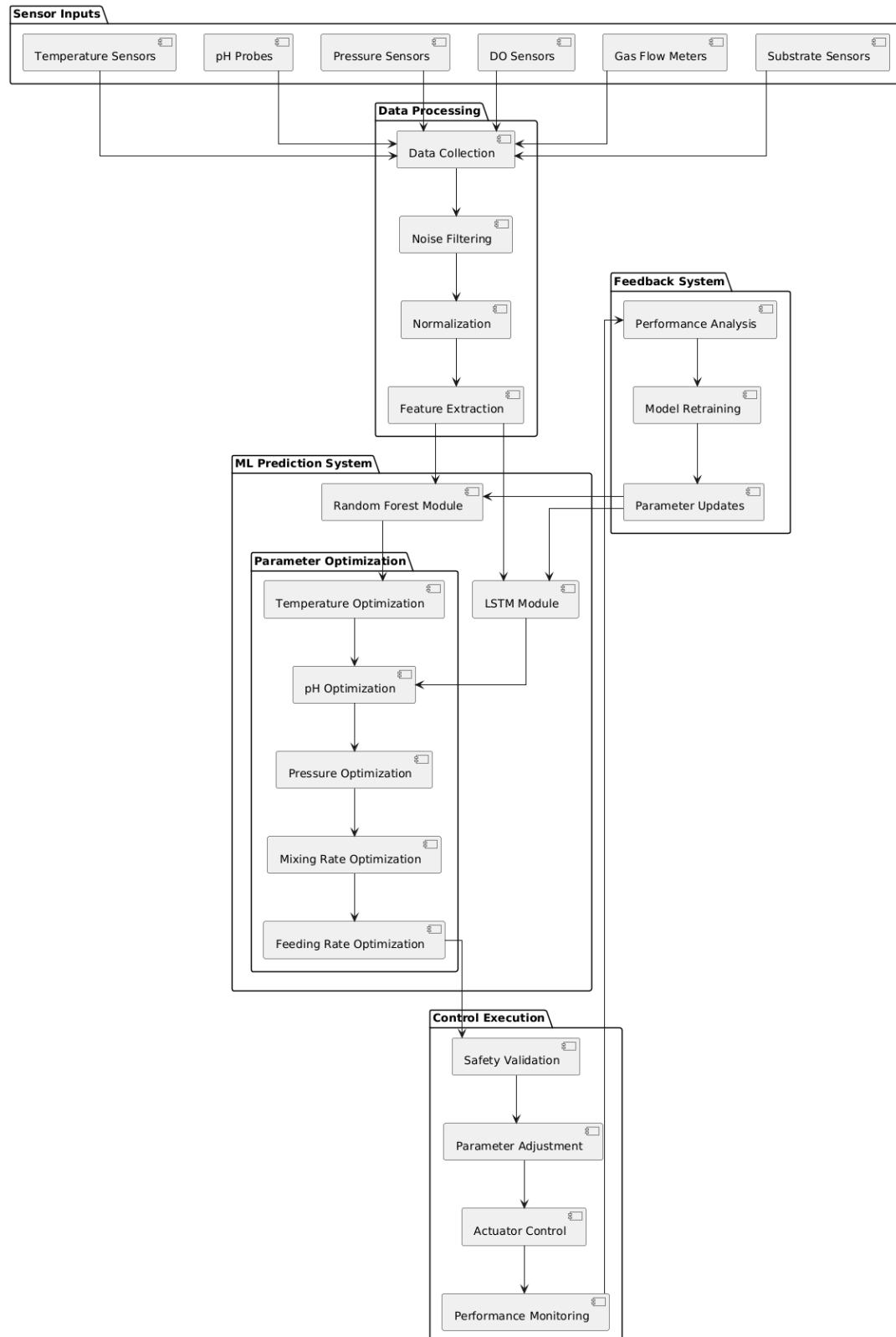
- investasi awal dalam sensor dan bioreaktor canggih.
- Pengembangan algoritma pembelajaran mesin dan perangkat lunak.
- Pemeliharaan sistem, yang mencakup pembaruan perangkat lunak dan perangkat keras.
- Biaya pelatihan dan dukungan teknis.
- Studi dan pengembangan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi teknologi.
- Biaya yang diperlukan untuk pemasaran dan distribusi produk
- Pengelolaan kemitraan strategis dalam upaya memperluas pasar dan produk.

IX. Revenue Streams

- Penjualan perangkat keras sensor dan bioreaktor otomatis
- Layanan pemantauan dan analisis real-time berbasis langganan, serta konsultasi dan pelatihan untuk adopsi teknologi.
- Paket pemeliharaan perangkat lunak dan perangkat keras setiap tahun.
- kemitraan berbasis hasil, dengan keuntungan tambahan dari pelanggan yang menghemat energi.

VII. Prototype

Prototype kami berupa sistem bioreaktor otomatis yang terintegrasi dengan sensor *real-time* dan *platform cloud-based* untuk monitoring dan optimasi produksi hidrogen. Adapun diagram alir sistematis dari sistem bioreaktor kami adalah sebagai berikut.



VIII. References

- Albuquerque, M. M., Martinez-Burgos, W. J., De Bona Sartor, G., Letti, L. A. J., De Carvalho, J. C., Soccol, C. R., & Medeiros, A. B. P. (2024). Advances and Perspectives in Biohydrogen Production from Palm Oil Mill Effluent. *Fermentation*, 10(3), 141. <https://doi.org/10.3390/fermentation10030141>
- Delloso, J., & Palconit, E. (2021). Artificial intelligence (AI) in renewable energy systems: A condensed review of its applications and techniques. <https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope51590.2021.9584587>
- Forootan, M. M., Larki, I., Zahedi, R., & Ahmadi, A. (2022). Machine Learning and Deep Learning in Energy Systems: A Review. *Sustainability*, 14(8), 4832. <https://doi.org/10.3390/su14084832>
- Liu, Y., Min, J., Feng, X., He, Y., Liu, J., Wang, Y., He, J., Do, H., Sage, V., Yang, G., & Sun, Y. (2020). A Review of Biohydrogen Productions from Lignocellulosic Precursor via Dark Fermentation: Perspective on Hydrolysate Composition and Electron-Equivalent Balance. *Energies*, 13(10), 2451. <https://doi.org/10.3390/en13102451>
- Nguyen, T. H., Paramasivam, P., Dong, V. H., Le, H. C., & Nguyen, D. C. (n.d.). Harnessing a better future: Exploring AI and ML applications in renewable energy. *Journal of Informatics and Virtualization*, 8(1). <http://dx.doi.org/10.62527/joiv.8.1.2637>
- Nosherwani, S., & Nausherwani, S. (2018, December 12). A review of waste to energy technologies.
- Qu X, Zeng H, Gao Y, Mo T and Li Y (2022), Bio-hydrogen production by dark anaerobic fermentation of organic wastewater. *Front. Chem.* 10:978907. <http://dx.doi.org/10.3389/fchem.2022.978907>
- Rittmann, B. E., & McCarty, P. L. (2001). *Environmental biotechnology: Principles and applications*..
- Soori, M., Karimi Ghaleh Jough, F., Dastres, R., & Arezoo, B. (2024). *Internet of Things and Data Analytics for Predictive Maintenance in Industry 4.0: A Review*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30521.79207>