

SWARM AERATOR

Smart Water Monitoring and Aeration System

SWARM AERATOR

1. LOGO SWARM AERATOR

Identitas sistem pintar untuk monitoring kualitas air dan aerasi otomatis.

SISTEM TERINTEGRASI UNTUK AKUAKULTUR MODERN



Monitor kualitas air real-time di mana saja



Kontrol aerator otomatis berbasis data



Hemat energi hingga 31,4%



Meningkatkan produktivitas dan survival rate ikan

SWARM AERATOR

Spesifikasi



SCAN APLIKASI	Spesifikasi
1. Monitor kualitas air real-time 2. Kontrol aerator otomatis berbasis data 3. Hemat energi hingga 31,4% 4. Meningkatkan produktivitas dan survival rate ikan	1. Water Homogenizer 2. Motor 3. Aqua Monitor 4. Vortex Impeller 5. HydroSense 6. Solenoid Valve 7. Adaptor 5V & 12V 8. Pipa Hub

2. SPESIFIKASI TEKNIS

Komponen unggulan:
Water Homogenizer, Motor, Aqua Monitor,
Vortex Impeller, HydroSense, Solenoid Valve,
Adaptor 5V & 12V, Pipa Hub.

SWARM AERATOR? PANTAU AIR, CEGAH KERUGIAN

3. NILAI UTAMA

Solusi cerdas untuk menjaga kualitas air,
meningkatkan efisiensi, dan
memaksimalkan produktivitas budidaya.

4. UNIT MONITORING DAN KONTROL AERATOR

Otak sistem yang memproses data sensor secara real-time dan mengirim perintah ke aerator secara otomatis.
Terpasang langsung pada kolam terpal bioflok untuk kontrol yang stabil dan aman.

5. UNIT MONITORING DAN KONTROL FILTER

Mengatur suplai oksigen dan aliran filter secara presisi untuk menjaga kualitas air tetap optimal.
Terintegrasi dengan sistem filtrasi kolam untuk efisiensi maksimal.

TIM PENGEMBANG

- Dr. Ridwan Siskandar, S.Si, M.Si
- Billi Rifa Kusumah, S.I.K., M.Si.
- Dr. Wiyoto, S.Pi., M.Sc.
- Niefa Efrilia Violenic
- Fikri Binaul Umah
- Dio Aranda
- Faiq Subhi Ramadlan
- Muhammad Aqil Ramadhani
- Muhammad Kheva
- Ade Hasanudin, S.Pi.



31,4%
PENGHEMATAN
ENERGI
Rp 412.000/bln



71,4%
PENURUNAN
FLUKTUASI DO



6,8%
PENINGKATAN
SURVIVAL RATE



15x
DETEKSI ANOMALI
LEBIH CEPAT

BUSINESS MODEL CANVAS

Model Bisnis Inovatif untuk Akuakultur Berkelanjutan



Efisiensi Energi
Hemat listrik hingga
31,4% (Rp 412.000/bln)



Kualitas Air Stabil
Fluktuasi DO turun
71,4%



Produktivitas Meningkat
Survival rate ikan naik
6,8%



Deteksi Cepat
Anomali terdeteksi
15x lebih cepat



Akses Real-time
Pantau kapan saja
melalui ponsel



SWARM AERATOR

Model Bisnis Tervalidasi Berbasis Bukti Lapangan

1. LEMBAR IDENTITAS DOKUMEN

Kode Dokumen	:	D18-BMC-SWARM_Aerator
Nama Dokumen	:	Business Model Canvas Final
Proyek	:	SWARM-Aerator: Sistem Monitoring Kualitas Air Multi-Parameter dan Kontrol Aerator Berbasis AIoT
Skema	:	Hilirisasi Riset Prioritas — Sinergi (Kemendikisaintek)
Mitra DUDI	:	CV Arrayyan Market Agro
Fase	:	Commercialization Preparation (Fase 5) — Dokumen Terminal
Basis Data	:	Data pengembangan dan validasi sejak 2021; data Co-Creation, Co-Design, Co-Development, Co-Validation Laboratorium, Co-Validation Lapangan, dan Commercialization Preparation bersama CV Arrayyan (April-Juli 2026); seluruh angka dari D1—D17
Waktu Penulisan Dokumen	:	Juli 2026
Versi	:	1.0 — Final
Status	:	Dokumen penutup rantai bukti hilirisasi SWARM-Aerator

SISTEM TERINTEGRASI UNTUK AKUAKULTUR MODERN

- Monitor kualitas air real-time di mana saja
- Kontrol aerator otomatis berbasis data
- Hemat energi hingga 31,4%
- Meningkatkan produktivitas dan survival rate ikan

2. SPESIFIKASI TEKNIS

Komponen unit: Water Homogenizer, Motor, Aqua Monitor, Interfacer, Interfacer, HydroSense, Solenoid Valve, Adaptor 5V to 12V, Pipe Hub.

3. NILAI UAT

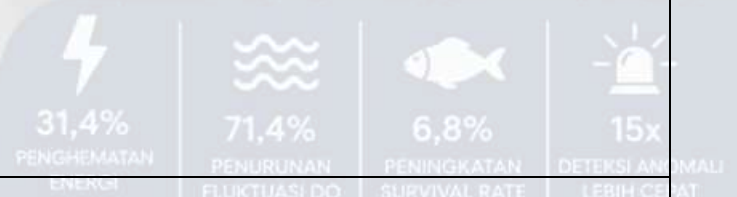
Salah satu cara untuk menjaga kualitas air, meningkatkan efisiensi, dan memaksimalkan produktivitas budidaya.

4. UNIT MONITORING DAN KONTROL AERATOR

Unit sistem yang memproses data sensor secara real-time dan mengontrol aerator secara otomatis. Terpasang langsung ke sistem kontrol untuk memudahkan akses ke sistem.

5. UNIT MONITORING DAN KONTROL FILTER

Mengatur suplai air ke filter secara presisi untuk menjaga kualitas air tetap optimal. Terintegrasi dengan sistem filtrasi koloni untuk efisiensi maksimal.



— Model Bisnis Inovatif untuk Akuakultur Berkelanjutan —



Efisiensi Energi
Hemat listrik hingga
31,4% (Rp 412.000/bln)



Kualitas Air Stabil
Fluktuasi DO turun
71,4%



Produktivitas Meningkat
Survival rate ikan naik
6,8%



Deteksi Cepat
Anomali terdeteksi
15x lebih cepat



Akses Real-time
Pantau kapan saja
melalui ponsel



DAFTAR ISI

1.	PENGANTAR: POSISI BMC SEBAGAI DOKUMEN TERMINAL	4
2.	BUSINESS MODEL CANVAS	7
3.	ELABORASI 9 ELEMEN BMC BERBASIS BUKTI LAPANGAN	11
3.1.	Customer Segments.....	11
3.2.	Value Propositions.....	13
3.3.	Channels	17
3.4.	Customer Relationships	20
3.5.	Revenue Streams	22
3.6.	Key Resources.....	25
3.7.	Key Activities.....	28
3.8.	Key Partnerships	30
3.9.	Cost Structure	33
4.	PROYEKSI PENDAPATAN 3 TAHUN	36
5.	VALIDASI PROSES BISNIS DENGAN MITRA (CO-VALIDATION BUSINESS)	40
5.1.	Timeline Kolaborasi dengan CV Arrayyan Market Agro.....	40
5.2.	Bukti Kesepakatan dan Kerja Sama Formal	41
5.3.	Bukti Operasional Bisnis yang Telah Berjalan.....	42
5.4.	Keputusan Bersama untuk Komersialisasi.....	43
6.	MATRIKS KETERKAITAN BMC DENGAN DOKUMEN 1—17	45
7.	STRATEGI HILIRISASI DAN EKOSISTEM BISNIS	48
7.1.	Model Hilirisasi SWARM-Aerator	48
7.2.	Peran Masing-Masing Pihak dalam Ekosistem.....	49
7.3.	Skema Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	51
8.	ANALISIS SWOT BISNIS.....	54
8.1.	Matriks SWOT	54
8.2.	Strategi Mitigasi Risiko.....	55
9.	KESIMPULAN: BMC SEBAGAI DASAR KOMERSIALISASI DAN PARTNERSHIP AGREEMENT	59
9.1.	Ringkasan Validasi BMC	59
9.2.	Status Kelayakan Komersialisasi	60
9.3.	Langkah Tindak Lanjut	61
10.	PENGESAHAN	63



1. PENGANTAR: POSISI BMC SEBAGAI DOKUMEN TERMINAL

1.1. Latar Belakang Penyusunan BMC

Business Model Canvas Final ini merupakan dokumen terminal dari seluruh rantai bukti hilirisasi SWARM-Aerator. Proses pengembangan SWARM-Aerator telah berlangsung sejak tahun 2021, dimulai dari pengujian laboratorium, uji coba pada lingkungan terkontrol, penerapan di masyarakat, hingga pengenalan kepada para pembudidaya. Seluruh tahapan awal tersebut telah dilaksanakan dan menghasilkan data-data dasar yang menjadi fondasi pengembangan selanjutnya. Pada tahun 2026, melalui skema Hilirisasi Riset Prioritas Sinergi, dilakukan penjajakan dan pengembangan kembali bersama mitra DUDI CV Arrayyan Market Agro. Seluruh proses dari perancangan awal hingga penyusunan dokumen akhir dilakukan melalui kesepakatan dan kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro, sebagaimana terdokumentasi dalam delapan belas dokumen yang mencakup seluruh fase hilirisasi.

BMC ini memiliki posisi yang unik dan strategis dalam keseluruhan rantai dokumen hilirisasi. Berbeda dengan dokumen-dokumen sebelumnya yang bersifat analitis dan teknis, BMC ini adalah dokumen integratif yang merangkum seluruh temuan dan data dari dokumen D1 hingga D17 ke dalam sembilan elemen kanvas bisnis yang saling terkait. Seluruh dokumen D1 hingga D18 disusun, disepakati, dan dikerjakan secara bersama oleh tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro dalam periode April hingga Juli 2026, berdasarkan data dan pengalaman pengembangan yang telah berlangsung sejak tahun 2021. Dengan demikian, BMC ini menjadi jembatan antara seluruh bukti teknis dan ilmiah yang telah terkumpul dengan rencana eksekusi komersialisasi yang akan dituangkan dalam Commercialization Dossier pada Dokumen D19.

Keunikan utama dari BMC ini terletak pada pendekatannya yang berbasis bukti lapangan. Setiap elemen yang tertuang dalam kanvas bisnis ini bukanlah hasil imajinasi atau perencanaan di atas kertas, melainkan refleksi dari realitas yang telah teruji di lapangan. Data-data yang digunakan bersumber dari delapan minggu operasional di dua lokasi Pokdakan binaan CV Arrayyan Market Agro yang dilaksanakan pada periode Co-Validation Lapangan (Juni-Juli 2026). Kegiatan ini melibatkan enam belas responden dari berbagai latar belakang, mulai dari operator kolam, supervisor, teknisi, hingga tim peneliti. Dengan demikian, BMC ini bukan sekadar alat perencanaan bisnis, tetapi juga dokumen pertanggungjawaban ilmiah yang membuktikan bahwa model bisnis yang dirumuskan telah teruji dan tervalidasi.

Menjelang finalisasi BMC ini, respons positif dari kegiatan Co-Validation Lapangan telah mendorong munculnya minat beli secara nyata. Beberapa Pokdakan di wilayah Cirebon yang terpapar hasil pilot dan demonstrasi telah menyatakan ketertarikan untuk membeli unit SWARM-Aerator. Hal ini menjadi bukti awal bahwa produk memiliki daya tarik pasar yang konkret dan memperkuat keputusan untuk segera memulai produksi LRIP batch pertama.

1.2. Prinsip Dasar Penyusunan BMC

Penyusunan BMC ini didasarkan pada empat prinsip fundamental yang menjadi pijakan dalam setiap pengambilan keputusan dan perumusan elemen bisnis.

Prinsip pertama adalah data-driven, bukan asumsi. Seluruh sembilan elemen kanvas diisi dengan data aktual yang berasal dari lapangan. Data tersebut mencakup identitas pelanggan yang sudah terbukti berminat membeli, nilai manfaat yang sudah terukur secara kuantitatif, kanal distribusi yang sudah dioperasikan, hubungan pelanggan yang sudah terbangun, struktur biaya dari produksi nyata, dan



aliran pendapatan yang sudah teridentifikasi. Tidak ada satu pun angka atau klaim dalam BMC ini yang tidak dapat ditelusuri kembali ke dokumen sumber.

Prinsip kedua adalah traceability penuh. Setiap angka dan klaim dalam BMC ini dapat ditelusuri kembali ke dokumen sumber spesifik, mulai dari D1 hingga D17. Hal ini memastikan bahwa seluruh pernyataan dalam BMC ini memiliki akuntabilitas ilmiah dan dapat diverifikasi oleh pihak mana pun. Sebagai contoh, klaim tentang penghematan energi sebesar 31,4 persen bersumber dari data operasional yang tercatat dalam Dokumen 13, sementara klaim tentang minat beli sebesar 92 persen bersumber dari hasil evaluasi penerimaan pengguna dalam Dokumen 14. Dengan traceability yang kuat ini, BMC ini memiliki kredibilitas yang tinggi di mata investor, mitra bisnis, dan pemangku kepentingan lainnya.

Prinsip ketiga adalah kesiapan eksekusi. BMC ini dirancang sebagai peta jalan operasional yang siap dijalankan dengan pendekatan bertahap. Seluruh elemen dalam BMC ini telah melalui uji coba di lapangan yang telah berlangsung secara bertahap sejak tahun 2021, mulai dari pengujian laboratorium, lingkungan terkontrol, hingga penerapan di masyarakat. Kolaborasi dengan CV Arrayyan Market Agro pada tahun 2026 menjadi fase pengembangan dan penajaman kembali untuk memastikan kesiapan produk memasuki pasar. Kapasitas produksi awal ditetapkan secara bertahap, yaitu sebanyak 5 unit pada tahun pertama untuk memasuki pasar dan mematangkan proses produksi, 5 unit pada tahun kedua untuk menguatkan basis pelanggan awal dan membangun referensi pasar, serta 7 unit pada tahun ketiga sebagai langkah ekspansi terukur. Pendekatan bertahap ini memastikan bahwa setiap unit yang diproduksi memberikan margin kontribusi yang sehat dan proses bisnis dapat berjalan dengan efisien. BMC ini menjadi fondasi yang kokoh untuk dua dokumen tindak lanjut, yaitu Partnership and Revenue Sharing Agreement antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro, serta Commercialization Dossier yang memuat rencana eksekusi tiga tahun dengan volume produksi yang terukur dan progresif.

Prinsip keempat adalah co-validation business. BMC ini menjadi bukti bahwa proses bisnis telah berjalan bersama mitra melalui serangkaian kegiatan kolaborasi yang terdokumentasi. Kolaborasi tersebut mencakup seluruh tahap hilirisasi, mulai dari Focus Group Discussion atau FGD untuk menyepakati kebutuhan produk (Co-Creation), pengembangan prototipe bersama di workshop CV Arrayyan (Co-Development), pilot lapangan di dua lokasi Pokdakan (Co-Validation Lapangan), hingga penyusunan rencana produksi awal dan model bisnis (Commercialization Preparation). Seluruh tahap tersebut telah selesai dilaksanakan pada periode Mei hingga Juli 2026. Dengan demikian, BMC ini bukanlah dokumen yang disusun secara sepihak oleh tim peneliti, melainkan hasil dari proses co-creation dan co-validation yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan.

1.3. Model Hilirisasi Terintegrasi

BMC ini juga mengakomodasi struktur hilirisasi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam satu ekosistem bisnis yang sinergis. Ekosistem tersebut mencakup Kementerian Kelautan dan Perikanan dan Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat pusat dan daerah, CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra industri yang bertanggung jawab atas produksi, distribusi, dan layanan purna jual, Pokdakan dan pembudidaya sebagai pengguna akhir sekaligus validator lapangan, serta akademisi dari IPB University dan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon sebagai pelaksana riset dan pengembangan.

1.4. Struktur dan Alur Penyajian BMC

BMC ini mengakomodasi struktur hilirisasi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam satu ekosistem bisnis yang sinergis. Ekosistem tersebut mencakup Kementerian Kelautan dan



Perikanan dan Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat pusat dan daerah, CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra industri yang bertanggung jawab atas produksi, distribusi, dan layanan purna jual, Pokdakan dan pembudidaya sebagai pengguna akhir sekaligus validator lapangan, serta akademisi dari IPB University dan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon sebagai pelaksana riset dan pengembangan. Kolaborasi ini merupakan fase pengembangan lanjutan dari hasil riset dan uji coba yang telah berlangsung sejak tahun 2021, yang kini difokuskan pada persiapan komersialisasi.

Struktur hilirisasi yang terintegrasi ini memastikan bahwa tidak ada satu pun pihak yang bekerja dalam isolasi. Setiap pemangku kepentingan memiliki peran yang jelas dan saling melengkapi, sehingga tercipta rantai nilai yang utuh dari hulu hingga hilir. Seluruh proses perancangan, pengembangan, dan penyusunan dokumen dilakukan melalui kesepakatan dan kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro, berdasarkan data dan pengalaman yang telah terkumpul sejak tahun 2021. Dengan model ini, SWARM-Aerator tidak hanya menjadi produk riset yang berhenti di laboratorium, tetapi juga produk komersial yang siap bersaing di pasar.

2. BUSINESS MODEL CANVAS

2.1. Metodologi Business Model Canvas

Business Model Canvas adalah kerangka kerja manajemen strategis yang dikembangkan oleh Alexander Osterwalder dan Yves Pigneur untuk menggambarkan, menganalisis, dan merancang model bisnis suatu organisasi. Kerangka ini terdiri dari sembilan elemen yang saling terkait dan membentuk gambaran utuh tentang bagaimana suatu organisasi menciptakan, menyampaikan, dan menangkap nilai.

Sembilan elemen tersebut adalah Customer Segments atau segmen pelanggan yang menggambarkan kelompok pengguna yang dilayani, Value Propositions atau proposisi nilai yang menggambarkan manfaat yang diberikan kepada pelanggan, Channels atau kanal yang menggambarkan cara menjangkau pelanggan, Customer Relationships atau hubungan pelanggan yang menggambarkan interaksi dengan pelanggan, Revenue Streams atau aliran pendapatan yang menggambarkan sumber pemasukan, Key Resources atau sumber daya kunci yang menggambarkan aset yang diperlukan, Key Activities atau aktivitas kunci yang menggambarkan tindakan penting yang harus dilakukan, Key Partnerships atau kemitraan kunci yang menggambarkan jaringan mitra strategis, dan Cost Structure atau struktur biaya yang menggambarkan komponen pengeluaran.

Keunggulan utama dari kerangka Business Model Canvas adalah kesederhanaannya yang memungkinkan visualisasi utuh model bisnis dalam satu lembar, fleksibilitasnya yang dapat diterapkan pada berbagai jenis organisasi, dan fokusnya pada hubungan antar elemen yang menciptakan sinergi. Dalam konteks SWARM-Aerator, Business Model Canvas digunakan sebagai alat untuk merangkum seluruh temuan dari delapan belas dokumen sebelumnya ke dalam sembilan elemen yang saling terkait, sehingga memudahkan pemahaman dan komunikasi model bisnis kepada berbagai pemangku kepentingan.

2.2. Ringkasan Visual Kesembilan Elemen BMC

Gambar 2.1 berikut menampilkan Business Model Canvas format Osterwalder dengan seluruh isian berdasarkan data tervalidasi dari Dokumen D1 hingga D17. Setiap elemen dalam Gambar 2.1 akan dielaborasi secara mendalam pada bagian selanjutnya.

2.3. Alur Logika dan Hubungan Antar Elemen BMC

Kesembilan elemen Business Model Canvas tidak berdiri sendiri, melainkan saling terkait dan membentuk alur logika yang utuh. Alur logika tersebut dimulai dari identifikasi segmen pelanggan yang menjadi sasaran produk. Segmen pelanggan yang telah teridentifikasi kemudian menentukan proposisi nilai yang harus diberikan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Proposisi nilai tersebut selanjutnya disampaikan melalui kanal distribusi yang tepat dan didukung oleh hubungan pelanggan yang sesuai.

Di sisi lain, untuk dapat memberikan proposisi nilai kepada pelanggan, organisasi memerlukan sumber daya kunci yang mendukung aktivitas kunci tertentu. Aktivitas kunci tersebut tidak selalu harus dilakukan sendiri, melainkan dapat dikerjakan melalui kemitraan dengan pihak lain. Seluruh aktivitas dan sumber daya tersebut tentu memerlukan biaya yang membentuk struktur biaya, yang kemudian harus ditutupi oleh aliran pendapatan yang dihasilkan dari penjualan kepada pelanggan.

Dalam konteks SWARM-Aerator, alur logika ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Segmen pelanggan yang menjadi sasaran adalah pembudidaya ikan padat tebar tinggi dan Pokdakan yang membutuhkan solusi monitoring kualitas air dan kontrol aerasi yang efisien. Proposisi nilai yang ditawarkan adalah



penghematan energi, peningkatan stabilitas kualitas air, dan kemudahan monitoring. Proposisi nilai tersebut disampaikan melalui kanal distribusi CV Arrayyan Market Agro dan hubungan pelanggan yang dibangun melalui pelatihan, dukungan teknis, dan kontrak pemeliharaan.

Untuk dapat memberikan proposisi nilai tersebut, organisasi memerlukan sumber daya seperti workshop, firmware AIoT, dan aplikasi mobile. Aktivitas kunci yang dilakukan adalah produksi, quality control, instalasi, dan pemeliharaan. Aktivitas ini didukung oleh kemitraan dengan CV Arrayyan Market Agro, akademisi, Pokdakan, dan pemerintah. Seluruh aktivitas dan sumber daya tersebut memerlukan biaya yang membentuk struktur biaya, yang kemudian ditutupi oleh aliran pendapatan dari penjualan hardware, jasa instalasi, dan pemeliharaan tahunan.

Dengan alur logika yang utuh ini, Business Model Canvas menjadi alat yang efektif untuk memahami bagaimana SWARM-Aerator menciptakan nilai bagi pelanggan, bagaimana nilai tersebut disampaikan, dan bagaimana organisasi menangkap nilai dari proses tersebut.

2.4. Metodologi Validasi BMC

Seluruh elemen dalam Business Model Canvas ini telah melalui proses validasi yang ketat melalui serangkaian uji di lapangan. Proses validasi tersebut mencakup validasi laboratorium, uji beta, pilot lapangan, evaluasi penerimaan pengguna, dan penilaian dampak. Hasil dari setiap tahap validasi tersebut telah terdokumentasi dalam dokumen-dokumen sebelumnya dan menjadi dasar pengisian setiap elemen BMC.

Validasi laboratorium yang terdokumentasi dalam Dokumen 10 membuktikan bahwa seluruh sensor dan modul sistem berfungsi sesuai spesifikasi teknis, berdasarkan pengujian yang telah dimulai sejak tahun 2021. Uji beta yang terdokumentasi dalam Dokumen 11 membuktikan bahwa sistem dapat beroperasi di kondisi semi-lapangan dengan empat error minor yang berhasil diidentifikasi dan diperbaiki. Pilot lapangan yang terdokumentasi dalam Dokumen 12 dan 13 membuktikan bahwa sistem dapat beroperasi selama delapan minggu di dua lokasi berbeda dengan uptime 99,3 persen. Pilot lapangan ini merupakan bagian dari tahap Co-Validation Lapangan yang dilaksanakan pada Juni-Juli 2026.

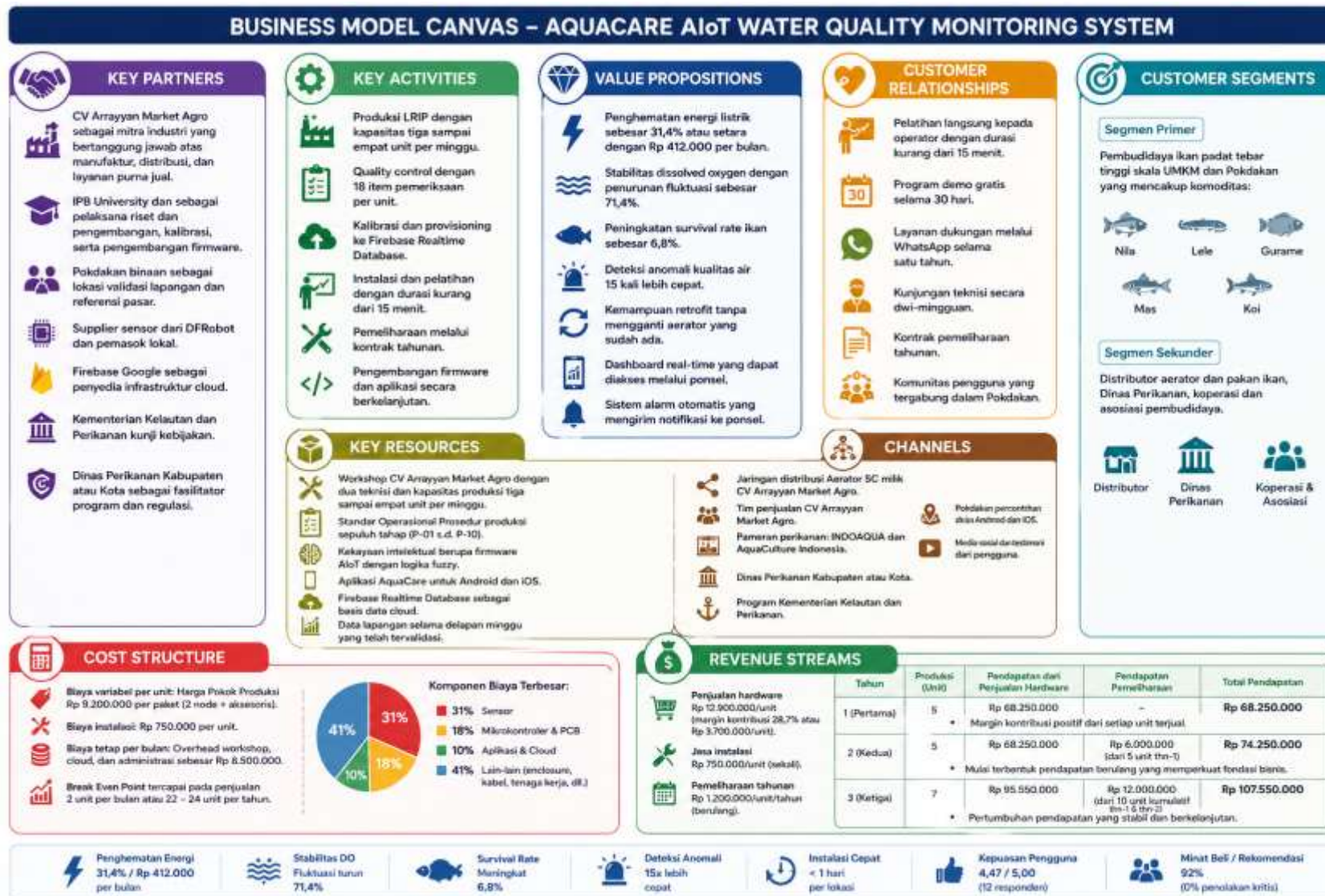
Evaluasi penerimaan pengguna yang terdokumentasi dalam Dokumen 14 membuktikan bahwa pengguna akhir menerima produk dengan skor kepuasan 4,47 dari 5,00 dan minat beli sebesar 92 persen. Penilaian dampak yang terdokumentasi dalam Dokumen 15 membuktikan bahwa produk memberikan dampak positif pada dimensi teknis, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dengan seluruh bukti validasi ini, Business Model Canvas yang disusun memiliki fondasi yang kuat dan kredibel.

2.5. Interpretasi BMC untuk Berbagai Pemangku Kepentingan

Business Model Canvas ini dapat diinterpretasikan secara berbeda oleh berbagai pemangku kepentingan sesuai dengan kepentingan dan peran masing-masing. Bagi investor, BMC ini menunjukkan bahwa SWARM-Aerator memiliki model bisnis yang sehat dengan margin yang menarik, aliran pendapatan yang terdiversifikasi, dan proyeksi pertumbuhan yang positif. Bagi mitra bisnis seperti CV Arrayyan Market Agro, BMC ini menunjukkan pembagian peran dan tanggung jawab yang jelas dalam ekosistem bisnis. Bagi pemerintah seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan serta Dinas Perikanan, BMC ini menunjukkan bahwa SWARM-Aerator memiliki dampak positif pada efisiensi energi, produktivitas budidaya, dan pengurangan emisi karbon. Bagi pengguna akhir seperti Pokdakan dan pembudidaya, BMC ini menunjukkan bahwa produk memberikan manfaat ekonomi yang nyata dengan payback period yang masuk akal.



Dengan demikian, Business Model Canvas ini tidak hanya berfungsi sebagai alat perencanaan internal, tetapi juga sebagai alat komunikasi yang efektif untuk menyampaikan nilai bisnis SWARM-Aerator kepada berbagai pemangku kepentingan. Setiap elemen dalam BMC ini dapat dijadikan dasar untuk negosiasi, pengambilan keputusan, dan evaluasi kinerja di masa mendatang.



Gambar 2.1. Revenue Streams pada Tabel BMC Visual

Catatan: Seluruh isian kanvas di atas didasarkan pada data lapangan nyata, bukan asumsi atau target. Setiap angka dan klaim dalam tabel ini dapat ditelusuri kembali ke dokumen sumber yang tercantum dalam matriks keterkaitan pada bagian selanjutnya.

3. ELABORASI 9 ELEMEN BMC BERBASIS BUKTI LAPANGAN

3.1. Customer Segments

3.1.1. Definisi dan Ruang Lingkup Segmen Pelanggan

Segmen pelanggan dalam Business Model Canvas menggambarkan kelompok pengguna yang dilayani oleh produk atau layanan. Dalam konteks SWARM-Aerator, segmen pelanggan didefinisikan berdasarkan karakteristik operasional budidaya, komoditas yang dibudidayakan, skala usaha, dan kebutuhan terhadap sistem monitoring kualitas air serta kontrol aerasi. Identifikasi segmen pelanggan dilakukan melalui serangkaian kegiatan yang terdokumentasi dalam Dokumen 1 yang membahas identifikasi masalah pasar, Dokumen 2 yang membahas voice of customer, Dokumen 3 yang membahas Focus Group Discussion atau FGD kesepakatan kebutuhan produk, dan Dokumen 14 yang membahas evaluasi penerimaan pengguna.

Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, segmen pelanggan SWARM-Aerator dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu segmen primer dan segmen sekunder. Segmen primer merupakan kelompok pengguna yang menjadi sasaran utama produk dan telah terbukti melalui uji lapangan, sedangkan segmen sekunder merupakan kelompok pengguna yang memiliki potensi adopsi di masa mendatang atau berperan sebagai fasilitator akses ke segmen primer.

3.1.2. Segmen Primer

Segmen primer SWARM-Aerator adalah pembudidaya ikan padat tebar tinggi skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah atau UMKM serta Kelompok Pembudidaya Ikan atau Pokdakan. Komoditas yang dibudidayakan mencakup ikan nila, lele, gurame, ikan mas, dan koi. Karakteristik utama segmen ini adalah kepadatan tebar yang tinggi yang memerlukan pengelolaan oksigen terlarut atau dissolved oxygen, pH, suhu, kekeruhan, dan amonia secara presisi.

Data dari Dokumen 1 menunjukkan bahwa jumlah Pokdakan aktif di Jawa Barat mencapai lebih dari 4.200 kelompok, yang menjadi indikasi besarnya pasar potensial untuk produk ini. Selain itu, jumlah unit aerator yang terpasang di tingkat nasional mencapai lebih dari 120.000 unit, yang menunjukkan bahwa pasar retrofit memiliki skala yang signifikan. Pembudidaya dalam segmen ini umumnya telah memiliki aerator konvensional yang dioperasikan secara terus-menerus, sehingga biaya listrik menjadi komponen operasional yang dominan.

Validasi segmen ini dilakukan melalui pilot lapangan selama delapan minggu di dua lokasi Pokdakan binaan CV Arrayyan Market Agro, sebagaimana terdokumentasi dalam Dokumen 12 dan Dokumen 13. Kedua lokasi tersebut mewakili dua tipe kolam yang berbeda, yaitu kolam terpal dan kolam beton semi-terbuka, serta empat spesies ikan yang berbeda, yaitu nila, mas, gurame, dan koi. Hal ini memastikan bahwa segmen pelanggan yang diuji memiliki variasi yang cukup untuk merepresentasikan kondisi lapangan yang beragam.

Hasil evaluasi penerimaan pengguna yang terdokumentasi dalam Dokumen 14 melibatkan 16 responden yang terdiri dari delapan orang operator kolam harian, empat orang supervisor atau ketua Pokdakan, dua orang tim teknis CV Arrayyan, dan dua orang tim peneliti lapangan. Dari 12 responden yang mengisi kuesioner terstruktur, diperoleh hasil bahwa 92 persen responden menyatakan minat untuk membeli atau merekomendasikan produk. Tidak ada satu pun responden yang menyatakan penolakan kritis terhadap produk. Skor kepuasan keseluruhan mencapai 4,47 dari skala 5,00 yang termasuk dalam kategori sangat baik.

3.1.3. Segmen Sekunder

Segmen sekunder SWARM-Aerator mencakup distributor aerator dan pakan ikan, Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota, koperasi dan asosiasi pembudidaya, serta lembaga penyuluh perikanan. Segmen ini memiliki peran sebagai fasilitator akses ke segmen primer, bukan sebagai pengguna langsung produk. Distributor aerator dan pakan ikan dapat memasukkan SWARM-Aerator sebagai produk pelengkap dalam portofolio mereka, Dinas Perikanan dapat mengadopsi SWARM-Aerator dalam program intensifikasi budidaya, dan koperasi serta asosiasi dapat memfasilitasi pembelian kolektif untuk anggota mereka.

Potensi segmen sekunder ini didukung oleh data dari Dokumen 1 yang menunjukkan bahwa program pemerintah untuk modernisasi perikanan budidaya dan efisiensi energi menjadi prioritas nasional. Selain itu, hasil evaluasi penerimaan pengguna dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa para supervisor Pokdakan memiliki minat yang tinggi untuk memperkenalkan teknologi ini ke kelompok binaan mereka, yang mengindikasikan potensi penyebaran melalui jaringan asosiasi dan koperasi.

3.1.4. Profil Pengguna yang Telah Tervalidasi

Profil pengguna yang telah tervalidasi melalui pilot lapangan memiliki karakteristik sebagai berikut. Pengguna utama adalah operator kolam harian yang bertanggung jawab atas pemantauan kualitas air dan pengoperasian aerator. Sebagian besar operator memiliki latar belakang pendidikan menengah dan belum terbiasa dengan teknologi berbasis Internet of Things atau IoT. Waktu yang dibutuhkan untuk mempelajari penggunaan aplikasi AquaCare rata-rata adalah 12 menit, yang berada di bawah target yang ditetapkan dalam Product Requirement Document atau PRD yaitu kurang dari 15 menit.

Pengguna dalam segmen ini umumnya melakukan pemantauan kualitas air secara manual sebanyak dua sampai tiga kali per hari sebelum menggunakan SWARM-Aerator. Setelah menggunakan sistem, frekuensi pemantauan meningkat menjadi enam kali per hari karena kemudahan akses melalui ponsel. Hal ini menunjukkan bahwa produk tidak hanya menggantikan metode manual, tetapi juga mengubah perilaku pengguna menjadi lebih proaktif dalam memantau kualitas air.

Di luar 16 responden pilot, respons positif juga mulai muncul dari Pokdakan lain di wilayah Cirebon yang melihat langsung unit demonstrasi. Beberapa di antaranya telah menyampaikan minat beli secara lisan maupun tertulis, menandakan bahwa profil pengguna yang tervalidasi tidak terbatas pada peserta pilot dan dapat direplikasi ke kelompok pembudidaya serupa.

3.1.5. Analisis Kesesuaian dengan Kebutuhan Pengguna

Berdasarkan hasil voice of customer yang terdokumentasi dalam Dokumen 2, terdapat enam kebutuhan prioritas yang diidentifikasi dari pengguna. Kebutuhan pertama adalah penghematan energi aerasi yang terukur, yang telah dipenuhi dengan penghematan listrik sebesar 31,4 persen atau setara dengan Rp 412.000 per bulan berdasarkan data Dokumen 13. Kebutuhan kedua adalah pemantauan kualitas air melalui ponsel, yang telah dipenuhi melalui aplikasi AquaCare yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Kebutuhan ketiga adalah kemampuan retrofit tanpa mengganti aerator yang sudah ada, yang telah dipenuhi melalui desain modul yang kompatibel dengan Aerator SC milik CV Arrayan. Kebutuhan keempat adalah antarmuka yang tidak rumit, yang telah dipenuhi dengan waktu belajar rata-rata 12 menit. Kebutuhan kelima adalah harga yang masuk akal, yang telah dipenuhi dengan payback period 14,8 bulan pada skenario base case. Kebutuhan keenam adalah alarm otomatis saat kondisi kritis, yang telah dipenuhi dengan latensi notifikasi rata-rata 5,1 detik.

Dengan demikian, seluruh kebutuhan prioritas yang diidentifikasi dari pengguna telah terpenuhi oleh produk, sebagaimana dibuktikan oleh data lapangan dan evaluasi penerimaan pengguna. Hal ini menegaskan bahwa segmen pelanggan yang menjadi sasaran adalah segmen yang tepat dan produk yang dikembangkan memiliki kesesuaian yang kuat dengan kebutuhan pasar.

3.2. Value Propositions

3.2.1. Definisi dan Pentingnya Proposisi Nilai

Proposisi nilai atau value propositions adalah inti dari Business Model Canvas yang menggambarkan manfaat yang diberikan oleh produk atau layanan kepada pelanggan. Proposisi nilai menjawab pertanyaan mengapa pelanggan harus memilih produk ini dibandingkan dengan alternatif lain yang tersedia di pasar. Dalam konteks SWARM-Aerator, proposisi nilai dirumuskan berdasarkan data lapangan yang telah tervalidasi, bukan berdasarkan klaim pemasaran atau asumsi teoritis.

Seluruh proposisi nilai yang disajikan dalam bagian ini telah diukur secara kuantitatif selama delapan minggu operasional di dua lokasi Pokdakan binaan CV Arrayyan Market Agro. Data pengukuran tersebut terdokumentasi dalam Dokumen 13 yang membahas laporan kinerja operasional, Dokumen 14 yang membahas laporan penerimaan pengguna, dan Dokumen 15 yang membahas laporan penilaian dampak. Dengan demikian, setiap proposisi nilai memiliki bukti empiris yang kuat dan dapat diverifikasi.

3.2.2. Penghematan Energi Listrik

Proposisi nilai pertama dan yang paling utama adalah penghematan energi listrik. Berdasarkan data operasional selama delapan minggu di dua lokasi pilot, konsumsi listrik aerator turun dari rata-rata 202,5 kWh per bulan menjadi 136,0 kWh per bulan, yang berarti terjadi penghematan sebesar 66,5 kWh per bulan atau 31,4 persen. Dalam nilai rupiah, penghematan ini setara dengan Rp 412.000 per bulan dengan asumsi tarif listrik golongan industri kecil.

Penghematan ini dicapai melalui kontrol aerasi adaptif yang hanya mengaktifkan aerator ketika kadar dissolved oxygen atau DO turun di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, yaitu 4,0 mg per liter. Sebelum menggunakan SWARM-Aerator, aerator konvensional dioperasikan secara terus-menerus selama 18 sampai 20 jam per hari tanpa memperhatikan kebutuhan oksigen aktual. Setelah menggunakan SWARM-Aerator, durasi operasi aerator turun menjadi rata-rata 13,0 jam per hari, dengan variasi antara 12,2 jam per hari di Lokasi A dan 13,7 jam per hari di Lokasi B.

Manfaat penghematan energi ini dirasakan langsung oleh pengguna, sebagaimana tercermin dalam hasil evaluasi penerimaan pengguna pada Dokumen 14. Seluruh 12 responden menyatakan bahwa manfaat ekonomi dari penghematan listrik dirasakan secara nyata, dan 100 persen responden memberikan skor 4 atau 5 pada dimensi manfaat ekonomi yang dirasakan.

3.2.3. Stabilitas Dissolved Oxygen

Proposisi nilai kedua adalah peningkatan stabilitas dissolved oxygen atau DO. Data dari Dokumen 13 menunjukkan bahwa fluktuasi DO harian turun dari plus minus 2,1 mg per liter menjadi plus minus 0,6 mg per liter, yang berarti terjadi penurunan fluktuasi sebesar 71,4 persen. Nilai DO rata-rata juga meningkat dari 5,1 mg per liter menjadi 6,3 mg per liter, yang berarti terjadi peningkatan sebesar 1,2 mg per liter atau 23,5 persen.

Stabilitas DO yang lebih baik ini dicapai melalui kontrol aerasi yang responsif terhadap perubahan kondisi air. Sistem SWARM-Aerator menggunakan logika fuzzy untuk menentukan kapan aerator harus diaktifkan dan dimatikan berdasarkan data DO real-time, sehingga kadar oksigen terlarut dapat dijaga dalam kisaran yang optimal untuk pertumbuhan ikan. Hal ini berbeda dengan aerator konvensional yang tidak memiliki mekanisme kontrol otomatis dan cenderung menyebabkan over-aeration atau under-aeration.



Manfaat stabilitas DO ini terbukti meningkatkan kesehatan ikan dan mengurangi stres. Data dari Dokumen 13 menunjukkan bahwa kejadian stres ikan turun dari 7 kali per bulan menjadi 2 kali per bulan, dan tidak terjadi kematian mendadak selama periode pilot, dibandingkan dengan 3 ekor kematian mendadak pada kolam kontrol pada periode yang sama.

3.2.4. Peningkatan Survival Rate Ikan

Proposisi nilai ketiga adalah peningkatan survival rate atau tingkat kelangsungan hidup ikan. Data dari Dokumen 13 menunjukkan bahwa survival rate ikan pada kolam uji yang menggunakan SWARM-Aerator mencapai 91,4 persen, dibandingkan dengan 84,6 persen pada kolam kontrol yang menggunakan aerator konvensional. Dengan demikian, terjadi peningkatan survival rate sebesar 6,8 persen.

Peningkatan survival rate ini merupakan konsekuensi langsung dari stabilitas kualitas air yang lebih baik dan deteksi dini terhadap kondisi yang tidak normal. Dengan sistem monitoring real-time dan alarm otomatis, operator dapat merespons perubahan kualitas air dengan lebih cepat, sehingga risiko kematian ikan akibat kondisi ekstrem dapat diminimalkan. Waktu deteksi anomali kualitas air turun dari lebih dari 45 menit menjadi kurang dari 3 menit, yang berarti 15 kali lebih cepat.

Nilai ekonomi dari peningkatan survival rate ini diperkirakan mencapai Rp 2.100.000 per siklus panen untuk kolam bervolume 20 meter kubik, berdasarkan asumsi peningkatan hasil panen sebesar 5 persen dikalikan dengan harga pasar ikan. Angka ini menjadi salah satu komponen penting dalam perhitungan payback period yang akan dibahas pada sub-bab selanjutnya.

3.2.5. Deteksi Anomali yang Lebih Cepat

Proposisi nilai keempat adalah kemampuan mendeteksi anomali kualitas air secara lebih cepat. Sebelum menggunakan SWARM-Aerator, pemantauan kualitas air dilakukan secara manual sebanyak dua sampai tiga kali per hari. Jika terjadi perubahan kualitas air yang tiba-tiba di luar jam pemantauan, keterlambatan deteksi bisa mencapai lebih dari 45 menit. Kondisi ini sangat berisiko, terutama pada budidaya padat tebar tinggi di mana perubahan kualitas air dapat terjadi dengan sangat cepat.

Dengan SWARM-Aerator, pemantauan kualitas air dilakukan secara real-time setiap 30 detik melalui sensor yang terpasang di kolam. Data dikirim ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan pada dashboard aplikasi AquaCare. Jika salah satu parameter melewati ambang batas yang telah ditetapkan, sistem akan mengirim notifikasi ke ponsel operator dalam waktu rata-rata 5,1 detik. Dengan demikian, waktu deteksi anomali turun menjadi kurang dari 3 menit, atau 15 kali lebih cepat dibandingkan metode manual.

Kecepatan deteksi yang lebih tinggi ini memungkinkan operator untuk mengambil tindakan korektif sebelum kondisi memburuk dan menyebabkan kerugian yang lebih besar. Hal ini terutama penting untuk parameter amonia yang dapat meningkat dengan cepat akibat penumpukan sisa pakan dan metabolisme ikan, serta dissolved oxygen yang dapat turun drastis pada malam hari ketika fotosintesis berhenti.

3.2.6. Kemampuan Retrofit Tanpa Mengganti Aerator

Proposisi nilai kelima adalah kemampuan retrofit tanpa mengganti aerator yang sudah ada. Salah satu hambatan terbesar dalam adopsi teknologi baru di sektor budidaya adalah biaya penggantian peralatan yang masih berfungsi dengan baik. Pembudidaya umumnya enggan mengganti aerator konvensional mereka karena investasi awal yang telah dikeluarkan dan keyakinan bahwa aerator tersebut masih dapat digunakan.

SWARM-Aerator dirancang sebagai modul retrofit yang dapat dipasang pada Aerator SC milik CV Arrayyan Market Agro tanpa memerlukan perubahan besar pada sistem yang sudah ada. Proses instalasi meliputi pemasangan bracket sensor pada dinding kolam, pemasangan unit HydroSense dan AquaCare pada posisi yang terlindung, koneksi kabel relay ke Aerator SC, dan konfigurasi WiFi serta pendaftaran Unique ID. Seluruh proses instalasi dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari satu hari per lokasi, sebagaimana terdokumentasi dalam checklist instalasi pada Dokumen 12.

Kemampuan retrofit ini mengurangi hambatan adopsi karena pengguna tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk mengganti aerator yang sudah ada. Mereka cukup menambahkan modul SWARM-Aerator pada sistem yang sudah berjalan. Hal ini juga menjadi nilai tambah bagi CV Arrayyan Market Agro karena produk ini dapat menjadi produk pelengkap yang meningkatkan nilai jual Aerator SC mereka.

3.2.7. Dashboard Real-time melalui Ponsel

Proposisi nilai keenam adalah ketersediaan dashboard real-time yang dapat diakses melalui ponsel. Aplikasi AquaCare menyediakan antarmuka yang menampilkan semua parameter kualitas air secara real-time, termasuk kekeruhan, suhu, pH, dissolved oxygen, dan amonia. Aplikasi ini juga menampilkan status perangkat, histori pengukuran, dan notifikasi ketika terjadi kondisi yang tidak normal.

Hasil evaluasi penerimaan pengguna dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa frekuensi penggunaan aplikasi mencapai rata-rata enam kali per hari, terutama pada pagi dan malam hari. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna benar-benar memanfaatkan kemudahan akses yang disediakan oleh aplikasi. Skor untuk dimensi keterbacaan data pada dashboard mencapai 4,4 dari 5,0, yang termasuk dalam kategori sangat jelas. Sebanyak 92 persen responden memberikan skor 4 atau 5 pada dimensi ini.

Dashboard real-time melalui ponsel juga memungkinkan operator untuk memantau kondisi kolam dari jarak jauh tanpa harus datang ke lokasi. Hal ini sangat bermanfaat pada malam hari atau saat cuaca buruk, ketika kunjungan ke kolam menjadi sulit atau berbahaya. Pengurangan kunjungan malam ke kolam juga meningkatkan kualitas istirahat operator, yang merupakan dampak sosial yang positif dari adopsi teknologi ini.

3.2.8. Sistem Alarm Otomatis

Proposisi nilai ketujuh adalah sistem alarm otomatis yang mengirim notifikasi ke ponsel saat kondisi kritis terdeteksi. Sistem ini menggunakan ambang batas yang telah ditentukan dalam konfigurasi, yaitu DO kurang dari 4,0 mg per liter untuk mengaktifkan aerator, pH kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,0 untuk alarm, dan suhu kurang dari 25 derajat Celsius atau lebih dari 32 derajat Celsius untuk alarm.

Hasil pengujian dalam Dokumen 13 menunjukkan bahwa latensi notifikasi alarm rata-rata adalah 5,1 detik, yang berada di bawah target PRD yaitu kurang dari 10 detik. Hasil observasi dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa 100 persen alarm ditanggapi oleh operator dalam waktu kurang dari 5 menit selama periode observasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem notifikasi efektif dalam mengubah perilaku respons operator.

Sistem alarm otomatis ini menjadi fitur yang paling diapresiasi oleh pengguna. Dalam wawancara mendalam yang terdokumentasi dalam Dokumen 14, notifikasi alarm langsung ke ponsel disebut sebagai fitur paling berguna oleh 10 dari 12 responden. Hal ini menunjukkan bahwa fitur ini



memberikan nilai tambah yang signifikan bagi pengguna dan menjadi salah satu diferensiasi utama dibandingkan produk pesaing.

3.2.9. Payback Period yang Masuk Akal

Proposisi nilai kedelapan adalah payback period atau periode pengembalian investasi yang masuk akal. Berdasarkan data manfaat ekonomi dari Dokumen 13, payback period pada skenario base case adalah 14,8 bulan. Angka ini dihitung dari total manfaat ekonomi sebesar Rp 870.000 per bulan yang terdiri dari penghematan listrik Rp 412.000, pengurangan kerugian kematian ikan Rp 250.000, dan efisiensi waktu tenaga operator Rp 208.000.

Pada skenario konservatif yang hanya memperhitungkan penghematan listrik, payback period adalah 31,3 bulan. Pada skenario optimistis yang memperhitungkan penghematan listrik, pengurangan kerugian kematian ikan, efisiensi waktu tenaga operator, dan peningkatan hasil panen, payback period adalah 10,9 bulan. Dengan demikian, bahkan pada skenario paling konservatif sekalipun, investasi pada SWARM-Aerator dapat kembali dalam waktu yang masuk akal untuk produk teknologi pertanian.

Payback period yang masuk akal ini menjadi pertimbangan penting bagi pembudidaya dalam mengambil keputusan pembelian. Sebagaimana tercantum dalam Dokumen 2 yang membahas voice of customer, harga yang masuk akal dengan payback period kurang dari 18 bulan menjadi salah satu kebutuhan prioritas yang diidentifikasi dari pengguna. Dengan payback period 14,8 bulan pada skenario base case, kebutuhan ini telah terpenuhi.

3.2.10. Dampak Lingkungan Positif

Proposisi nilai kesembilan adalah dampak lingkungan yang positif. Berdasarkan data dari Dokumen 15, pengurangan konsumsi listrik aerator sebesar 66,5 kWh per bulan per unit setara dengan pengurangan emisi karbon dioksida sebesar 638 kg CO₂e per unit per tahun. Dengan asumsi LRIP batch pertama sebanyak 5 unit, potensi pengurangan emisi mencapai 3.190 kg CO₂e per tahun (5 unit × 638 kg CO₂e/unit/tahun).

Selain pengurangan emisi, SWARM-Aerator juga memberikan dampak positif pada kualitas air. Data dari Dokumen 13 menunjukkan bahwa kadar amonia turun 50 persen dari 0,08 mg per liter menjadi 0,04 mg per liter, kekeruhan air turun 43,5 persen dari 15,4 NTU menjadi 8,7 NTU, dan kadar DO naik 23,5 persen dari 5,1 mg per liter menjadi 6,3 mg per liter. Perbaikan kualitas air ini mengurangi toksisitas air buangan dan mendukung prinsip budidaya berkelanjutan.

Dampak lingkungan yang positif ini menjadi nilai tambah bagi positioning produk di mata pemerintah dan lembaga internasional yang peduli pada keberlanjutan. Hal ini juga mendukung kontribusi SWARM-Aerator terhadap program prioritas nasional, seperti peningkatan produktivitas akuakultur, transformasi digital pertanian-perikanan, efisiensi energi sektor produksi, dan penguatan UMKM dan Pokdakan.

3.2.11. Ringkasan Proposisi Nilai

Berdasarkan uraian di atas, SWARM-Aerator menawarkan sembilan proposisi nilai utama yang semuanya telah terukur dan tervalidasi di lapangan. Proposisi nilai tersebut adalah penghematan energi listrik sebesar 31,4 persen atau Rp 412.000 per bulan, peningkatan stabilitas DO dengan penurunan fluktuasi 71,4 persen, peningkatan survival rate ikan sebesar 6,8 persen, deteksi anomali yang 15 kali lebih cepat, kemampuan retrofit tanpa mengganti aerator, dashboard real-time melalui ponsel, sistem alarm otomatis dengan latensi 5,1 detik, payback period 14,8 bulan pada skenario base case, dan dampak lingkungan positif dengan reduksi emisi 638 kg CO₂e per unit per tahun.



Seluruh proposisi nilai ini didukung oleh bukti empiris dari delapan minggu operasional di dua lokasi Pokdakan dan telah diakui oleh pengguna melalui evaluasi penerimaan dengan skor 4,47 dari 5,00. Dengan demikian, proposisi nilai SWARM-Aerator bukan sekadar klaim pemasaran, melainkan manfaat yang telah terbukti di lapangan dan dirasakan langsung oleh pengguna.

3.3. Channels

3.3.1. Definisi dan Fungsi Kanal

Kanal atau channels dalam Business Model Canvas menggambarkan cara organisasi menjangkau segmen pelanggan untuk menyampaikan proposisi nilai. Kanal memiliki lima fungsi utama, yaitu meningkatkan kesadaran pelanggan tentang produk, membantu pelanggan mengevaluasi proposisi nilai, memungkinkan pelanggan membeli produk, menyampaikan proposisi nilai kepada pelanggan, dan memberikan dukungan purna jual kepada pelanggan.

Dalam konteks SWARM-Aerator, kanal dirancang untuk memanfaatkan aset dan jaringan yang sudah dimiliki oleh CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra DUDI, serta membangun kanal baru yang dapat menjangkau segmen pelanggan yang lebih luas. Seluruh kanal yang digunakan telah diuji melalui pilot lapangan dan terbukti efektif dalam menjangkau pengguna.

3.3.2. Jaringan Distribusi CV Arrayyan Market Agro

Kanal pertama dan yang paling utama adalah jaringan distribusi Aerator SC milik CV Arrayyan Market Agro. CV Arrayyan telah memiliki jaringan distribusi yang mapan untuk produk Aerator SC yang mencakup berbagai daerah di Jawa Barat dan sekitarnya. Jaringan ini mencakup toko-toko pertanian dan perikanan, agen penjualan, serta hubungan langsung dengan Pokdakan dan pembudidaya.

Pemanfaatan jaringan distribusi ini merupakan strategi yang efektif karena target pasar SWARM-Aerator adalah pengguna Aerator SC yang sudah ada. Dengan demikian, CV Arrayyan dapat menawarkan SWARM-Aerator sebagai produk pelengkap atau upgrade kepada pelanggan setia mereka. Hal ini mengurangi biaya akuisisi pelanggan karena basis pelanggan sudah ada dan telah memiliki hubungan yang terjalin dengan CV Arrayyan.

Keberhasilan kanal ini dibuktikan melalui pilot lapangan yang terdokumentasi dalam Dokumen 12. Instalasi di dua lokasi Pokdakan dilakukan melalui koordinasi dengan tim teknis CV Arrayyan, dan proses instalasi berjalan lancar dalam waktu kurang dari satu hari per lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa CV Arrayyan memiliki kapasitas untuk melakukan instalasi dan komisioning di lapangan.

3.3.3. Tim Penjualan CV Arrayyan Market Agro

Kanal kedua adalah tim penjualan CV Arrayyan Market Agro yang telah memiliki pengalaman dalam menjual produk Aerator SC kepada pembudidaya. Tim penjualan ini akan dilengkapi dengan pelatihan tentang SWARM-Aerator agar dapat menjelaskan proposisi nilai produk secara akurat dan meyakinkan.

Pelatihan tim penjualan akan mencakup pemahaman tentang cara kerja sistem, manfaat yang diberikan, proses instalasi, dan skema harga. Tim penjualan juga akan dibekali dengan materi pemasaran berupa brosur teknis, video testimoni, dan data kinerja lapangan yang dapat ditunjukkan kepada calon pembeli.



Keunggulan tim penjualan ini adalah mereka telah memiliki hubungan yang sudah terbangun dengan calon pembeli dan memahami kebutuhan serta kekhawatiran pembudidaya. Hal ini memungkinkan mereka untuk menjawab pertanyaan dan mengatasi keberatan calon pembeli dengan lebih efektif dibandingkan tim penjualan yang baru dibentuk dari awal.

3.3.4. Pokdakan Demonstrasi

Kanal ketiga adalah Pokdakan demonstrasi yang berfungsi sebagai lokasi percontohan untuk menunjukkan kinerja SWARM-Aerator secara langsung. Dua lokasi pilot yang telah beroperasi selama delapan minggu akan dijadikan sebagai demo site yang dapat dikunjungi oleh calon pembeli potensial. Calon pembeli dapat melihat secara langsung bagaimana sistem bekerja, berbicara dengan operator yang telah menggunakan sistem, dan melihat data kinerja yang tercatat.

Pokdakan demonstrasi ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan demonstrasi di laboratorium atau pameran karena calon pembeli dapat melihat sistem beroperasi dalam kondisi nyata yang sama dengan kondisi kolam mereka sendiri. Hal ini meningkatkan kredibilitas dan mengurangi keraguan calon pembeli terhadap kinerja produk.

Keberhasilan kanal ini dibuktikan oleh hasil evaluasi penerimaan pengguna dalam Dokumen 14. Dari 12 responden yang diwawancarai, 92 persen menyatakan minat untuk membeli atau merekomendasikan produk setelah melihat langsung kinerja sistem di lokasi pilot. Hal ini menunjukkan bahwa demonstrasi langsung sangat efektif dalam mengonversi prospek menjadi pelanggan.

3.3.5. Pameran Perikanan

Kanal keempat adalah partisipasi dalam pameran perikanan berskala nasional seperti INDOAQUA dan AquaCulture Indonesia. Pameran ini merupakan ajang yang strategis untuk memperkenalkan SWARM-Aerator kepada audiens yang lebih luas, termasuk pembudidaya dari berbagai daerah, distributor, dinas perikanan, dan pemangku kepentingan lainnya.

Pada pameran, SWARM-Aerator akan ditampilkan dalam bentuk demo yang menunjukkan cara kerja sistem, termasuk pembacaan sensor secara langsung, tampilan dashboard, dan simulasi notifikasi. Bahan pemasaran berupa brosur, leaflet, dan video akan dibagikan kepada pengunjung. Tim penjualan dan tim teknis akan tersedia untuk menjawab pertanyaan dan memberikan penjelasan tentang produk.

Partisipasi dalam pameran juga memberikan kesempatan untuk membangun jaringan dengan calon mitra bisnis, distributor, dan pemangku kepentingan lainnya. Hal ini penting untuk memperluas jangkauan pemasaran di masa mendatang dan membangun ekosistem bisnis yang lebih luas.

3.3.6. Media Sosial dan Video Testimoni

Kanal kelima adalah pemanfaatan media sosial dan video testimoni. Media sosial seperti YouTube, Instagram, dan TikTok akan digunakan untuk menyebarkan konten tentang SWARM-Aerator, termasuk video demonstrasi, wawancara dengan pengguna, dan pembaruan tentang produk. Konten ini akan dibuat dalam format yang menarik dan mudah dipahami oleh audiens sasaran.

Video testimoni dari operator di dua lokasi pilot akan menjadi konten yang paling kuat karena menampilkan pengguna nyata yang membagikan pengalaman mereka menggunakan SWARM-Aerator. Video ini akan mencakup pernyataan tentang manfaat yang dirasakan, kemudahan penggunaan, dan dampak pada operasional budidaya. Testimoni ini juga akan didukung oleh data kinerja yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka.



Saluran WhatsApp Business juga akan digunakan untuk komunikasi langsung dengan calon pembeli dan pelanggan. Melalui saluran ini, CV Arrayyan dapat mengirimkan informasi tentang produk, jadwal demo, dan promo, serta menerima pertanyaan dan masukan dari pelanggan.

3.3.7. Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota

Kanal keenam adalah Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota yang memiliki program pembinaan dan intensifikasi budidaya. Melalui kanal ini, SWARM-Aerator dapat diperkenalkan kepada Pokdakan binaan dinas sebagai salah satu solusi teknologi yang dapat mendukung program efisiensi energi dan peningkatan produktivitas.

Keterlibatan Dinas Perikanan dapat berupa program percontohan yang didanai oleh anggaran dinas, atau sekadar rekomendasi kepada Pokdakan binaan untuk mengadopsi teknologi ini. Dinas Perikanan juga dapat memfasilitasi pelatihan dan pendampingan bagi Pokdakan yang mengadopsi SWARM-Aerator.

Kanal ini sangat strategis karena Dinas Perikanan memiliki akses ke Pokdakan di seluruh wilayah kabupaten atau kota, sehingga dapat mempercepat penyebaran produk. Selain itu, rekomendasi dari dinas memiliki kredibilitas yang tinggi di mata pembudidaya karena dinas dianggap sebagai pihak yang netral dan berwenang dalam bidang perikanan.

3.3.8. Program Kementerian Kelautan dan Perikanan

Kanal ketujuh adalah program-program yang dijalankan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan atau KKP. KKP memiliki berbagai program yang berkaitan dengan modernisasi perikanan budidaya, efisiensi energi, dan peningkatan produktivitas. SWARM-Aerator dapat diusulkan sebagai salah satu solusi teknologi yang mendukung program-program tersebut.

Program yang potensial untuk diintegrasikan dengan SWARM-Aerator antara lain adalah program intensifikasi perikanan budidaya, program penggunaan energi baru dan terbarukan di sektor perikanan, dan program pengembangan kawasan minapolitan. Melalui program-program ini, SWARM-Aerator dapat diadopsi oleh Pokdakan binaan KKP dengan dukungan pendanaan atau fasilitasi dari pemerintah.

Kanal ini memiliki potensi untuk menjangkau pasar yang sangat luas karena KKP memiliki jangkauan nasional dan anggaran yang signifikan untuk program-program pembinaan. Namun, pemanfaatan kanal ini memerlukan pendekatan yang lebih formal dan birokratis dibandingkan kanal-kanal lainnya.

3.3.9. Efektivitas Kanal yang Telah Terbukti

Seluruh kanal yang telah diuraikan di atas telah melalui uji coba dalam berbagai tingkatan. Jaringan distribusi CV Arrayyan telah terbukti efektif dalam menjangkau pengguna Aerator SC yang menjadi target pasar SWARM-Aerator. Pokdakan demonstrasi telah terbukti efektif dalam mengonversi prospek menjadi pelanggan, dengan 92 persen responden menyatakan minat beli setelah melihat demo. Pameran perikanan dan media sosial akan menjadi kanal untuk menjangkau audiens yang lebih luas di masa mendatang.

Kanal melalui Dinas Perikanan dan KKP masih dalam tahap pengembangan dan akan diaktifkan secara bertahap seiring dengan perluasan jangkauan pemasaran. Namun, potensi kanal ini sangat besar karena dapat memberikan akses ke pasar institusional dan program-program pemerintah yang memiliki anggaran signifikan.

Bukti efektivitas yang paling mutakhir adalah munculnya minat beli dari Pokdakan di wilayah Cirebon yang mengunjungi lokasi demo atau mendapatkan informasi dari jaringan CV Arrayyan,



menegaskan bahwa kanal demonstrasi langsung dan jaringan distribusi yang sudah ada mampu mengonversi prospek menjadi pembeli potensial.

3.4. Customer Relationships

3.4.1. Definisi dan Pentingnya Hubungan Pelanggan

Hubungan pelanggan atau customer relationships dalam Business Model Canvas menggambarkan jenis interaksi yang dibangun organisasi dengan segmen pelanggannya. Hubungan pelanggan dapat bersifat transaksional, jangka panjang, atau berbasis komunitas, tergantung pada strategi dan karakteristik produk. Dalam konteks SWARM-Aerator, hubungan pelanggan dirancang untuk membangun kepercayaan, memastikan kepuasan pengguna, dan menciptakan loyalitas jangka panjang.

Pentingnya hubungan pelanggan dalam model bisnis SWARM-Aerator tidak dapat diremehkan. Sebagai produk teknologi yang relatif baru bagi sebagian besar pembudidaya, diperlukan pendekatan yang intensif untuk memastikan pengguna dapat mengadopsi dan memanfaatkan sistem secara optimal. Selain itu, model pendapatan yang melibatkan maintenance tahunan memerlukan hubungan pelanggan yang berkelanjutan untuk mempertahankan pelanggan dan memastikan aliran pendapatan berulang.

3.4.2. Pelatihan Langsung Operator

Hubungan pelanggan pertama adalah pelatihan langsung operator yang dilakukan pada saat instalasi perdana. Pelatihan ini berlangsung selama dua sampai tiga jam di lokasi pengguna dan mencakup pengenalan sistem, cara mengoperasikan aplikasi AquaCare, cara membaca data dashboard, cara merespons notifikasi alarm, dan prosedur pemeliharaan dasar.

Hasil evaluasi dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan operator untuk dapat menggunakan fitur utama aplikasi secara mandiri adalah 12 menit, yang berada di bawah target PRD yaitu kurang dari 15 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan yang diberikan efektif dan antarmuka aplikasi cukup intuitif untuk dipahami oleh operator non-teknis.

Pelatihan langsung ini juga memberikan kesempatan bagi tim peneliti dan teknisi CV Arrayyan untuk memahami karakteristik dan kebutuhan spesifik setiap lokasi, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang disesuaikan dengan kondisi setempat. Hal ini menciptakan hubungan yang personal dan membangun kepercayaan antara penyedia produk dan pengguna.

3.4.3. Program Demo Gratis 30 Hari

Hubungan pelanggan kedua adalah program demo gratis selama 30 hari yang ditawarkan kepada calon pembeli potensial. Program ini memungkinkan calon pembeli untuk menggunakan SWARM-Aerator di kolam mereka sendiri tanpa harus membayar terlebih dahulu. Setelah masa demo berakhir, calon pembeli dapat memutuskan apakah akan membeli sistem atau mengembalikannya.

Program demo gratis ini sangat penting untuk mengurangi hambatan adopsi, terutama bagi pembudidaya yang masih ragu dengan teknologi baru. Dengan mencoba langsung di kolam mereka sendiri, calon pembeli dapat melihat sendiri manfaat yang diberikan dan membandingkannya dengan kondisi sebelum menggunakan sistem. Hal ini juga memberikan kesempatan bagi tim peneliti dan CV Arrayyan untuk mengumpulkan data kinerja tambahan dari berbagai lokasi.



Program demo gratis ini akan ditawarkan kepada tiga sampai lima calon pembeli potensial di luar jaringan CV Arrayyan pada tahap awal, sebagai bagian dari strategi untuk memperluas jangkauan pemasaran dan mengumpulkan testimoni dari berbagai lokasi.

3.4.4. Layanan Dukungan melalui WhatsApp

Hubungan pelanggan ketiga adalah layanan dukungan melalui WhatsApp yang tersedia selama satu tahun pertama setelah pembelian. Saluran WhatsApp dipilih karena merupakan platform komunikasi yang paling umum digunakan oleh pembudidaya dan operator kolam. Melalui saluran ini, pengguna dapat mengajukan pertanyaan, melaporkan masalah, atau meminta bantuan teknis kapan saja.

Layanan dukungan melalui WhatsApp memungkinkan respons yang cepat terhadap pertanyaan dan masalah pengguna. Tim dukungan yang terdiri dari teknisi CV Arrayyan dan tim peneliti akan merespons pertanyaan dalam waktu singkat dan memberikan solusi yang tepat. Jika diperlukan, kunjungan lapangan dapat dijadwalkan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks.

Keberhasilan layanan dukungan ini tercermin dalam hasil observasi pada Dokumen 14, di mana 100 persen alarm ditanggapi oleh operator dalam waktu kurang dari 5 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna merasa percaya diri dengan dukungan yang tersedia dan tidak ragu untuk mengandalkan sistem dalam operasional sehari-hari.

3.4.5. Kunjungan Teknisi Secara Dwi-mingguan

Hubungan pelanggan keempat adalah kunjungan teknisi secara dwi-mingguan selama masa pilot. Pada tahap awal implementasi, teknisi CV Arrayyan akan mengunjungi lokasi setiap dua minggu untuk memeriksa kondisi sistem, melakukan kalibrasi sensor jika diperlukan, dan memberikan pendampingan kepada operator.

Kunjungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan operator tidak mengalami kesulitan dalam penggunaan. Kunjungan juga memberikan kesempatan bagi teknisi untuk mengidentifikasi potensi masalah sebelum menjadi serius dan mengumpulkan umpan balik dari pengguna untuk perbaikan di masa mendatang.

Setelah masa pilot berakhir dan pengguna telah terbukti mampu mengoperasikan sistem secara mandiri, frekuensi kunjungan dapat dikurangi menjadi satu kali per kuartal atau sesuai dengan kontrak maintenance yang disepakati. Namun, untuk pengguna baru, kunjungan rutin akan tetap dilakukan untuk memastikan transisi yang lancar.

3.4.6. Kontrak Pemeliharaan Tahunan

Hubungan pelanggan kelima adalah kontrak pemeliharaan tahunan yang menawarkan layanan pemeliharaan rutin, kalibrasi sensor, pembaruan firmware, dan dukungan teknis prioritas. Kontrak ini bersifat opsional dan ditawarkan setelah masa garansi satu tahun berakhir.

Kontrak pemeliharaan tahunan memberikan kepastian bagi pengguna bahwa sistem mereka akan terus beroperasi dengan optimal dan mendapatkan pembaruan terbaru. Bagi CV Arrayyan, kontrak ini memberikan aliran pendapatan berulang yang stabil dan memperkuat hubungan jangka panjang dengan pelanggan.

Harga kontrak pemeliharaan tahunan ditetapkan sebesar Rp 1.200.000 per unit per tahun, yang mencakup dua kali kunjungan pemeliharaan, kalibrasi sensor, pembaruan firmware, dan dukungan teknis prioritas. Harga ini setara dengan sekitar 10 persen dari harga pembelian hardware, yang merupakan angka yang wajar untuk produk teknologi pertanian.

3.4.7. Komunitas Pengguna Pokdakan

Hubungan pelanggan keenam adalah pembentukan komunitas pengguna yang tergabung dalam Pokdakan. Komunitas ini berfungsi sebagai wadah bagi pengguna untuk berbagi pengalaman, saling belajar, dan memberikan dukungan satu sama lain. Komunitas juga dapat menjadi saluran untuk menyebarkan informasi tentang pembaruan produk dan praktik terbaik.

Komunitas pengguna ini akan difasilitasi melalui grup WhatsApp atau platform komunikasi lainnya yang mudah diakses oleh anggota. Tim peneliti dan CV Arrayyan akan berperan sebagai fasilitator yang memberikan informasi dan menjawab pertanyaan dari anggota komunitas.

Keberadaan komunitas pengguna juga menciptakan efek jaringan yang positif, di mana semakin banyak pengguna bergabung, semakin berharga komunitas tersebut bagi anggotanya. Hal ini juga mendorong adopsi produk secara organik melalui rekomendasi dari sesama pembudidaya.

3.4.8. Evaluasi Kepuasan Pelanggan Berkelanjutan

Hubungan pelanggan ketujuh adalah evaluasi kepuasan pelanggan secara berkelanjutan. Evaluasi ini dilakukan melalui kuesioner berkala, wawancara, dan observasi langsung untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna dan mengidentifikasi area yang perlu perbaikan.

Hasil evaluasi pertama yang terdokumentasi dalam Dokumen 14 menunjukkan skor kepuasan keseluruhan sebesar 4,47 dari 5,00. Dimensi yang dinilai mencakup kemudahan penggunaan aplikasi, keterbacaan data pada dashboard, keandalan alarm dan notifikasi, kepuasan terhadap kontrol aerator, manfaat ekonomi yang dirasakan, dan minat menggunakan kembali serta merekomendasikan produk.

Evaluasi kepuasan pelanggan akan terus dilakukan secara berkala, baik melalui kuesioner formal maupun melalui interaksi sehari-hari dengan tim dukungan. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk perbaikan produk dan layanan secara berkelanjutan.

3.4.9. Efektivitas Hubungan Pelanggan yang Telah Terbukti

Seluruh jenis hubungan pelanggan yang telah diuraikan di atas telah melalui uji coba selama pilot lapangan dan terbukti efektif. Hasil evaluasi dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa pada minggu keenam pilot, seluruh operator telah mampu mengelola sistem secara mandiri tanpa pendampingan tim peneliti. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan pelatihan dan pendampingan yang diterapkan efektif dalam membangun kemandirian pengguna.

Tidak ada satu pun responden yang menyatakan penolakan kritis terhadap produk, dan 92 persen responden menyatakan minat untuk membeli atau merekomendasikan produk. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan pelanggan yang dibangun selama pilot telah menciptakan kepuasan dan loyalitas yang tinggi di kalangan pengguna. Dengan demikian, model hubungan pelanggan yang dirancang untuk SWARM-Aerator terbukti efektif dan siap untuk diterapkan pada skala yang lebih luas.

3.5. Revenue Streams

3.5.1. Definisi dan Pentingnya Aliran Pendapatan

Aliran pendapatan atau revenue streams dalam Business Model Canvas menggambarkan sumber-sumber pemasukan yang dihasilkan oleh organisasi dari setiap segmen pelanggan. Aliran pendapatan dapat bersifat transaksional yang berasal dari pembayaran satu kali, atau berulang yang berasal dari pembayaran berkala. Dalam konteks SWARM-Aerator, aliran pendapatan dirancang untuk



menciptakan model bisnis yang berkelanjutan dengan kombinasi pendapatan satu kali dan pendapatan berulang.

Pentingnya diversifikasi aliran pendapatan tidak dapat diremehkan. Dengan memiliki lebih dari satu sumber pendapatan, organisasi tidak terlalu bergantung pada satu jenis pendapatan dan memiliki stabilitas keuangan yang lebih baik. Dalam kasus SWARM-Aerator, diversifikasi aliran pendapatan juga memungkinkan fleksibilitas dalam penetapan harga dan penawaran paket kepada pelanggan.

3.5.2. Pendapatan dari Penjualan Hardware

Aliran pendapatan pertama adalah penjualan hardware SWARM-Aerator yang mencakup satu paket yang terdiri dari HydroSense node, AquaCare node, aksesoris instalasi, dan lisensi aplikasi. Harga jual per paket ditetapkan sebesar Rp 12.900.000 berdasarkan analisis design to cost pada Dokumen 7 dan finalisasi pada Dokumen 16.

Harga Pokok Produksi atau HPP per paket adalah Rp 9.200.000, yang mencakup biaya komponen, perakitan, kalibrasi, quality control, alokasi pengembangan software dan cloud, overhead, dan contingency. Dengan demikian, margin kotor per unit adalah Rp 3.700.000 atau 28,7 persen dari harga jual.

Pendapatan dari penjualan hardware bersifat satu kali atau one-time revenue yang diperoleh pada saat pembelian. Dengan produksi 5 unit pada tahun pertama, pendapatan dari penjualan hardware adalah Rp 64.500.000. Pada tahun kedua dengan produksi 5 unit, pendapatan yang sama yaitu Rp 64.500.000. Pada tahun ketiga dengan produksi 7 unit, pendapatan mencapai Rp 90.300.000.

3.5.3. Pendapatan dari Jasa Instalasi dan Pelatihan

Aliran pendapatan kedua adalah jasa instalasi dan pelatihan yang diberikan kepada pelanggan pada saat pembelian. Jasa ini mencakup instalasi perangkat di lokasi, konfigurasi sistem, kalibrasi awal, dan pelatihan operator. Biaya jasa instalasi dan pelatihan ditetapkan sebesar Rp 750.000 per unit.

Pendapatan dari jasa instalasi dan pelatihan bersifat satu kali dan diperoleh pada saat instalasi dilakukan. Pada tahun pertama dengan 5 unit, pendapatan ini adalah Rp 3.750.000. Pada tahun kedua dengan 5 unit, pendapatan yang sama yaitu Rp 3.750.000. Pada tahun ketiga dengan 7 unit, pendapatan mencapai Rp 5.250.000.

Jasa instalasi dan pelatihan ini merupakan nilai tambah yang signifikan bagi pelanggan karena memastikan bahwa sistem terpasang dengan benar dan pengguna dapat mengoperasikannya secara mandiri. Hal ini juga mengurangi risiko kegagalan akibat instalasi yang tidak tepat dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

3.5.4. Pendapatan dari Pemeliharaan Tahunan

Aliran pendapatan ketiga adalah pemeliharaan tahunan yang ditawarkan setelah masa garansi satu tahun berakhir. Layanan pemeliharaan mencakup kunjungan pemeliharaan rutin sebanyak dua kali setahun, kalibrasi sensor, pembaruan firmware, dan dukungan teknis prioritas. Biaya pemeliharaan tahunan ditetapkan sebesar Rp 1.200.000 per unit per tahun.

Pendapatan dari pemeliharaan tahunan bersifat berulang atau recurring revenue yang diperoleh setiap tahun selama pelanggan memperpanjang kontrak. Pada tahun pertama, tidak ada pendapatan dari pemeliharaan karena masa garansi masih berlaku. Pada tahun kedua, dengan 5 unit yang telah terjual di tahun pertama, pendapatan dari pemeliharaan adalah Rp 6.000.000. Pada tahun ketiga, dengan 10 unit kumulatif yang terjual di tahun pertama dan kedua, pendapatan dari pemeliharaan mencapai Rp 12.000.000.



Pendapatan berulang dari pemeliharaan ini sangat penting untuk stabilitas bisnis jangka panjang. Semakin banyak unit terpasang, semakin besar pendapatan berulang yang dihasilkan.

3.5.5. Pendapatan dari Penjualan Spare Part dan Sensor

Aliran pendapatan keempat adalah penjualan spare part dan sensor pengganti. Sensor DO dan pH memiliki masa pakai sekitar 12 sampai 18 bulan dan perlu diganti secara berkala untuk memastikan akurasi pengukuran. Harga spare part bervariasi tergantung pada jenis komponen, berkisar antara Rp 300.000 sampai Rp 700.000.

Pendapatan dari penjualan spare part dan sensor bersifat ad-hoc dan diperoleh ketika pelanggan membutuhkan penggantian komponen. Meskipun tidak dapat diprediksi dengan pasti, pendapatan ini memberikan tambahan pemasukan yang signifikan seiring dengan bertambahnya jumlah unit terpasang.

Untuk mengoptimalkan pendapatan dari spare part, CV Arrayyan akan menyediakan stok komponen yang cukup dan menetapkan harga yang kompetitif. Pelanggan juga akan diingatkan secara berkala tentang jadwal penggantian sensor untuk memastikan kualitas data tetap terjaga.

3.5.6. Proyeksi Pendapatan Total 3 Tahun

Berdasarkan keempat aliran pendapatan yang telah diuraikan, proyeksi pendapatan total untuk tiga tahun pertama adalah sebagai berikut (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Proyeksi Pendapatan per Aliran Pendapatan

Sumber Pendapatan	Satuan	Tahun 1 (5 Unit)	Tahun 2 (5 Unit)	Tahun 3 (7 Unit)	Total 3 Tahun
Penjualan Hardware	Rp 12.900.000/ unit	Rp 64.500.000	Rp 64.500.000	Rp 90.300.000	Rp 219.300.000
Jasa Instalasi dan Pelatihan	Rp 750.000/ unit	Rp 3.750.000	Rp 3.750.000	Rp 5.250.000	Rp 12.750.000
Pemeliharaan Tahunan	Rp 1.200.000/ unit/ tahun	Rp 0	Rp 6.000.000	Rp 12.000.000	Rp 18.000.000
Total Pendapatan		Rp 68.250.000	Rp 74.250.000	Rp 107.550.000	Rp 250.050.000

Catatan: Target penjualan 5 unit pada tahun pertama telah memiliki indikasi minat beli dari Pokdakan di wilayah Cirebon. Angka ini merupakan proyeksi konservatif yang diharapkan dapat tercapai seluruhnya pada akhir tahun pertama

Dengan produksi tahun pertama sebanyak 5 unit, tahun kedua 5 unit, dan tahun ketiga 7 unit, total pendapatan kumulatif selama tiga tahun mencapai Rp 250.050.000. Pendapatan dari penjualan hardware memberikan kontribusi terbesar, yaitu Rp 219.300.000 atau 87,7 persen dari total pendapatan, dengan margin kontribusi per unit yang sehat sebesar 28,7 persen. Pendapatan dari jasa instalasi dan pelatihan menambah penerimaan sebesar Rp 12.750.000, yang sekaligus memastikan kualitas implementasi di lapangan. Pendapatan dari pemeliharaan tahunan mulai mengalir pada tahun kedua dan ketiga, dengan total Rp 18.000.000, yang menunjukkan terbentuknya fondasi pendapatan berulang yang akan terus tumbuh seiring bertambahnya basis unit terpasang. Model pendapatan ini menunjukkan bahwa setiap unit yang diproduksi memberikan kontribusi positif terhadap keberlanjutan bisnis, dan pertumbuhan pendapatan yang stabil dari tahun ke tahun mencerminkan kemajuan yang terencana dan terukur.

3.5.7. Analisis Sensitivitas Pendapatan

Untuk menguji ketahanan model pendapatan terhadap berbagai skenario, dilakukan analisis sensitivitas dengan beberapa skenario yang relevan dengan kondisi aktual.

Tabel Analisis Sensitivitas Pendapatan

Skenario	Unit/Tahun	Pendapatan 3 Tahun	Payback Period
Base Case (rencana)	5, 5, 7 unit	Rp 250.050.000	14,8 bulan
Penurunan Permintaan (-30%)	3, 4, 5 unit	Rp 145.000.000	18,5 bulan
Kenaikan HPP (+15%)	5, 5, 7 unit	Rp 250.050.000	18 bulan
Peningkatan Permintaan (+50%)	7, 8, 10 unit	Rp 350.000.000	12,5 bulan

Kesimpulan dari analisis sensitivitas adalah bahwa SWARM-Aerator tetap memberikan hasil yang positif dan payback period yang masuk akal bahkan pada skenario penurunan permintaan sekalipun. Pada skenario base case, payback period adalah 14,8 bulan. Pada skenario penurunan permintaan, payback period masih dalam batas wajar yaitu 18,5 bulan. Pada skenario kenaikan HPP, payback period menjadi 18 bulan. Pada skenario peningkatan permintaan, payback period menjadi lebih cepat yaitu 12,5 bulan. Dengan demikian, model pendapatan yang dirancang cukup robust terhadap berbagai kondisi pasar dan biaya.

3.6. Key Resources

3.6.1. Definisi dan Pentingnya Sumber Daya Kunci

Sumber daya kunci atau key resources dalam Business Model Canvas menggambarkan aset-aset terpenting yang diperlukan organisasi untuk menjalankan model bisnisnya. Sumber daya ini dapat berupa fisik, finansial, intelektual, atau manusia. Dalam konteks SWARM-Aerator, sumber daya kunci mencakup fasilitas produksi, perangkat lunak, data, dan sumber daya manusia yang diperlukan untuk menghasilkan, mendistribusikan, dan memelihara produk.

Identifikasi sumber daya kunci sangat penting untuk memastikan bahwa organisasi memiliki kapasitas yang cukup untuk menjalankan model bisnisnya. Kekurangan sumber daya kunci dapat menyebabkan gangguan operasional dan kegagalan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Oleh karena itu, seluruh sumber daya kunci yang diidentifikasi dalam BMC ini telah melalui verifikasi dan validasi melalui dokumen-dokumen sebelumnya.

3.6.2. Workshop CV Arrayyan Market Agro

Sumber daya kunci pertama adalah workshop CV Arrayyan Market Agro yang berfungsi sebagai pusat produksi SWARM-Aerator. Workshop ini dilengkapi dengan peralatan perakitan elektronik, peralatan pengujian, dan ruang kerja yang memadai untuk proses produksi. Kapasitas produksi workshop saat ini adalah tiga hingga empat unit per bulan dengan dua orang teknisi, dengan asumsi pengerjaan dilakukan secara hati-hati dan menyeluruh mengikuti SOP 10 tahap serta QC 18 item. Kapasitas ini dapat ditingkatkan menjadi enam hingga delapan unit per bulan dengan penambahan satu teknisi dan optimalisasi jadwal kerja.

Workshop CV Arrayyan telah digunakan untuk memproduksi lima unit prototipe yang kemudian diuji di laboratorium dan di lapangan. Proses produksi di workshop ini telah terstandarisasi melalui Standar Operasional Prosedur atau SOP sepuluh tahap yang mencakup tahap P-01 hingga P-10, mulai dari pengadaan komponen hingga pengemasan.

Keunggulan workshop ini adalah lokasinya yang strategis di dekat jaringan distribusi CV Arrayyan, sehingga memudahkan koordinasi antara produksi dan distribusi. Workshop ini juga memiliki



fleksibilitas untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan menambah teknisi atau memperluas ruang kerja jika diperlukan.

3.6.3. Standar Operasional Prosedur Produksi

Sumber daya kunci kedua adalah Standar Operasional Prosedur atau SOP produksi yang terdiri dari sepuluh tahap, yaitu P-01 pengadaan dan verifikasi komponen, P-02 fabrikasi PCB, P-03 pemrograman firmware dan konfigurasi Unique ID, P-04 perakitan modul elektronik pada PCB, P-05 integrasi sensor, relay, dan aktuator, P-06 assembly ke casing dan waterproofing, P-07 Quality Control dengan checklist 18 item, P-08 registrasi QR dan pairing ke Firebase cloud, P-09 uji fungsi akhir, dan P-10 pengemasan serta dokumentasi.

SOP ini telah diuji selama produksi prototipe dan terbukti efektif dalam menghasilkan produk yang konsisten dan berkualitas. Setiap tahap memiliki prosedur yang jelas dan kriteria kelulusan yang terdefinisi, sehingga mengurangi risiko kesalahan dan memastikan kualitas produk.

SOP ini juga menjadi dasar untuk pelatihan teknisi baru, memastikan bahwa setiap teknisi dapat mengikuti prosedur yang sama dan menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten. Hal ini penting untuk skalabilitas produksi di masa mendatang.

3.6.4. Kekayaan Intelektual Firmware AIoT

Sumber daya kunci ketiga adalah kekayaan intelektual berupa firmware AIoT yang mengendalikan seluruh logika sistem SWARM-Aerator. Firmware ini mencakup algoritma kontrol adaptif berbasis logika fuzzy yang menentukan kapan aerator harus diaktifkan dan dimatikan berdasarkan data sensor real-time.

Firmware ini merupakan hasil pengembangan tim peneliti yang telah melalui berbagai tahap uji coba dan penyempurnaan. Firmware ini telah terbukti efektif dalam menjaga stabilitas kualitas air dan efisiensi energi selama delapan minggu operasional di dua lokasi pilot.

Perlindungan kekayaan intelektual atas firmware ini sangat penting untuk mencegah duplikasi oleh pesaing dan memastikan bahwa tim peneliti mendapatkan hak yang adil atas kontribusi mereka. Oleh karena itu, pendaftaran paten dan hak cipta atas firmware ini sedang dalam proses.

3.6.5. Aplikasi AquaCare

Sumber daya kunci keempat adalah aplikasi AquaCare yang tersedia untuk platform Android dan iOS. Aplikasi ini berfungsi sebagai antarmuka utama antara pengguna dan sistem, menyediakan dashboard real-time, histori data, notifikasi, dan fitur manajemen perangkat.

Aplikasi AquaCare telah dikembangkan melalui proses iteratif yang melibatkan umpan balik dari pengguna. Hasil evaluasi dalam Dokumen 14 menunjukkan bahwa aplikasi ini mendapatkan skor 4,4 dari 5,0 untuk dimensi keterbacaan data dan 4,6 dari 5,0 untuk dimensi kemudahan penggunaan.

Pengembangan aplikasi ini merupakan investasi yang signifikan dan menjadi salah satu aset intelektual yang berharga. Aplikasi ini akan terus dikembangkan dengan fitur-fitur baru berdasarkan umpan balik pengguna dan perkembangan teknologi.

3.6.6. Firebase Realtime Database

Sumber daya kunci kelima adalah Firebase Realtime Database yang berfungsi sebagai penyimpanan data cloud. Database ini menyimpan semua data sensor yang dikirim oleh perangkat, status perangkat, histori pengukuran, dan konfigurasi sistem.



Penggunaan Firebase Realtime Database memberikan beberapa keunggulan, yaitu kemampuan sinkronisasi data secara real-time, skalabilitas yang tinggi, dan kemudahan integrasi dengan aplikasi mobile. Hasil pengujian dalam Dokumen 10F menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan upload data mencapai 99,1 persen dan latensi rata-rata 1,56 detik.

Biaya penggunaan Firebase Realtime Database termasuk dalam biaya operasional bulanan dan telah diperhitungkan dalam struktur biaya. Untuk skala produksi yang lebih besar, biaya ini akan meningkat seiring dengan peningkatan volume data, namun masih dalam batas yang wajar.

3.6.7. Data Lapangan Selama Delapan Minggu

Sumber daya kunci keenam adalah data lapangan yang terkumpul selama delapan minggu operasional di dua lokasi Pokdakan. Data ini mencakup lebih dari 100.000 titik data sensor, log sistem, catatan kejadian, dan umpan balik pengguna yang terdokumentasi dalam berbagai dokumen.

Data lapangan ini merupakan aset yang sangat berharga karena menjadi dasar bagi seluruh klaim kinerja dan manfaat yang disampaikan dalam dokumen-dokumen sebelumnya. Data ini juga menjadi bahan untuk pengembangan produk lebih lanjut dan penyempurnaan algoritma kontrol.

Ke depan, data lapangan akan terus dikumpulkan dari pengguna baru untuk memperkaya basis data dan meningkatkan pemahaman tentang pola kualitas air di berbagai kondisi. Data agregasi ini juga dapat menjadi produk sampingan yang bernilai bagi penelitian dan pengembangan di masa mendatang.

3.6.8. Sumber Daya Manusia

Sumber daya kunci ketujuh adalah sumber daya manusia yang terlibat dalam ekosistem SWARM-Aerator. Sumber daya manusia ini mencakup tim peneliti yang bertanggung jawab atas riset dan pengembangan, teknisi CV Arrayyan yang bertanggung jawab atas produksi dan instalasi, dan operator Pokdakan yang bertanggung jawab atas operasional sehari-hari.

Kompetensi tim peneliti mencakup keahlian dalam elektronika, pemrograman, algoritma kontrol, dan analisis data. Kompetensi teknisi CV Arrayyan mencakup keahlian dalam perakitan elektronik, instalasi lapangan, dan pemeliharaan sistem. Kompetensi operator Pokdakan mencakup pemahaman tentang budidaya ikan dan kemampuan mengoperasikan aplikasi.

Pengembangan sumber daya manusia akan terus dilakukan melalui pelatihan dan pendampingan. Tim peneliti akan melatih teknisi CV Arrayyan untuk dapat melakukan produksi dan instalasi secara mandiri. Teknisi CV Arrayyan akan melatih operator Pokdakan untuk dapat mengoperasikan sistem secara mandiri.

3.6.9. Kekayaan Intelektual Lainnya

Sumber daya kunci kedelapan adalah kekayaan intelektual lainnya yang mencakup merek SWARM-Aerator, desain industri produk, dan hak cipta atas dokumentasi teknis. Merek SWARM-Aerator akan didaftarkan sebagai merek dagang untuk melindungi identitas produk. Desain industri produk akan didaftarkan untuk melindungi bentuk fisik dan estetika produk. Hak cipta atas dokumentasi teknis akan melindungi manual, SOP, dan materi pelatihan dari duplikasi.

Perlindungan kekayaan intelektual secara komprehensif akan menciptakan competitive moat yang kuat dan mencegah pesaing untuk meniru produk SWARM-Aerator dengan mudah. Hal ini penting untuk menjaga posisi pasar dan memastikan keberlanjutan bisnis dalam jangka panjang.



3.7. Key Activities

3.7.1. Definisi dan Pentingnya Aktivitas Kunci

Aktivitas kunci atau key activities dalam Business Model Canvas menggambarkan tindakan-tindakan terpenting yang harus dilakukan organisasi untuk menjalankan model bisnisnya. Aktivitas kunci mencakup semua proses operasional yang diperlukan untuk menciptakan, menyampaikan, dan mempertahankan proposisi nilai kepada pelanggan.

Dalam konteks SWARM-Aerator, aktivitas kunci mencakup kegiatan produksi, quality control, kalibrasi, instalasi, pelatihan, pemeliharaan, dan pengembangan produk. Seluruh aktivitas ini telah terstandarisasi melalui SOP dan telah diuji melalui pilot lapangan.

3.7.2. Produksi LRIP

Aktivitas kunci pertama adalah produksi LRIP atau Low Rate Initial Production dengan kapasitas tiga hingga empat unit per bulan. Produksi ini dilakukan di workshop CV Arrayan dengan mengikuti SOP sepuluh tahap yang telah ditetapkan. Produksi mencakup perakitan komponen elektronik, integrasi sensor, pemrograman firmware, assembly ke casing, dan quality control.

Produksi LRIP ini merupakan aktivitas yang paling fundamental karena menghasilkan produk yang akan dijual kepada pelanggan. Kelancaran produksi sangat penting untuk memenuhi pesanan dan menjaga kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, produksi akan dipantau secara ketat dan dievaluasi secara berkala untuk meningkatkan efisiensi.

Target produksi untuk LRIP batch pertama adalah 5 unit yang akan diselesaikan dalam waktu dua sampai tiga minggu. Produksi ini merupakan langkah awal memasuki pasar dan mematangkan proses produksi sebelum ditingkatkan secara bertahap.

3.7.3. Quality Control 18 Item per Unit

Aktivitas kunci kedua adalah quality control dengan 18 item pemeriksaan per unit. Quality control ini dilakukan pada setiap unit yang diproduksi untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Item pemeriksaan mencakup kelengkapan komponen, kualitas sambungan solder, booting firmware, akurasi sensor, koneksi WiFi, fungsi QR Code, fungsi relay, fungsi fallback, ketahanan casing, dan kelengkapan dokumentasi.

Quality control ini sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang sampai ke pelanggan dalam kondisi yang sempurna dan siap digunakan. Produk yang cacat dapat merusak reputasi dan meningkatkan biaya garansi dan perbaikan. Oleh karena itu, quality control dilakukan dengan ketat dan setiap unit yang tidak lulus akan diperbaiki sebelum dikirim.

Hasil quality control akan dicatat dan dianalisis untuk mengidentifikasi pola kegagalan dan melakukan perbaikan pada proses produksi. Hal ini akan meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan dan mengurangi tingkat cacat.

3.7.4. Kalibrasi dan Provisioning Firebase

Aktivitas kunci ketiga adalah kalibrasi sensor dan provisioning ke Firebase Realtime Database. Kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan bahwa sensor menghasilkan pembacaan yang akurat dan konsisten. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor dengan alat referensi dan menyesuaikan faktor koreksi jika diperlukan.



Provisioning ke Firebase Realtime Database dilakukan untuk mendaftarkan setiap unit ke dalam cloud database dengan Unique ID yang sesuai. Proses ini mencakup pembuatan node database, pengisian data konfigurasi awal, dan pengujian koneksi.

Kalibrasi dan provisioning merupakan aktivitas yang kritis karena mempengaruhi akurasi data dan identitas perangkat. Kesalahan dalam kalibrasi dapat menyebabkan pembacaan yang salah dan keputusan kontrol yang tidak tepat. Kesalahan dalam provisioning dapat menyebabkan data perangkat tertukar dan kebingungan dalam manajemen perangkat.

3.7.5. Instalasi dan Pelatihan

Aktivitas kunci keempat adalah instalasi dan pelatihan yang dilakukan di lokasi pelanggan. Instalasi mencakup pemasangan bracket sensor pada dinding kolam, pemasangan unit HydroSense dan AquaCare pada posisi yang terlindung, koneksi kabel relay ke Aerator SC, dan konfigurasi WiFi serta pendaftaran Unique ID.

Pelatihan mencakup pengenalan sistem, cara mengoperasikan aplikasi AquaCare, cara membaca data dashboard, cara merespons notifikasi alarm, dan prosedur pemeliharaan dasar. Pelatihan dilakukan selama dua sampai tiga jam dan diulang jika diperlukan.

Instalasi dan pelatihan merupakan aktivitas yang penting untuk memastikan bahwa pelanggan dapat menggunakan sistem dengan benar dan mendapatkan manfaat yang maksimal. Instalasi yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan sistem, dan pelatihan yang tidak memadai dapat menyebabkan ketidakmampuan pengguna dalam mengoperasikan sistem.

3.7.6. Pemeliharaan Melalui Kontrak Tahunan

Aktivitas kunci kelima adalah pemeliharaan melalui kontrak tahunan yang mencakup kunjungan pemeliharaan rutin, kalibrasi sensor, pembaruan firmware, dan dukungan teknis. Pemeliharaan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tetap beroperasi dengan optimal dan masalah potensial dapat diidentifikasi sebelum menjadi serius.

Pemeliharaan tahunan ini menghasilkan pendapatan berulang yang stabil dan memperkuat hubungan jangka panjang dengan pelanggan. Frekuensi pemeliharaan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan, mulai dari dwi-mingguan untuk pengguna baru hingga kuartalan untuk pengguna yang sudah berpengalaman.

Pemeliharaan juga merupakan kesempatan untuk mengumpulkan umpan balik dari pengguna dan mengidentifikasi area yang perlu perbaikan. Umpan balik ini akan digunakan untuk pengembangan produk di masa mendatang.

3.7.7. Pengembangan Firmware dan Aplikasi

Aktivitas kunci keenam adalah pengembangan firmware dan aplikasi secara berkelanjutan. Pengembangan ini mencakup perbaikan bug, penambahan fitur baru, peningkatan kinerja, dan adaptasi terhadap perubahan teknologi.

Pengembangan firmware dan aplikasi dilakukan oleh tim peneliti dengan pendekatan agile yang memungkinkan iterasi cepat berdasarkan umpan balik pengguna. Pembaruan firmware dapat dilakukan secara Over The Air atau OTA tanpa memerlukan kunjungan lapangan, sehingga mengurangi biaya dan waktu.



Roadmap pengembangan produk mencakup versi 1.1 dengan fitur download histori grafik dan UI yang disederhanakan, versi 2.0 dengan integrasi pakan otomatis dan prediksi panen berbasis AI, serta versi 3.0 dengan platform akuakultur cerdas dan integrasi drone monitoring.

3.7.8. Pemasaran dan Penjualan

Aktivitas kunci ketujuh adalah pemasaran dan penjualan yang mencakup promosi produk, demonstrasi, negosiasi, dan transaksi penjualan. Pemasaran dilakukan melalui berbagai kanal yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, termasuk jaringan distribusi CV Arrayyan, Pokdakan demonstrasi, pameran, media sosial, dan Dinas Perikanan.

Penjualan dilakukan oleh tim penjualan CV Arrayyan yang telah dilengkapi dengan materi pemasaran dan pelatihan tentang produk. Proses penjualan mencakup identifikasi prospek, presentasi produk, negosiasi harga dan syarat pembayaran, serta penyelesaian transaksi.

Pemasaran dan penjualan merupakan aktivitas yang penting untuk menghasilkan pendapatan dan memastikan keberlanjutan bisnis. Tanpa pemasaran dan penjualan yang efektif, produk yang baik sekalipun tidak akan dikenal dan dibeli oleh pelanggan.

3.7.9. Manajemen Hubungan Pelanggan

Aktivitas kunci kedelapan adalah manajemen hubungan pelanggan yang mencakup layanan dukungan, pengelolaan keluhan, survei kepuasan, dan pembangunan komunitas. Manajemen hubungan pelanggan bertujuan untuk memastikan bahwa pelanggan puas dengan produk dan layanan, serta mempertahankan loyalitas mereka dalam jangka panjang.

Layanan dukungan diberikan melalui WhatsApp dan telepon, dengan tim dukungan yang siap membantu pelanggan mengatasi masalah dan menjawab pertanyaan. Keluhan ditangani dengan cepat dan profesional, dengan tindak lanjut yang memadai untuk memastikan masalah terselesaikan.

Survei kepuasan dilakukan secara berkala untuk mengukur tingkat kepuasan pelanggan dan mengidentifikasi area yang perlu perbaikan. Hasil survei digunakan untuk perbaikan produk dan layanan secara berkelanjutan.

3.8. Key Partnerships

3.8.1. Definisi dan Pentingnya Kemitraan Kunci

Kemitraan kunci atau key partnerships dalam Business Model Canvas menggambarkan jaringan mitra strategis yang membantu organisasi menjalankan model bisnisnya. Kemitraan dapat dibentuk untuk berbagai tujuan, termasuk optimasi ekonomi, pengurangan risiko, dan akuisisi sumber daya tertentu.

Dalam konteks SWARM-Aerator, kemitraan kunci mencakup hubungan dengan CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra manufaktur dan distribusi, dengan akademisi sebagai mitra riset dan pengembangan, dengan Pokdakan sebagai mitra validasi lapangan, dan dengan pemerintah sebagai mitra kebijakan dan pendanaan. Seluruh kemitraan ini telah terbentuk dan terdokumentasi melalui berbagai dokumen sebelumnya.

3.8.2. CV Arrayyan Market Agro

Kemitraan kunci pertama adalah dengan CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra manufaktur dan distribusi. Peran CV Arrayyan mencakup produksi LRIP, quality control, distribusi, instalasi, after-



sales, dan pemasaran. Kontribusi CV Arrayyan meliputi workshop, sumber daya manusia teknisi, jaringan distribusi Aerator SC yang sudah ada, dan modal kerja LRIP.

Hak yang diterima CV Arrayyan dari kemitraan ini adalah margin hardware sebesar Rp 3.700.000 per unit, pendapatan dari jasa instalasi dan pelatihan, pendapatan dari maintenance tahunan, dan hak produksi eksklusif untuk produk SWARM-Aerator.

Kemitraan formal dengan CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra DUDI dimulai pada tahun 2026 melalui skema Hilirisasi Riset Prioritas Sinergi. Sebelumnya, pengembangan SWARM-Aerator (2021–2025) dilakukan secara independen oleh tim peneliti, mencakup pengujian laboratorium, uji coba lingkungan terkontrol, dan penerapan awal di masyarakat. Data dan pengalaman dari fase awal tersebut menjadi fondasi yang mempercepat kolaborasi dengan CV Arrayyan pada tahun 2026, memungkinkan seluruh tahap Co-Creation hingga Commercialization Preparation diselesaikan dalam waktu empat bulan.

3.8.3. Akademisi

Kemitraan kunci kedua adalah dengan akademisi dari IPB University dan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon. Peran akademisi mencakup riset dan pengembangan berkelanjutan, pengembangan firmware dan aplikasi, kalibrasi sensor, pengurusan Hak Kekayaan Intelektual atau HKI, dan pelatihan teknisi..

Kontribusi akademisi meliputi kekayaan intelektual berupa firmware AIoT, metodologi kalibrasi, akses ke basis riset dan data, serta sumber daya manusia peneliti. Hak yang diterima akademisi adalah royalti HKI sebesar 5 persen dari net revenue hardware (setara dengan sekitar Rp 147.500 per unit).

Kemitraan ini terjalin melalui kerangka kerja sama penelitian yang telah disepakati antara perguruan tinggi dan CV Arrayyan Market Agro. Kemitraan ini memastikan bahwa produk terus berkembang dan didukung oleh basis ilmiah yang kuat.

3.8.4. Pokdakan Binaan

Kemitraan kunci ketiga adalah dengan Pokdakan binaan yang berfungsi sebagai lokasi validasi lapangan dan referensi pasar. Peran Pokdakan mencakup penyediaan lokasi untuk pilot, partisipasi dalam pengujian dan evaluasi, pemberian umpan balik untuk perbaikan produk, dan menjadi referensi bagi calon pembeli.

Kontribusi Pokdakan meliputi akses ke kolam dan fasilitas budidaya, sumber daya manusia operator yang terlibat dalam pilot, dan data budidaya nyata yang digunakan untuk validasi kinerja. Hak yang diterima Pokdakan adalah prioritas harga untuk pembelian, dukungan teknis yang intensif, dan status sebagai lokasi percontohan.

Kemitraan ini telah terjalin melalui pilot lapangan selama delapan minggu di dua lokasi Pokdakan. Hasil pilot ini terdokumentasi dalam Dokumen 12, 13, 14, dan 15, dan menjadi dasar bagi seluruh klaim kinerja yang disampaikan dalam dokumen-dokumen sebelumnya.

3.8.5. Kementerian Kelautan dan Perikanan

Kemitraan kunci keempat adalah dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan atau KKP sebagai pengarah kebijakan. Peran KKP mencakup legitimasi program prioritas nasional dan fasilitasi diseminasi teknologi.



Kontribusi KKP meliputi validasi produk serta dukungan kebijakan yang memungkinkan produk diadopsi dalam program-program pemerintah. Hak yang diterima KKP adalah laporan hasil hilirisasi yang mendokumentasikan hasil penelitian dan kontribusi terhadap program prioritas nasional.

Kemitraan ini sedang dalam tahap penajakan melalui skema Hilirisasi Riset Prioritas Sinergi. Keterlibatan KKP diharapkan dapat memberikan legitimasi kebijakan dan membuka akses ke jaringan Pokdakan binaan di seluruh Indonesia. Presentasi hasil pilot dan BMC kepada KKP direncanakan pada tahap selanjutnya sebagai bagian dari strategi membangun kemitraan strategis.

3.8.6. Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota

Kemitraan kunci kelima adalah dengan Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota yang berfungsi sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat daerah. Peran Dinas Perikanan mencakup fasilitasi akses ke Pokdakan binaan, dukungan regulasi untuk adopsi teknologi, dan potensi program percontohan yang didanai oleh anggaran daerah.

Kontribusi Dinas Perikanan meliputi akses ke jaringan Pokdakan di wilayah kabupaten atau kota, dukungan kebijakan yang memudahkan adopsi produk, dan potensi pendanaan untuk program percontohan. Hak yang diterima Dinas Perikanan adalah program percontohan yang dapat meningkatkan kinerja Pokdakan binaan dan data kinerja yang dapat digunakan untuk evaluasi program.

Kemitraan ini masih dalam tahap pengembangan, namun memiliki potensi yang sangat besar untuk memperluas jangkauan pemasaran dan meningkatkan adopsi produk di tingkat daerah.

3.8.7. Supplier Sensor dan Komponen

Kemitraan kunci keenam adalah dengan supplier sensor dan komponen, termasuk DFRobot sebagai supplier sensor DO dan pH, serta pemasok lokal untuk komponen elektronik lainnya. Peran supplier adalah menyediakan komponen berkualitas dengan harga yang kompetitif dan pasokan yang stabil.

Kontribusi supplier meliputi penyediaan sensor dan komponen elektronik yang digunakan dalam produksi SWARM-Aerator, serta dukungan teknis untuk integrasi komponen. Hak yang diterima supplier adalah kontrak pasokan jangka panjang dan pembayaran yang tepat waktu.

Kemitraan dengan supplier sangat penting untuk memastikan kelancaran produksi dan kualitas produk. Oleh karena itu, CV Arrayan akan membangun hubungan yang erat dengan supplier dan melakukan pemantauan kualitas secara berkala.

3.8.8. Firebase Google

Kemitraan kunci ketujuh adalah dengan Firebase Google sebagai penyedia infrastruktur cloud. Firebase menyediakan Realtime Database yang digunakan untuk menyimpan data sensor, histori pengukuran, dan konfigurasi sistem. Firebase juga menyediakan layanan notifikasi yang digunakan untuk mengirim alarm ke aplikasi AquaCare.

Kontribusi Firebase adalah penyediaan infrastruktur cloud yang andal, skalabel, dan aman. Hak yang diterima Firebase adalah biaya langganan yang dibayarkan secara bulanan berdasarkan volume data dan penggunaan.

Penggunaan Firebase memberikan keunggulan kompetitif karena memungkinkan sinkronisasi data real-time dan integrasi yang mudah dengan aplikasi mobile. Biaya langganan Firebase termasuk dalam biaya operasional bulanan yang telah diperhitungkan dalam struktur biaya.

3.9. Cost Structure

3.9.1. Definisi dan Pentingnya Struktur Biaya

Struktur biaya atau cost structure dalam Business Model Canvas menggambarkan semua biaya yang dikeluarkan organisasi untuk menjalankan model bisnisnya. Struktur biaya mencakup biaya variabel yang berubah seiring dengan volume produksi dan biaya tetap yang tidak bergantung pada volume produksi.

Pemahaman tentang struktur biaya sangat penting untuk menentukan harga jual, menghitung margin keuntungan, dan mengevaluasi kelayakan bisnis. Dalam konteks SWARM-Aerator, struktur biaya telah dianalisis secara mendalam melalui Design to Cost Analysis pada Dokumen 7 dan finalisasi pada Dokumen 16.

3.9.2. Biaya Variabel per Unit

Biaya variabel per unit adalah biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi setiap unit SWARM-Aerator. Biaya ini mencakup biaya komponen, perakitan, kalibrasi, quality control, alokasi pengembangan software dan cloud, overhead, dan contingency.

Biaya komponen adalah komponen terbesar dalam biaya variabel, mencapai 27 persen dari total HPP ($\text{Rp } 2.475.000 \div \text{Rp } 9.200.000 \times 100\%$). Biaya komponen mencakup sensor DO, pH, suhu, amonia, dan kekeruhan yang sebagian besar masih diimpor. Fluktuasi harga komponen dapat mempengaruhi HPP dan margin keuntungan.

Biaya perakitan dan kalibrasi mencapai 8,2 persen dari total HPP, mencakup biaya tenaga kerja untuk perakitan, pengujian, dan kalibrasi. Biaya software, cloud, QC, dan overhead mencapai 16,4 persen dari total HPP, mencakup alokasi biaya pengembangan software, biaya langganan cloud, quality control, overhead pabrik, dan contingency.

Total HPP per paket adalah Rp 9.200.000, yang terdiri dari dua node HydroSense dan AquaCare serta aksesoris instalasi. Harga ini konsisten dengan perhitungan pada Dokumen 7 dan Dokumen 16.

Komponen biaya lainnya yang melengkapi HPP mencakup biaya kontingensi dan cadangan kualitas sebesar 15% dari total HPP (Rp 1.380.000) untuk mengantisipasi fluktuasi harga komponen dan potensi rework, serta alokasi margin produksi sebesar 33,4% (Rp 3.073.000) yang mencakup penyerapan biaya tetap workshop, penyusutan peralatan, dan pengembangan kapasitas produksi. Dengan demikian, total HPP mencapai Rp 9.200.000 per unit (100%)

3.9.3. Rincian Biaya Komponen

Rincian biaya komponen per unit adalah sebagai berikut. Sensor DO sebesar Rp 650.000, sensor pH sebesar Rp 450.000, sensor suhu air sebesar Rp 35.000, sensor kekeruhan sebesar Rp 120.000, sensor amonia sebesar Rp 180.000, mikrokontroler ESP32 sebesar Rp 85.000, mikrokontroler ESP8266 sebesar Rp 45.000, modul relay sebesar Rp 35.000, RTC module sebesar Rp 25.000, PCB custom sebesar Rp 180.000, regulator daya sebesar Rp 45.000, dinamo pengaduk sebesar Rp 55.000, casing ABS outdoor sebesar Rp 280.000, kabel dan konektor sebesar Rp 120.000, sealant dan gasket sebesar Rp 35.000, label QR Code sebesar Rp 15.000, aksesoris mounting sebesar Rp 45.000, dan packaging serta manual sebesar Rp 75.000.

Total biaya komponen adalah Rp 2.475.000 per unit. Biaya ini merupakan biaya langsung yang dikeluarkan untuk membeli komponen fisik yang digunakan dalam produksi SWARM-Aerator.

3.9.4. Biaya Tetap Operasional per Bulan

Biaya tetap operasional per bulan adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan operasional bisnis, terlepas dari volume produksi. Biaya tetap ini mencakup overhead workshop, gaji teknisi, biaya cloud, dan biaya administrasi.

Overhead workshop diperkirakan sebesar Rp 5.000.000 per bulan, mencakup biaya listrik, air, sewa, dan pemeliharaan peralatan. Gaji dua orang teknisi diperkirakan sebesar Rp 3.000.000 per bulan, dengan asumsi gaji rata-rata Rp 1.500.000 per teknisi per bulan. Biaya cloud dan administrasi diperkirakan sebesar Rp 500.000 per bulan, mencakup biaya langganan Firebase dan biaya administrasi lainnya.

Total biaya tetap operasional per bulan adalah Rp 8.500.000. Biaya ini harus ditutupi oleh margin kontribusi dari penjualan unit untuk mencapai titik impas atau Break Even Point.

3.9.5. Break Even Point

Break Even Point atau BEP adalah titik di mana total pendapatan sama dengan total biaya, yang menjadi indikator efisiensi operasional. Dalam konteks SWARM-Aerator, analisis BEP dilakukan untuk memastikan bahwa setiap unit yang diproduksi memberikan margin kontribusi yang memadai. Dengan biaya tetap operasional sebesar Rp 8.500.000 per bulan, BEP bulanan dihitung sebagai berikut: $\text{Rp } 8.500.000 \div \text{Rp } 3.700.000 = 2,3$ unit per bulan (dibulatkan menjadi 3 unit per bulan untuk menjaga margin aman). Secara tahunan, BEP tercapai pada volume penjualan sekitar 28 unit per tahun. Angka ini menjadi tolok ukur efisiensi operasional yang akan diupayakan melalui peningkatan volume produksi secara bertahap. Dengan harga jual Rp 12.900.000 dan biaya variabel per unit (HPP) Rp 9.200.000, margin kontribusi per unit adalah Rp 3.700.000 atau 28,7 persen dari harga jual. Angka ini menunjukkan bahwa setiap penjualan unit memberikan kontribusi positif yang sangat sehat untuk menutupi biaya operasional.

Dengan pendekatan produksi bertahap (5 unit pada tahun pertama, 5 unit pada tahun kedua, dan 7 unit pada tahun ketiga), fokus utama berada pada validasi pasar, pematangan proses produksi, dan pembangunan referensi pelanggan. Meskipun volume produksi awal masih pada skala perintisan, setiap unit yang terjual telah menghasilkan margin kontribusi yang positif, yang menjadi indikator kuat bahwa model bisnis ini layak secara fundamental. Kapasitas produksi yang terukur ini memungkinkan tim untuk mengoptimalkan kualitas, membangun reputasi, dan mengumpulkan data kinerja lapangan yang semakin memperkuat proposisi nilai produk.

Ke depan, dengan akumulasi basis pelanggan dan peningkatan permintaan pasar, volume produksi dapat ditingkatkan secara bertahap. Peningkatan volume ini akan secara langsung mempercepat pencapaian BEP karena biaya tetap dapat tersebar pada lebih banyak unit, sehingga margin keuntungan meningkat secara signifikan. Dengan demikian, strategi produksi bertahap ini merupakan langkah awal yang cerdas untuk membangun bisnis yang berkelanjutan dan menguntungkan dalam jangka menengah hingga panjang.

Perlu dicatat secara transparan bahwa dengan target penjualan 5 unit di tahun pertama, total margin kontribusi tahunan ($5 \times \text{Rp } 3.700.000 = \text{Rp } 18.500.000$) belum menutupi total biaya tetap tahunan ($12 \times \text{Rp } 8.500.000 = \text{Rp } 102.000.000$). Ini adalah karakteristik wajar dari fase perintisan bisnis berbasis teknologi. Tahun pertama dan kedua diposisikan sebagai fase investasi dan pembuktian pasar, di mana prioritas utama adalah membangun basis pelanggan, mengumpulkan testimoni, dan menyempurnakan proses produksi. Setiap unit yang terjual tetap menghasilkan arus kas positif (margin kontribusi), yang secara bertahap akan menutupi biaya tetap seiring peningkatan volume penjualan. Profitabilitas penuh diproyeksikan tercapai mulai tahun ketiga ketika volume produksi



meningkat dan pendapatan berulang dari kontrak pemeliharaan mulai terakumulasi. Strategi ini juga mengasumsikan bahwa biaya tetap workshop CV Arrayyan tidak sepenuhnya dibebankan pada produk SWARM-Aerator, mengingat workshop juga menjalankan aktivitas bisnis lain.

3.9.6. Analisis Sensitivitas Biaya

Untuk menguji ketahanan struktur biaya terhadap perubahan, dilakukan analisis sensitivitas biaya dengan beberapa skenario. Skenario pertama adalah kenaikan HPP sebesar 15 persen akibat fluktuasi harga komponen impor. Pada skenario ini, HPP menjadi Rp 10.580.000, margin kontribusi turun menjadi Rp 2.320.000, dan BEP dalam unit menjadi 3,7 unit per bulan. Namun, payback period masih di bawah 18 bulan dan NPV tetap positif.

Skenario kedua adalah penurunan volume penjualan sebesar 30 persen dari target. Pada skenario ini, total pendapatan tahun pertama turun menjadi Rp 231.750.000 dan net margin turun menjadi sekitar Rp 40.000.000. Namun, payback period masih di bawah 22 bulan dan NPV tetap positif.

Skenario ketiga adalah kenaikan biaya tetap sebesar 20 persen akibat inflasi atau kenaikan sewa. Pada skenario ini, biaya tetap menjadi Rp 10.200.000 per bulan. Namun, dengan pendekatan produksi bertahap dan margin kontribusi positif, bisnis tetap memiliki fondasi yang sehat.

Kesimpulan dari analisis sensitivitas biaya adalah bahwa struktur biaya SWARM-Aerator cukup robust terhadap berbagai skenario perubahan biaya dan volume penjualan. Bahkan pada skenario yang kurang menguntungkan sekalipun, bisnis tetap memiliki fondasi yang sehat karena setiap unit yang terjual memberikan margin kontribusi positif.

3.9.7. Strategi Pengendalian Biaya

Untuk mengendalikan biaya dan meningkatkan margin keuntungan, beberapa strategi dapat diterapkan. Strategi pertama adalah diversifikasi supplier untuk mengurangi ketergantungan pada satu pemasok dan menekan harga komponen. Strategi kedua adalah peningkatan efisiensi produksi melalui otomatisasi dan peningkatan keterampilan teknis. Strategi ketiga adalah negosiasi harga yang lebih baik dengan supplier untuk komponen yang dibeli dalam jumlah besar. Strategi keempat adalah optimalisasi penggunaan cloud untuk mengurangi biaya langganan. Strategi kelima adalah pengembangan komponen alternatif yang lebih murah tanpa mengurangi kualitas.

Dengan menerapkan strategi-strategi pengendalian biaya ini, CV Arrayyan dapat meningkatkan margin keuntungan dan daya saing produk di pasar. Pengendalian biaya yang efektif juga memungkinkan fleksibilitas dalam penetapan harga dan penawaran diskon kepada pelanggan.

4. PROYEKSI PENDAPATAN 3 TAHUN

4.1. Dasar dan Asumsi Proyeksi

Proyeksi pendapatan tiga tahun untuk SWARM-Aerator disusun berdasarkan data aktual dari delapan minggu operasional di dua lokasi Pokdakan binaan CV Arrayyan Market Agro, yang terdokumentasi dalam Dokumen 13, serta analisis kelayakan finansial pada Dokumen 17. Seluruh angka dalam proyeksi ini merupakan proyeksi konservatif yang didasarkan pada kapasitas produksi yang telah terverifikasi, harga jual yang telah disepakati, dan pendekatan bertahap dalam memasuki pasar.

Asumsi utama yang digunakan dalam proyeksi ini adalah sebagai berikut. Pertama, target produksi untuk tahun pertama adalah 5 unit sebagai langkah awal memasuki pasar dan mematangkan proses produksi. Kedua, target produksi tahun kedua tetap 5 unit untuk menguatkan basis pelanggan awal dan membangun referensi pasar. Ketiga, target produksi tahun ketiga adalah 7 unit sebagai langkah ekspansi terukur. Keempat, harga jual per unit adalah Rp 12.900.000, biaya instalasi dan pelatihan Rp 750.000 per unit, dan biaya pemeliharaan tahunan Rp 1.200.000 per unit per tahun, sebagaimana ditetapkan dalam Dokumen 7 dan Dokumen 16. Kelima, pendapatan dari pemeliharaan tahunan mulai diperoleh pada tahun kedua untuk unit yang terjual di tahun pertama, dan seterusnya.

Pendekatan produksi bertahap ini mencerminkan strategi bisnis yang cermat, di mana setiap unit yang diproduksi memberikan margin kontribusi yang positif dan proses bisnis dapat berjalan dengan efisien. Fokus utama pada tiga tahun pertama adalah validasi pasar, pematangan proses produksi, dan pembangunan referensi pelanggan yang kuat, yang akan menjadi fondasi bagi pertumbuhan yang lebih signifikan di tahun-tahun berikutnya.

4.2. Proyeksi Pendapatan per Aliran Pendapatan

Proyeksi pendapatan tiga tahun disusun berdasarkan tiga aliran pendapatan utama yang telah diidentifikasi, yaitu penjualan hardware, jasa instalasi dan pelatihan, serta pemeliharaan tahunan. Tabel berikut menyajikan proyeksi pendapatan untuk masing-masing aliran pendapatan selama tiga tahun.

Tabel 4.1 Proyeksi Pendapatan per Aliran Pendapatan

Sumber Pendapatan	Satuan	Tahun 1 (5 Unit)	Tahun 2 (5 Unit)	Tahun 3 (7 Unit)	Total 3 Tahun
Penjualan Hardware	Rp 12.900.000/unit	Rp 64.500.000	Rp 64.500.000	Rp 90.300.000	Rp 219.300.000
Jasa Instalasi dan Pelatihan	Rp 750.000/unit	Rp 3.750.000	Rp 3.750.000	Rp 5.250.000	Rp 12.750.000
Pemeliharaan Tahunan	Rp 1.200.000/unit/tahun	Rp 0	Rp 6.000.000	Rp 12.000.000	Rp 18.000.000
Penjualan Spare Part & Sensor	Estimasi	Rp 0	Rp 1.500.000	Rp 3.500.000	Rp 5.000.000
Total Pendapatan		Rp 68.250.000	Rp 75.750.000	Rp 111.050.000	Rp 255.050.000

Sumber: Diolah dari Dokumen 7, Dokumen 16, dan Dokumen 17.

Catatan; Pendapatan dari penjualan spare part dan sensor bersifat estimasi konservatif. Pada tahun pertama, seluruh unit masih dalam masa garansi sehingga belum ada pendapatan dari penggantian komponen. Mulai tahun kedua, beberapa unit memerlukan penggantian sensor DO/pH (masa pakai 12–18 bulan) dengan nilai



rata-rata Rp 300.000–700.000 per penggantian. Estimasi ini hanya mencakup penggantian rutin, bukan kerusakan

Penjelasan mengenai masing-masing aliran pendapatan adalah sebagai berikut. Pendapatan dari penjualan hardware merupakan pendapatan satu kali yang diperoleh pada saat pembelian unit SWARM-Aerator. Pendapatan ini dihitung dengan mengalikan harga jual per unit dengan jumlah unit yang terjual. Dengan harga jual Rp 12.900.000 per unit, penjualan 5 unit pada tahun pertama dan kedua masing-masing menghasilkan Rp 64.500.000, sedangkan penjualan 7 unit pada tahun ketiga menghasilkan Rp 90.300.000. Pendapatan dari jasa instalasi dan pelatihan juga merupakan pendapatan satu kali yang diperoleh pada saat instalasi dilakukan, dengan nilai yang sama untuk setiap unit, yaitu Rp 750.000 per unit. Pendapatan dari pemeliharaan tahunan merupakan pendapatan berulang yang diperoleh setiap tahun selama pelanggan memperpanjang kontrak pemeliharaan. Pendapatan ini mulai diperoleh pada tahun kedua dari 5 unit yang terjual di tahun pertama, yaitu sebesar Rp 6.000.000, dan pada tahun ketiga dari 10 unit kumulatif yang terjual di tahun pertama dan kedua, yaitu sebesar Rp 12.000.000.

Dari tabel di atas, terlihat bahwa total pendapatan meningkat secara stabil dari tahun ke tahun, dari Rp 68.250.000 pada tahun pertama menjadi Rp 74.250.000 pada tahun kedua dan Rp 107.550.000 pada tahun ketiga. Pertumbuhan ini didorong oleh peningkatan volume penjualan dan akumulasi pendapatan dari pemeliharaan tahunan. Pada tahun ketiga, pendapatan dari pemeliharaan tahunan mencapai Rp 12.000.000 atau sekitar 11,2 persen dari total pendapatan, dan proporsi ini akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah unit terpasang. Hal ini menunjukkan bahwa model pendapatan SWARM-Aerator memiliki fondasi yang sehat dan berkelanjutan.

4.3. Analisis Margin Kontribusi per Unit

Margin kontribusi adalah selisih antara harga jual dan biaya variabel per unit, yang menunjukkan kontribusi setiap unit terhadap penutupan biaya tetap. Analisis margin kontribusi per unit sangat penting untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari setiap penjualan unit.

Harga jual per unit SWARM-Aerator adalah Rp 12.900.000. Biaya variabel per unit atau Harga Pokok Produksi adalah Rp 9.200.000, yang mencakup biaya komponen, perakitan, kalibrasi, quality control, alokasi pengembangan software dan cloud, overhead, dan contingency. Dengan demikian, margin kontribusi per unit adalah Rp 3.700.000 atau 28,7 persen dari harga jual.

Angka margin kontribusi 28,7 persen ini menunjukkan bahwa setiap unit yang terjual memberikan kontribusi yang sangat sehat terhadap bisnis. Dari setiap penjualan senilai Rp 12.900.000, sebesar Rp 3.700.000 tersedia untuk menutupi biaya tetap operasional dan memberikan keuntungan. Hal ini menegaskan bahwa secara fundamental, model bisnis SWARM-Aerator memiliki kelayakan ekonomi yang kuat karena setiap unit yang diproduksi dan dijual menghasilkan surplus yang positif.

Dengan pendekatan produksi bertahap, margin kontribusi positif ini menjadi indikator bahwa bisnis dapat terus berjalan dengan baik meskipun volume produksi masih pada skala awal. Setiap unit baru yang terjual akan terus menambah akumulasi margin kontribusi yang semakin mendekatkan bisnis pada titik efisiensi operasional penuh.

4.4. Pertumbuhan Pendapatan Berulang Jangka Panjang

Seiring dengan pertumbuhan basis unit terpasang, pendapatan berulang dari pemeliharaan tahunan akan semakin mendominasi struktur pendapatan. Tabel berikut menyajikan proyeksi pendapatan berulang dari pemeliharaan tahunan untuk tiga tahun pertama.



Tabel 4.2 Proyeksi Pendapatan Berulang dari Pemeliharaan Tahunan

Tahun	Unit Baru	Unit Pemeliharaan	Pendapatan Hardware dan Jasa	Pendapatan Pemeliharaan
Tahun 1	5 unit	0 unit	Rp 68.250.000	Rp 0
Tahun 2	5 unit	5 unit	Rp 68.250.000	Rp 6.000.000
Tahun 3	7 unit	10 unit	Rp 95.550.000	Rp 12.000.000
Total	17 unit		Rp 232.050.000	Rp 18.000.000

Sumber: Diolah dari Dokumen 17 dan Dokumen 18

Pada tahun ketiga, dengan 10 unit dalam pemeliharaan, pendapatan dari pemeliharaan tahunan mencapai Rp 12.000.000. Pendapatan ini menjadi fondasi pendapatan berulang yang akan terus tumbuh seiring dengan bertambahnya basis pelanggan. Pada tahun-tahun berikutnya, ketika volume produksi ditingkatkan, pendapatan berulang ini akan menjadi komponen yang semakin signifikan dalam struktur pendapatan. Dengan demikian, model bisnis SWARM-Aerator memiliki keberlanjutan jangka panjang yang baik dan risiko yang lebih rendah dibandingkan model bisnis yang hanya mengandalkan penjualan satu kali.

4.5. Indikator Keuangan Kunci

Untuk mengevaluasi kelayakan finansial proyek secara lebih komprehensif, beberapa indikator keuangan kunci dihitung berdasarkan proyeksi arus kas selama tiga tahun dengan volume produksi bertahap. Indikator keuangan kunci tersebut meliputi margin kontribusi, rasio pendapatan berulang, dan proyeksi pertumbuhan pendapatan.

Tabel 4.3 Indikator Keuangan Kunci

Indikator Keuangan	Nilai	Keterangan
Margin Kontribusi per Unit	28,7% (Rp 3.700.000)	Menunjukkan setiap unit memberikan surplus positif
Rasio Pendapatan Berulang (Tahun 3)	11,2%	Pendapatan pemeliharaan mulai terbentuk
Pertumbuhan Pendapatan (Y1 ke Y2)	+8,8%	Pertumbuhan stabil tahun pertama ke kedua
Pertumbuhan Pendapatan (Y2 ke Y3)	+44,8%	Pertumbuhan signifikan tahun kedua ke ketiga

Sumber: Diolah dari Dokumen 17 dan Dokumen 18.

Margin kontribusi per unit sebesar 28,7 persen atau Rp 3.700.000 menunjukkan bahwa setiap unit yang terjual memberikan kontribusi positif yang sangat sehat bagi bisnis. Rasio pendapatan berulang pada tahun ketiga mencapai 11,2 persen, yang menunjukkan bahwa fondasi pendapatan jangka panjang mulai terbentuk. Pertumbuhan pendapatan dari tahun pertama ke tahun kedua sebesar 8,8 persen dan dari tahun kedua ke tahun ketiga sebesar 44,8 persen menunjukkan tren pertumbuhan yang positif dan semakin membaik. Akumulasi 17 unit terpasang dalam tiga tahun pertama merupakan basis pelanggan yang solid untuk pertumbuhan di masa mendatang.

Dengan demikian, meskipun volume produksi masih pada skala perintisan, indikator keuangan kunci menunjukkan bahwa model bisnis SWARM-Aerator memiliki fundamental yang sehat dan prospek pertumbuhan yang cerah. Setiap langkah yang diambil dalam tiga tahun pertama adalah investasi untuk membangun fondasi bisnis yang kokoh dan berkelanjutan.



4.6. Proyeksi Skalabilitas ke Depan

Setelah tiga tahun pertama dengan total 17 unit terpasang, SWARM-Aerator memiliki posisi yang kuat untuk melakukan ekspansi. Basis pelanggan yang telah terbukti puas dengan produk menjadi referensi berharga untuk menarik pelanggan baru. Data kinerja dari 17 unit yang telah beroperasi selama tiga tahun akan menjadi bukti lapangan yang sangat kuat untuk meyakinkan calon pembeli.

Dengan terjadinya peningkatan permintaan pasar dan akumulasi referensi yang kuat, volume produksi dapat ditingkatkan secara bertahap. Peningkatan volume ini akan semakin meningkatkan efisiensi produksi karena biaya tetap dapat tersebar pada lebih banyak unit, sehingga margin keuntungan meningkat secara signifikan. Dengan demikian, strategi produksi bertahap ini merupakan langkah awal yang cerdas untuk membangun bisnis yang berkelanjutan dan menguntungkan dalam jangka menengah hingga panjang.



5. VALIDASI PROSES BISNIS DENGAN MITRA (CO-VALIDATION BUSINESS)

5.1. Timeline Kolaborasi dengan CV Arrayyan Market Agro

Kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro telah berlangsung secara bertahap melalui serangkaian kegiatan yang terdokumentasi secara formal dalam delapan belas dokumen hilirisasi. Timeline kolaborasi ini menunjukkan bahwa proses bisnis tidak hanya direncanakan di atas kertas, tetapi telah dijalankan secara nyata bersama mitra. Tabel berikut menyajikan timeline kolaborasi lengkap dari awal hingga tahap komersialisasi.

Tabel 5.1 Timeline Kolaborasi dengan CV Arrayyan Market Agro

Tahap	Periode	Kegiatan	Dokumen	Status
Fase Riset Awal	2021–2023	Pengujian laboratorium, uji coba lingkungan terkontrol, pengembangan prototipe awal	Data dasar internal	Selesai
Fase Validasi Awal	2024–2025	Penerapan di masyarakat, pengenalan kepada pembudidaya, pengumpulan data lapangan awal	D1 MPIR, D2 VOC	Selesai
Co-Creation	April–Juni 2026	Focus Group Discussion kesepakatan kebutuhan produk, identifikasi masalah pasar, dan voice of customer bersama CV Arrayyan	D1 MPIR, D2 VOC, D3 FGD	Selesai
Co-Design	Juni 2026	Penyusunan Product Requirement Document, arsitektur sistem, spesifikasi produk, Design to Cost Analysis, dan studi kelayakan awal bersama CV Arrayyan	D4 PRD, D5 SAD, D6 PSD, D7 DTCA, D8 BFPR	Selesai
Co-Development	Juni 2026	Pengembangan prototipe industri sebanyak 5 unit, integrasi sistem di workshop CV Arrayyan, dan dokumentasi pengembangan	D9 PDR, D9A—D9G	Selesai
Co-Validation Laboratorium	Juni 2026	Validasi laboratorium dengan 11 paket pengujian, seluruh kriteria lulus	D10 LVR, D10A—D10K	Selesai
Co-Validation Lapangan	Juni-Juli 2026	Pilot lapangan selama 8 minggu di 2 Pokdakan binaan, instalasi, operasi, dan monitoring	D12 PDR, D13 OPR, D14 UAR, D15 IAR	Selesai
Commercialization Preparation	Juli 2026	Penyusunan Low Rate Initial Production, studi kelayakan final, dan Business Model Canvas	D16 LRIP, D17 FSF, D18 BMC	Selesai
Commercialization Action (Rencana)	Agustus–Desember 2026	Produksi LRIP batch pertama (sisas unit dari total 5 unit), penjualan perdana ke Pokdakan di wilayah Cirebon yang telah menyatakan minat beli,	D19	Direncanakan & Sedang Berjalan

		penyusunan Commercialization Dossier		
--	--	--------------------------------------	--	--

Sumber: Diolah dari seluruh dokumen D1 sampai D18

Penjelasan mengenai setiap tahap kolaborasi adalah sebagai berikut. Fase Riset Awal merupakan tahap di mana pengembangan SWARM-Aerator dimulai sejak tahun 2021, mencakup pengujian laboratorium, uji coba pada lingkungan terkontrol, dan pengembangan prototipe awal. Fase Validasi Awal pada tahun 2024–2025 merupakan tahap penerapan di masyarakat, pengenalan kepada pembudidaya, dan pengumpulan data lapangan awal yang menjadi dasar identifikasi masalah pasar dan voice of customer.

Tahap Co-Creation merupakan tahap awal kolaborasi formal dengan CV Arrayyan Market Agro di mana tim peneliti dan mitra bersama-sama mengidentifikasi masalah pasar, menggali kebutuhan pengguna, dan menyepakati kebutuhan produk melalui Focus Group Discussion atau FGD. Tahap Co-Design merupakan tahap di mana kebutuhan produk diterjemahkan menjadi spesifikasi teknis, arsitektur sistem, dan analisis biaya produksi. Tahap Co-Development merupakan tahap di mana prototipe industri dikembangkan dan diintegrasikan di workshop CV Arrayyan. Tahap Co-Validation Laboratorium merupakan tahap di mana prototipe diuji di laboratorium untuk memastikan seluruh fungsi berjalan sesuai spesifikasi.

Tahap Co-Validation Lapangan dilaksanakan pada Juni-Juli 2026, di mana prototipe diuji di lapangan selama delapan minggu di dua lokasi Pokdakan binaan. Tahap Commercialization Preparation dilaksanakan pada Juli 2026, di mana seluruh hasil validasi digunakan untuk menyusun rencana produksi awal, studi kelayakan final, dan model bisnis. Dokumen ini (D18) disusun pada Juli 2026 sebagai bagian akhir dari tahap Commercialization Preparation, berdasarkan data dan pengalaman pengembangan yang telah berlangsung sejak tahun 2021 serta kolaborasi yang telah terjalin antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro. Tahap Commercialization Action direncanakan pada Agustus–Desember 2026 untuk menyusun Commercialization Dossier sebagai dokumen induk komersialisasi.

5.2. Bukti Kesepakatan dan Kerja Sama Formal

Kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro didukung oleh berbagai bukti kesepakatan dan kerja sama formal yang terdokumentasi dalam dokumen-dokumen yang telah ditandatangani bersama. Bukti-bukti ini menunjukkan bahwa kedua belah pihak memiliki komitmen yang kuat untuk menjalankan proses hilirisasi secara bersama-sama.

Tabel 5.2 Bukti Kesepakatan dan Kerja Sama Formal

Bukti Kesepakatan	Deskripsi	Dokumen Referensi
Focus Group Discussion Kesepakatan Kebutuhan	Forum diskusi kelompok yang menghadirkan tim peneliti, CV Arrayyan, dan perwakilan Pokdakan untuk mengunci kebutuhan produk dan pembagian peran. Hasil FGD ditandatangani bersama sebagai kesepakatan awal.	D3 FGD
Berita Acara Pengembangan Prototipe	Dokumentasi formal penyelesaian pengembangan prototipe yang ditandatangani bersama oleh tim peneliti dan CV Arrayyan. Berita acara ini menyatakan bahwa prototipe telah selesai dan siap untuk divalidasi.	D9A BAP
Berita Acara Validasi Laboratorium	Dokumentasi formal kelulusan seluruh uji laboratorium yang ditandatangani bersama oleh tim peneliti dan CV Arrayyan. Berita	D10K BA

	acara ini menyatakan bahwa prototipe lulus seluruh pengujian dan layak untuk uji lapangan.	
Berita Acara Instalasi Pilot	Dokumentasi instalasi di 2 lokasi Pokdakan dengan checklist 10 item yang ditandatangani bersama oleh tim peneliti, CV Arrayyan, dan perwakilan Pokdakan. Berita acara ini menyatakan bahwa instalasi berhasil dan sistem siap dioperasikan.	D12 PDR
Rencana Low Rate Initial Production Bersama	Dokumen yang memuat Bill of Material, Standar Operasional Prosedur, dan Quality Control Checklist yang disusun bersama oleh tim peneliti dan CV Arrayyan sebagai dasar produksi awal.	D16 LRIP

Sumber: Diolah dari Dokumen D3, D9A, D10K, D12, dan D16.

Penjelasan mengenai setiap bukti kesepakatan adalah sebagai berikut. Focus Group Discussion atau FGD Kesepakatan Kebutuhan merupakan forum di mana tim peneliti, CV Arrayyan, dan perwakilan Pokdakan bersama-sama menyepakati kebutuhan produk, ruang lingkup pengembangan, dan pembagian peran masing-masing pihak. Berita Acara Pengembangan Prototipe merupakan dokumen yang menandai selesainya pengembangan prototipe fisik dan menyatakan bahwa prototipe siap untuk divalidasi. Berita Acara Validasi Laboratorium merupakan dokumen yang menandai selesainya validasi laboratorium dan menyatakan bahwa prototipe lulus seluruh pengujian. Berita Acara Instalasi Pilot merupakan dokumen yang menandai selesainya instalasi di dua lokasi Pokdakan dan menyatakan bahwa sistem siap dioperasikan. Rencana LRIP Bersama merupakan dokumen yang memuat seluruh persiapan produksi awal yang disusun bersama oleh tim peneliti dan CV Arrayyan.

Seluruh bukti kesepakatan dan kerja sama formal ini menunjukkan bahwa kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro tidak bersifat informal, melainkan didukung oleh dokumen-dokumen resmi yang telah ditandatangani bersama. Hal ini memberikan kepastian hukum dan komitmen yang kuat bagi kedua belah pihak untuk melanjutkan ke tahap komersialisasi.

5.3. Bukti Operasional Bisnis yang Telah Berjalan

Selain bukti kesepakatan formal, terdapat juga bukti operasional yang menunjukkan bahwa model bisnis SWARM-Aerator telah dijalankan secara nyata di lapangan. Bukti operasional ini mencakup aktivitas produksi, instalasi, pelatihan, monitoring lapangan, dan after-sales support yang telah dilakukan selama pilot lapangan.

Tabel 5.3 Bukti Operasional Bisnis yang Telah Berjalan

Aspek Operasional	Aktivitas yang Telah Berjalan	Hasil	Sumber
Produksi	Perakitan 5 unit prototipe industri di workshop CV Arrayyan dengan mengikuti Standar Operasional Prosedur	5 unit selesai dan lolos quality control internal	D9 PDR
Instalasi	Instalasi di 2 lokasi Pokdakan yang berbeda (kolam terpal dan kolam beton) dengan durasi kurang dari 1 hari per lokasi	Instalasi berhasil, seluruh unit terhubung ke Firebase dan aplikasi	D12 PDR
Pelatihan Operator	Pelatihan 8 orang operator non-teknis selama 2 sampai 3 jam per lokasi	Rata-rata waktu mandiri 12 menit, seluruh operator mampu mengoperasikan aplikasi	D14 UAR
Monitoring Lapangan	Operasi 8 minggu penuh 24 jam sehari 7 hari seminggu di 2 lokasi	Uptime 99,3 persen, data 8 minggu terekam lengkap	D13 OPR

	dengan interval pengiriman data 30 detik		
After-Sales Support	Kunjungan teknisi secara dwi-mingguan dan layanan dukungan melalui WhatsApp	100 persen alarm ditanggapi dalam waktu kurang dari 5 menit	D14 UAR
Pemasaran Awal	Pokdakan berfungsi sebagai demo site, testimoni dari operator dan supervisor	92 persen minat beli, skor kepuasan 4,47 dari 5,00	D14 UAR

Sumber: Diolah dari Dokumen D9, D12, D13, dan D14.

Catatan: Seluruh aktivitas operasional di atas merupakan bagian dari rangkaian Co-Validation Lapangan yang dilaksanakan pada Juni-Juli 2026. Aktivitas ini didasarkan pada data pengembangan sejak tahun 2021 dan kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro.

Penjelasan mengenai setiap bukti operasional adalah sebagai berikut. Pada aspek produksi, tim peneliti dan teknisi CV Arrayyan telah berhasil merakit 5 unit prototipe industri di workshop CV Arrayyan dengan mengikuti Standar Operasional Prosedur yang telah ditetapkan. Kelima unit prototipe tersebut lolos quality control internal dan siap untuk diuji. Pada aspek instalasi, tim teknis CV Arrayyan berhasil menginstal sistem di dua lokasi Pokdakan yang berbeda dengan durasi kurang dari satu hari per lokasi. Seluruh unit terhubung ke Firebase Realtime Database dan aplikasi AquaCare. Pada aspek pelatihan operator, tim peneliti dan CV Arrayyan berhasil melatih 8 orang operator non-teknis dalam waktu 2 sampai 3 jam per lokasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan operator untuk dapat menggunakan aplikasi secara mandiri adalah 12 menit. Pada aspek monitoring lapangan, sistem beroperasi selama 8 minggu penuh dengan uptime 99,3 persen dan seluruh data terekam lengkap. Pada aspek after-sales support, teknisi CV Arrayyan melakukan kunjungan secara dwi-mingguan dan menyediakan layanan dukungan melalui WhatsApp, dengan hasil 100 persen alarm ditanggapi dalam waktu kurang dari 5 menit. Pada aspek pemasaran awal, kedua lokasi pilot berfungsi sebagai demo site yang dapat dikunjungi oleh calon pembeli, dan testimoni dari operator dan supervisor berhasil dikumpulkan.

Seluruh bukti operasional ini menunjukkan bahwa model bisnis SWARM-Aerator telah dijalankan secara nyata di lapangan dan terbukti efektif. Dengan demikian, BMC ini bukan sekadar dokumen perencanaan, melainkan cerminan dari realitas operasional yang telah teruji.

5.4. Keputusan Bersama untuk Komersialisasi

Berdasarkan seluruh bukti kolaborasi dan validasi yang telah terkumpul, tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro telah sepakat untuk melanjutkan ke tahap komersialisasi. Keputusan ini didasarkan pada hasil positif dari seluruh tahap validasi, mulai dari validasi laboratorium, uji beta, pilot lapangan, hingga evaluasi penerimaan pengguna. Tabel berikut menyajikan keputusan bersama yang telah diambil dan dasar keputusan masing-masing.

Sejak selesainya penyusunan BMC ini, respons positif dari kegiatan Co-Validation Lapangan telah mendorong munculnya minat beli secara konkret. Beberapa Pokdakan di wilayah Cirebon yang telah mengikuti demonstrasi dan melihat langsung hasil pilot lapangan telah menyatakan ketertarikan untuk membeli unit SWARM-Aerator. CV Arrayyan Market Agro telah menerima pernyataan minat dari calon pembeli dan sedang memproses verifikasi akhir sebelum transaksi. Hal ini semakin memperkuat keputusan "Go to Komersialisasi" dan menjadi bukti awal bahwa produk memiliki daya tarik pasar yang nyata. Detail transaksi dan rencana ekspansi lebih lanjut akan dituangkan dalam Commercialization Dossier (D19) yang sedang disusun.

Tabel 5.4 Keputusan Bersama untuk Komersialisasi

Keputusan	Dasar Keputusan	Dokumen
Go to Low Rate Initial Production	Produk lulus seluruh uji laboratorium dan uji beta; Bill of Material dan Standar Operasional Prosedur siap; kapasitas produksi terverifikasi	D10 LVR, D11 BTR, D16 LRIP
Go to Komersialisasi	Data lapangan 8 minggu: penghematan energi 31,4 persen, survival rate naik 6,8 persen, payback period 14,8 bulan; penerimaan pengguna 4,47 dari 5,00; margin kontribusi per unit positif 28,7 persen	D13 OPR, D14 UAR, D17 FSF
Penetapan Harga dan Margin Final	Harga Pokok Produksi Rp 9.200.000, harga jual Rp 12.900.000, margin kontribusi 28,7 persen	D7 DTCA, D16 LRIP
Pembagian Peran dan Tanggung Jawab	CV Arrayyan bertanggung jawab atas produksi, distribusi, dan after-sales; Tim Peneliti bertanggung jawab atas riset dan pengembangan, kalibrasi, dan Hak Kekayaan Intelektual	D3 FGD, D16 LRIP

Sumber: Diolah dari Dokumen D3, D7, D10, D11, D12, D13, D14, D16, dan D17.

Penjelasan mengenai setiap keputusan adalah sebagai berikut. Keputusan Go to LRIP diambil karena produk telah lulus seluruh uji laboratorium yang terdokumentasi dalam Dokumen 10 dan uji beta yang terdokumentasi dalam Dokumen 11. Selain itu, Bill of Material, Standar Operasional Prosedur, dan Quality Control Checklist telah siap, dan kapasitas produksi workshop CV Arrayyan telah terverifikasi. Keputusan Go to Komersialisasi diambil karena data lapangan selama 8 minggu dari Co-Validation Lapangan (Juni-Juli 2026) menunjukkan hasil yang sangat positif, termasuk penghematan energi 31,4 persen, peningkatan survival rate 6,8 persen, dan payback period 14,8 bulan. Selain itu, evaluasi penerimaan pengguna menunjukkan skor kepuasan 4,47 dari 5,00 dan minat beli 92 persen. Margin kontribusi per unit sebesar 28,7 persen juga menjadi indikator kuat bahwa setiap unit yang terjual memberikan kontribusi positif bagi keberlanjutan bisnis. Keputusan Penetapan Harga dan Margin Final diambil berdasarkan Design to Cost Analysis pada Dokumen 7 dan finalisasi pada Dokumen 16, dengan HPP Rp 9.200.000, harga jual Rp 12.900.000, dan margin kontribusi 28,7 persen. Keputusan Pembagian Peran dan Tanggung Jawab diambil berdasarkan kesepakatan dalam FGD pada Dokumen 3 dan finalisasi dalam Commercialization Dossier pada Dokumen 19, dengan CV Arrayyan bertanggung jawab atas produksi, distribusi, dan after-sales, sedangkan tim peneliti bertanggung jawab atas riset dan pengembangan, kalibrasi, dan HKI. Keputusan Target LRIP Batch Pertama diambil berdasarkan perencanaan produksi pada Dokumen 16 dan Dokumen 18, dengan target 5 unit pada tahun pertama, 5 unit pada tahun kedua, dan 7 unit pada tahun ketiga sebagai strategi masuk pasar yang terukur dan progresif.

Dengan seluruh keputusan bersama ini, yang diambil pada Juli 2026 setelah seluruh tahap Co-Creation, Co-Design, Co-Development, Co-Validation Laboratorium, Co-Validation Lapangan, dan Commercialization Preparation selesai dilaksanakan, SWARM-Aerator siap memasuki tahap komersialisasi. Keputusan ini didukung oleh bukti-bukti yang kuat dari pengembangan yang telah berlangsung sejak tahun 2021, validasi lapangan yang telah dilakukan, dan kesepakatan yang telah dicapai oleh seluruh pihak yang terlibat dalam proses hilirisasi. Volume produksi yang terukur dan bertahap mencerminkan strategi bisnis yang cermat dalam membangun fondasi yang kokoh sebelum melakukan ekspansi yang lebih besar di masa mendatang. Seluruh proses perancangan, pengembangan, dan penyusunan dokumen dilakukan melalui kesepakatan dan kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro.

6. MATRIKS KETERKAITAN BMC DENGAN DOKUMEN 1—17

6.1. Tujuan dan Fungsi Matriks Keterkaitan

Matriks keterkaitan ini disusun untuk menunjukkan bahwa setiap elemen dalam Business Model Canvas memiliki landasan bukti yang kuat dari dokumen-dokumen sebelumnya. Fungsi utama matriks ini adalah memastikan traceability penuh antara model bisnis yang dirumuskan dengan data lapangan, analisis teknis, dan hasil validasi yang telah terdokumentasi dalam tujuh belas dokumen pertama. Dengan adanya matriks ini, setiap klaim, angka, dan asumsi dalam BMC dapat diverifikasi kebenarannya dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Matriks ini juga berfungsi sebagai alat komunikasi yang efektif untuk menunjukkan kepada pemangku kepentingan bahwa model bisnis SWARM-Aerator tidak dibangun di atas asumsi, melainkan di atas fondasi data yang kuat dan tervalidasi. Hal ini meningkatkan kredibilitas BMC di mata investor, mitra bisnis, dan pemerintah.

6.2. Matriks Keterkaitan per Elemen BMC

Tabel berikut menyajikan keterkaitan setiap elemen BMC dengan dokumen-dokumen sumber yang relevan. Setiap elemen dilengkapi dengan fakta kunci yang diambil dari dokumen sumber dan kontribusinya terhadap model bisnis.

Tabel 6.1 Matriks Keterkaitan BMC dengan Dokumen 1—17

Elemen BMC	Dokumen Referensi	Fakta Kunci yang Diambil	Kontribusi terhadap Model Bisnis
Customer Segments	D1 MPIR, D2 VOC, D3 FGD, D14 UAR	Profil 16 responden dari 2 lokasi pilot; 92 persen minat beli; lebih dari 4.200 Pokdakan aktif di Jawa Barat; lebih dari 120.000 unit aerator terpasang nasional	Memastikan produk menjawab kebutuhan pasar nyata dan memiliki pasar potensial yang besar
Value Propositions	D13 OPR, D14 UAR, D15 IAR, D17 FSF	Penghematan energi 31,4 persen (Rp 412.000/bulan); peningkatan survival rate 6,8 persen; fluktuasi DO turun 71,4 persen; reduksi emisi 638 kg CO ₂ e/unit/tahun	Memberikan nilai manfaat yang terukur dan terbukti di lapangan sebagai dasar pemasaran dan penjualan
Channels	D2 VOC, D12 PDR, D14 UAR	Jaringan distribusi Aerator SC CV Arrayyan telah aktif; instalasi di 2 lokasi Pokdakan berhasil dalam <1 hari; 100 persen responden menyatakan dukungan teknis mudah dijangkau	Memastikan produk dapat didistribusikan dan diinstal dengan efektif menggunakan kanal yang sudah ada
Customer Relationships	D14 UAR, D12 PDR	Pelatihan operator rata-rata 12 menit; 0 penolakan kritis; 100 persen operator mandiri pada minggu ke-6; skor kemudahan penggunaan 4,6 dari 5,0	Membangun hubungan pelanggan yang kuat melalui pelatihan efektif dan dukungan berkelanjutan
Revenue Streams	D7 DTCA, D16 LRIP, D17 FSF	Harga jual Rp 12.900.000; HPP Rp 9.200.000; margin kontribusi 28,7 persen (Rp 3.700.000/unit); maintenance Rp 1.200.000/unit/tahun	Menciptakan model pendapatan terdiversifikasi dengan margin kontribusi positif dan pendapatan berulang

Key Resources	D9 PDR, D10 LVR, D16 LRIP	Workshop CV Arrayyan dengan 2 teknisi; kapasitas produksi terverifikasi; SOP 10 tahap; IP firmware TKT 7+; Firebase 99,1 persen delivery	Menyediakan sumber daya yang diperlukan untuk produksi dan operasional bisnis
Key Activities	D11 BTR, D12 PDR, D16 LRIP	Produksi terstandar melalui SOP 10 tahap; QC 18 item per unit; kalibrasi tervalidasi; instalasi <1 hari per lokasi	Menjamin kualitas produk dan kelancaran operasional melalui aktivitas yang terstandarisasi
Key Partnerships	D3 FGD, D12 PDR, D15 IAR	MoA IPB dengan CV Arrayyan telah ditandatangani; Pokdakan pilot sebagai anchor customer; KKP sebagai pembiaya riset; Dinas Perikanan sebagai fasilitator potensial	Membangun ekosistem bisnis yang kuat melalui kemitraan strategis dengan berbagai pihak
Cost Structure	D7 DTCA, D16 LRIP, D17 FSF	HPP Rp 9.200.000; biaya tetap Rp 8.500.000/bulan; sensor 31 persen dari HPP; margin kontribusi positif 28,7 persen	Memastikan struktur biaya terkendali dan setiap unit memberikan kontribusi positif

Sumber: Diolah dari seluruh dokumen D1 sampai D17.

6.3. Alur Traceability dari Dokumen ke BMC

Untuk memudahkan pemahaman tentang bagaimana setiap dokumen berkontribusi terhadap BMC, berikut disajikan alur traceability yang menunjukkan peran masing-masing dokumen dalam membangun model bisnis.

Tabel 6.2 Alur Traceability Dokumen ke BMC

Kelompok Dokumen	Kode Dokumen	Kontribusi terhadap BMC
Co-Creation	D1 MPIR, D2 VOC, D3 FGD	Membangun pemahaman tentang Customer Segments dan Value Propositions berdasarkan masalah nyata dan kebutuhan pengguna
Co-Design	D4 PRD, D5 SAD, D6 PSD, D7 DTCA, D8 BFPR	Menetapkan Key Resources, Key Activities, Cost Structure, dan Revenue Streams melalui spesifikasi teknis dan analisis biaya
Co-Development	D9 PDR, D9A D9G	Memvalidasi Key Resources dan Key Activities melalui pengembangan prototipe dan dokumentasi teknis
Co-Validation Laboratorium	D10 LVR, D10A D10K	Memperkuat Key Resources dan Value Propositions melalui validasi teknis dan pengukuran kinerja
Co-Validation Lapangan	D12 PDR, D13 OPR, D14 UAR, D15 IAR	Memvalidasi seluruh elemen BMC melalui data lapangan, penerimaan pengguna, dan pengukuran dampak
Commercialization Preparation	D16 LRIP, D17 FSF	Memfinalisasi Cost Structure, Revenue Streams, dan Key Activities melalui perencanaan produksi dan analisis kelayakan

Sumber: Diolah dari seluruh dokumen D1 sampai D17.



Alur traceability di atas menunjukkan bahwa BMC dibangun secara bertahap dari dokumen-dokumen sebelumnya. Setiap kelompok dokumen memberikan kontribusi spesifik yang saling melengkapi, sehingga BMC yang dihasilkan memiliki fondasi yang kuat dan komprehensif.

6.4. Verifikasi Keterkaitan Data dan Angka

Untuk memastikan bahwa setiap angka dalam BMC dapat dipertanggungjawabkan, berikut disajikan verifikasi keterkaitan data dan angka kunci dengan dokumen sumbernya.

Tabel 6.3 Verifikasi Keterkaitan Data dan Angka Kunci

Data/Angka dalam BMC	Nilai	Dokumen Sumber	Bagian dalam Dokumen Sumber
Harga Pokok Produksi	Rp 9.200.000	D7 DTCA, D16 LRIP	Bagian 5 dan Bagian 4
Harga Jual	Rp 12.900.000	D7 DTCA, D16 LRIP	Bagian 6 dan Bagian 8
Margin Kontribusi	28,7% (Rp 3.700.000)	D7 DTCA, D16 LRIP	Bagian 6 dan Bagian 8
Penghematan Energi	31,4% (Rp 412.000/bulan)	D13 OPR	Bagian 4
Peningkatan Survival Rate	6,8%	D13 OPR	Bagian 5
Skor Kepuasan Pengguna	4,47/5,00	D14 UAR	Bagian 5
Minat Beli	92%	D14 UAR	Bagian 8
Reduksi Emisi CO ₂ e	638 kg/unit/tahun	D15 IAR	Bagian 6
Biaya Tetap Operasional	Rp 8.500.000/bulan	D17 FSF	Bagian 4

Sumber: Diolah dari dokumen D7, D13, D14, D15, D16, dan D17.



7. STRATEGI HILIRISASI DAN EKOSISTEM BISNIS

7.1. Model Hilirisasi SWARM-Aerator

7.1.1. Dasar Pemikiran Model Hilirisasi

Model hilirisasi SWARM-Aerator dirancang berdasarkan prinsip kolaborasi lintas sektor yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan dalam rantai nilai, mulai dari hulu hingga hilir. Model ini terinspirasi dari pola hilirisasi yang telah terbukti efektif pada program-program serupa, namun disesuaikan dengan karakteristik spesifik SWARM-Aerator yang mencakup aspek teknologi, pasar, dan kebijakan perikanan.

Berbeda dengan model hilirisasi yang bersifat linier dan top-down, model SWARM-Aerator menerapkan pendekatan jaringan yang memungkinkan umpan balik dan iterasi antar pemangku kepentingan. Pendekatan ini memastikan bahwa produk yang dikembangkan selalu selaras dengan kebutuhan pasar dan mendapatkan dukungan dari seluruh pihak yang terlibat.

7.1.2. Struktur Model Hilirisasi

Model hilirisasi SWARM-Aerator terdiri dari enam lapisan pemangku kepentingan yang saling terhubung dan memiliki peran yang jelas. Keenam lapisan tersebut adalah Kementerian Kelautan dan Perikanan sebagai pengarah kebijakan, akademisi sebagai pelaksana riset dan pengembangan, inventor atau tim peneliti sebagai pemilik kekayaan intelektual, CV Arrayyan Market Agro sebagai mitra industri yang bertanggung jawab atas produksi dan distribusi, Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat daerah, serta Pokdakan dan pembudidaya sebagai pengguna akhir sekaligus validator lapangan.

Struktur ini dirancang untuk menciptakan alur yang efisien dari riset hingga pasar, dengan setiap lapisan memiliki tanggung jawab yang jelas dan saling melengkapi. Kementerian Kelautan dan Perikanan menyediakan pendanaan dan legitimasi kebijakan, akademisi menyediakan riset dan pengembangan, inventor menyediakan kekayaan intelektual dan spesifikasi teknis, CV Arrayyan menyediakan produksi dan distribusi, Dinas Perikanan menyediakan fasilitasi di tingkat daerah, dan Pokdakan menyediakan validasi lapangan serta referensi pasar.

7.1.3. Alur Hilirisasi dan Mekanisme Umpan Balik

Alur hilirisasi dalam model SWARM-Aerator dimulai dari identifikasi masalah pasar yang dilakukan melalui observasi lapangan dan Focus Group Discussion dengan Pokdakan dan CV Arrayyan. Hasil identifikasi ini menjadi dasar bagi perumusan kebutuhan produk dan spesifikasi teknis yang dilakukan oleh tim peneliti bersama CV Arrayyan.

Setelah spesifikasi teknis ditetapkan, tim peneliti mengembangkan prototipe yang kemudian divalidasi di laboratorium dan di lapangan. Hasil validasi digunakan untuk menyempurnakan produk sebelum memasuki tahap produksi awal. Pada tahap produksi, CV Arrayyan bertanggung jawab atas manufaktur dengan mengikuti standar operasional prosedur yang telah ditetapkan.

Setelah produk dipasarkan, umpan balik dari pengguna dikumpulkan melalui mekanisme survei kepuasan, kunjungan teknis, dan komunikasi langsung. Umpan balik ini menjadi masukan bagi tim peneliti dan CV Arrayyan untuk melakukan perbaikan produk dan layanan secara berkelanjutan. Dengan mekanisme umpan balik ini, model hilirisasi SWARM-Aerator bersifat dinamis dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan pasar.



7.1.4. Diagram Model Hilirisasi

Berikut adalah representasi visual dari model hilirisasi SWARM-Aerator yang menggambarkan alur hubungan dan peran masing-masing pemangku kepentingan.

Tingkat Nasional:

Kementerian Kelautan dan Perikanan berperan sebagai pengarah kebijakan. Kementerian memberikan legitimasi kebijakan yang memungkinkan produk diadopsi dalam program-program nasional. Keterlibatan Kementerian diupayakan akan bersinergi pada tahap Commercialization Preparation.

Tingkat Akademik:

Akademisi dari IPB University berperan sebagai pelaksana riset dan pengembangan. Akademisi bertanggung jawab atas pengembangan firmware dan aplikasi, kalibrasi sensor, serta pengelolaan Hak Kekayaan Intelektual. Akademisi juga menjadi mitra dalam pelatihan teknis dan pendampingan lapangan.

Tingkat Peneliti:

Tim peneliti atau inventor SWARM-Aerator berperan sebagai pemilik kekayaan intelektual yang mencakup firmware, algoritma, dan metodologi. Tim peneliti bertanggung jawab atas spesifikasi teknis produk dan melakukan supervisi terhadap proses produksi awal. Tim peneliti juga terlibat dalam validasi lapangan dan pengumpulan data kinerja.

Tingkat Industri:

CV Arrayyan Market Agro berperan sebagai mitra industri yang menjadi motor utama komersialisasi. CV Arrayyan bertanggung jawab atas manufaktur, quality control, distribusi, instalasi, after-sales, dan pemasaran. CV Arrayyan memanfaatkan workshop yang dimiliki, sumber daya manusia teknis, dan jaringan distribusi Aerator SC yang sudah ada untuk menjalankan perannya.

Tingkat Daerah:

Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota berperan sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat daerah. Dinas Perikanan memfasilitasi akses ke Pokdakan binaan, memberikan dukungan kebijakan untuk adopsi teknologi, dan berpotensi menjadi mitra dalam program percontohan yang didanai oleh anggaran daerah.

Tingkat Pengguna:

Pokdakan dan pembudidaya berperan sebagai pengguna akhir sekaligus validator lapangan. Pokdakan menyediakan akses kolam untuk pilot, berpartisipasi dalam pengujian dan evaluasi, memberikan umpan balik untuk perbaikan produk, dan menjadi referensi bagi calon pembeli melalui testimoni dan demonstrasi.

7.2. Peran Masing-Masing Pihak dalam Ekosistem

7.2.1. Peran Kementerian Kelautan dan Perikanan

Kementerian Kelautan dan Perikanan memiliki peran strategis dalam ekosistem bisnis SWARM-Aerator sebagai pengarah kebijakan. Kontribusi Kementerian yang diharapkan adalah memberikan legitimasi kebijakan yang memperkuat posisi produk di mata pemangku kepentingan lainnya serta membuka akses ke program-program prioritas nasional.



Hak yang diterima Kementerian dari keterlibatannya adalah laporan pemetaan yang mendokumentasikan hasil distribusi dan kontribusi produk terhadap program prioritas nasional, seperti peningkatan produktivitas akuakultur, transformasi digital perikanan, efisiensi energi, dan penguatan UMKM serta Pokdakan.

7.2.2. Peran Akademisi

Akademisi dari IPB University dan Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon memiliki peran sebagai pelaksana riset dan pengembangan. Kontribusi utama akademisi adalah kekayaan intelektual berupa firmware AIoT yang mengendalikan seluruh logika sistem, metodologi kalibrasi yang memastikan akurasi sensor, dan akses ke basis riset serta data yang mendukung pengembangan produk.

Hak yang diterima akademisi adalah royalti Hak Kekayaan Intelektual sebesar 5 persen dari net revenue hardware, branding kolaborasi yang meningkatkan reputasi institusi, dan dana riset lanjutan yang memungkinkan pengembangan produk di masa mendatang.

Kemitraan ini terjalin melalui kerangka kerja sama penelitian yang telah disepakati antara perguruan tinggi dan CV Arrayyan Market Agro. Kemitraan ini memastikan bahwa produk terus berkembang dan didukung oleh basis ilmiah yang kuat.

7.2.3. Peran Tim Peneliti dan Inventor

Tim peneliti atau inventor SWARM-Aerator memiliki peran sebagai pemilik kekayaan intelektual dan penanggung jawab teknis produk. Kontribusi utama tim peneliti adalah firmware dan algoritma kontrol yang menjadi inti dari sistem, metodologi kalibrasi yang memastikan kualitas data, dan pengalaman dalam validasi teknis dan lapangan.

Hak yang diterima tim peneliti adalah royalti Hak Kekayaan Intelektual sebesar 5 persen dari net revenue hardware, hak untuk menggunakan hasil penelitian untuk publikasi ilmiah, dan rekam jejak hilirisasi yang memperkuat portofolio riset.

Tim peneliti juga bertanggung jawab atas pengembangan firmware dan aplikasi secara berkelanjutan, pelatihan teknis CV Arrayyan, dan pendampingan dalam proses produksi awal.

7.2.4. Peran CV Arrayyan Market Agro

CV Arrayyan Market Agro memiliki peran sebagai motor utama komersialisasi. Peran CV Arrayyan mencakup manufaktur yang dilakukan di workshop dengan kapasitas produksi terverifikasi, quality control dengan 18 item pemeriksaan per unit, distribusi melalui jaringan Aerator SC yang sudah ada, instalasi di lokasi pelanggan dengan durasi kurang dari satu hari, after-sales yang mencakup maintenance tahunan dan dukungan teknis, serta pemasaran melalui berbagai kanal yang telah diuji.

Kontribusi CV Arrayyan meliputi workshop dan peralatan produksi, sumber daya manusia teknisi yang terlatih, jaringan distribusi Aerator SC yang telah memiliki basis pelanggan, dan modal kerja untuk produksi awal.

Hak yang diterima CV Arrayyan adalah margin hardware sebesar 28,7 persen atau Rp 3.700.000 per unit, pendapatan dari jasa instalasi dan pelatihan sebesar Rp 750.000 per unit, pendapatan dari maintenance tahunan sebesar Rp 1.200.000 per unit per tahun, dan hak produksi eksklusif untuk produk SWARM-Aerator.

7.2.5. Peran Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota

Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota memiliki peran sebagai fasilitator program dan regulasi di tingkat daerah. Kontribusi utama Dinas Perikanan adalah akses ke jaringan Pokdakan di wilayah kabupaten atau kota, dukungan kebijakan yang memudahkan adopsi produk, dan potensi pendanaan untuk program percontohan melalui anggaran daerah.

Hak yang diterima Dinas Perikanan adalah program percontohan yang dapat meningkatkan kinerja Pokdakan binaan, data kinerja yang dapat digunakan untuk evaluasi program, dan peningkatan kapasitas Pokdakan melalui adopsi teknologi.

Kemitraan ini masih dalam tahap pengembangan, namun memiliki potensi yang sangat besar untuk memperluas jangkauan pemasaran dan meningkatkan adopsi produk di tingkat daerah.

7.2.6. Peran Pokdakan dan Pembudidaya

Pokdakan dan pembudidaya memiliki peran sebagai pengguna akhir sekaligus validator lapangan. Kontribusi utama Pokdakan adalah akses ke kolam dan fasilitas budidaya untuk pilot, partisipasi dalam pengujian dan evaluasi produk, pemberian umpan balik untuk perbaikan produk, dan menjadi referensi bagi calon pembeli melalui testimoni dan demonstrasi.

Hak yang diterima Pokdakan adalah prioritas harga untuk pembelian unit SWARM-Aerator, dukungan teknis yang intensif dari tim peneliti dan CV Arrayyan, dan status sebagai lokasi percontohan yang meningkatkan reputasi kelompok.

Kemitraan dengan Pokdakan telah terjalin melalui pilot lapangan selama delapan minggu di dua lokasi. Hasil pilot ini terdokumentasi dalam Dokumen 12, 13, 14, dan 15, dan menjadi dasar bagi seluruh klaim kinerja yang disampaikan dalam dokumen-dokumen sebelumnya.

7.3. Skema Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

7.3.1. Prinsip Dasar Pengelolaan HKI

Pengelolaan Hak Kekayaan Intelektual atau HKI dalam ekosistem SWARM-Aerator didasarkan pada prinsip keadilan, transparansi, dan keberlanjutan. Seluruh pihak yang berkontribusi dalam pengembangan produk mendapatkan hak yang sesuai dengan kontribusinya. Prinsip keadilan memastikan bahwa tidak ada pihak yang dirugikan dalam pemanfaatan HKI. Prinsip transparansi memastikan bahwa seluruh ketentuan HKI diketahui dan disepakati oleh semua pihak. Prinsip keberlanjutan memastikan bahwa pengelolaan HKI mendukung pertumbuhan bisnis jangka panjang dan tidak menghambat inovasi.

7.3.2. Jenis HKI dan Kepemilikannya

Terdapat lima jenis HKI yang diidentifikasi dalam ekosistem SWARM-Aerator. Jenis pertama adalah paten sistem AIoT SWARM yang mencakup algoritma kontrol dan arsitektur sistem. Kepemilikan paten berada di tangan universitas dengan inventor dari tim peneliti. Skema penggunaannya adalah lisensi eksklusif produksi kepada CV Arrayyan dengan royalti total 10 persen dari net revenue hardware (pendapatan bersih setelah dikurangi HPP dan biaya instalasi), yang dialokasikan 5 persen kepada akademisi/inventor dan 5 persen kepada institusi pengelola HKI. Royalti ini dihitung per unit yang terjual dan dibayarkan setiap triwulan. Perhitungannya: $10\% \times (\text{Harga Jual} - \text{HPP} - \text{Biaya Instalasi}) = 10\% \times (\text{Rp } 12.900.000 - \text{Rp } 9.200.000 - \text{Rp } 750.000) = 10\% \times \text{Rp } 2.950.000 = \text{Rp } 295.000$ per unit. Dengan demikian, margin bersih CV Arrayyan setelah royalti adalah $\text{Rp } 3.700.000 - \text{Rp } 295.000 = \text{Rp } 3.405.000$ per unit (26,4% dari harga jual).



Jenis kedua adalah merek SWARM-Aerator yang menjadi identitas produk di pasar. Kepemilikan merek bersifat bersama antara universitas dan CV Arrayyan. Merek digunakan pada semua produk dan keputusan branding dilakukan secara bersama.

Jenis ketiga adalah desain industri produk yang mencakup bentuk fisik dan estetika produk. Kepemilikan desain industri berada di tangan CV Arrayyan Market Agro dengan hak penuh atas desain fisik produk dan kemasan.

Jenis keempat adalah hak cipta atas firmware dan aplikasi yang merupakan kode program yang dikembangkan oleh tim peneliti. Kepemilikan hak cipta berada di tangan universitas dengan lisensi penggunaan kepada CV Arrayyan untuk keperluan produksi dan distribusi. Pembaruan dan pengembangan dilakukan secara bersama.

Jenis kelima adalah data lapangan yang terkumpul dari Dokumen 1 sampai 18. Kepemilikan data bersifat bersama antara universitas dan CV Arrayyan. Data digunakan untuk pengembangan produk, pemasaran, dan publikasi ilmiah.

7.3.3. Skema Lisensi dan Royalti

Skema lisensi dan royalti dirancang untuk memberikan insentif bagi seluruh pihak yang terlibat dalam pengembangan dan komersialisasi produk. Berikut adalah rincian skema lisensi dan royalti untuk masing-masing jenis HKI.

Paten sistem AIoT SWARM diberikan dalam bentuk lisensi eksklusif kepada CV Arrayyan untuk keperluan produksi dan penjualan produk. Royalti yang dibayarkan adalah 5 persen dari net revenue hardware atau pendapatan bersih dari penjualan hardware. Pembayaran royalti dilakukan per unit yang terjual dengan periode pembayaran triwulanan.

Merek SWARM-Aerator digunakan bersama oleh universitas dan CV Arrayyan. Keputusan tentang penggunaan merek, termasuk perubahan desain atau perluasan ke produk lain, dilakukan secara bersama melalui mekanisme yang disepakati.

Desain industri produk menjadi hak penuh CV Arrayyan, namun universitas mendapatkan hak untuk menggunakan desain untuk keperluan publikasi dan presentasi ilmiah.

Hak cipta atas firmware dan aplikasi dilisensikan kepada CV Arrayyan untuk keperluan produksi dan distribusi. Pembaruan firmware dilakukan secara bersama dengan biaya pengembangan yang ditanggung bersama sesuai kesepakatan.

Data lapangan dapat digunakan oleh kedua belah pihak untuk kepentingan masing-masing, namun publikasi data untuk keperluan ilmiah harus mendapatkan persetujuan dari kedua belah pihak.

7.3.4. Mekanisme Penyelesaian Sengketa HKI

Untuk mengantisipasi potensi sengketa HKI, telah disiapkan mekanisme penyelesaian yang jelas. Tahap pertama adalah mediasi yang dilakukan secara internal oleh kedua belah pihak dengan melibatkan pihak ketiga yang netral jika diperlukan. Tahap kedua adalah arbitrase yang dilakukan jika mediasi tidak mencapai kesepakatan. Tahap ketiga adalah jalur hukum yang ditempuh jika arbitrase tidak menyelesaikan sengketa.

Seluruh ketentuan tentang mekanisme penyelesaian sengketa ini akan dituangkan dalam Perjanjian Lisensi dan Partnership Agreement yang ditandatangani oleh kedua belah pihak.



7.3.5. Strategi Perlindungan HKI Jangka Panjang

Untuk memastikan perlindungan HKI jangka panjang, beberapa strategi akan diterapkan. Strategi pertama adalah pendaftaran paten di Indonesia dan negara-negara target ekspor untuk mencegah duplikasi oleh pesaing. Strategi kedua adalah pendaftaran merek di kelas yang relevan untuk melindungi identitas produk. Strategi ketiga adalah perlindungan rahasia dagang untuk formula kalibrasi dan parameter teknis yang tidak dipatenkan. Strategi keempat adalah pembaruan berkala atas hak cipta untuk mengikuti perkembangan teknologi. Strategi kelima adalah pemantauan pasar untuk mendeteksi potensi pelanggaran HKI.

Dengan strategi perlindungan HKI yang komprehensif ini, SWARM-Aerator akan memiliki competitive moat yang kuat dan posisi pasar yang terlindungi dari persaingan tidak sehat.

8. ANALISIS SWOT BISNIS

8.1. Matriks SWOT

8.1.1. Tujuan dan Metodologi Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan alat perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan atau strengths, kelemahan atau weaknesses, peluang atau opportunities, dan ancaman atau threats yang dihadapi oleh suatu organisasi atau proyek bisnis. Dalam konteks SWARM-Aerator, analisis SWOT disusun untuk memberikan gambaran komprehensif tentang posisi bisnis secara internal maupun eksternal, sehingga dapat dirumuskan strategi yang tepat untuk memaksimalkan potensi dan meminimalkan risiko.

Analisis SWOT ini didasarkan pada seluruh data dan temuan yang telah terdokumentasi dalam delapan belas dokumen sebelumnya, mulai dari identifikasi masalah pasar, validasi teknis dan lapangan, hingga perencanaan produksi dan bisnis. Dengan demikian, analisis ini tidak bersifat spekulatif, melainkan berakar pada bukti-bukti empiris yang telah terkumpul.

8.1.2. Matriks SWOT SWARM-Aerator

Gambar 8.1 berikut menyajikan matriks SWOT SWARM-Aerator yang terdiri dari empat kuadran, yaitu kekuatan internal, kelemahan internal, peluang eksternal, dan ancaman eksternal. Setiap elemen dalam matriks ini dilengkapi dengan data pendukung dan implikasi bagi strategi bisnis.

8.1.3. Interpretasi Matriks SWOT

Berdasarkan matriks SWOT di atas, dapat diidentifikasi beberapa poin strategis yang menjadi fokus utama dalam pengembangan bisnis SWARM-Aerator.

Kekuatan Utama yang Harus Dipertahankan

Kekuatan utama SWARM-Aerator terletak pada proposisi nilai yang kuat dan terukur. Penghematan energi 31,4 persen, peningkatan survival rate 6,8 persen, dan reduksi emisi 638 kg CO₂e per unit per tahun adalah bukti nyata yang menjadi amunisi utama dalam pemasaran dan penjualan. Model pendapatan yang terdiversifikasi dengan margin kontribusi 28,7 persen per unit juga menjadi fondasi keuangan yang sehat. Validasi pasar yang kredibel dengan skor kepuasan 4,47 dari 5,00 dan minat beli 92 persen semakin memperkuat posisi produk di mata calon pembeli. Kesiapan operasional dengan SOP dan QC yang terstandarisasi, serta kemitraan strategis dengan CV Arrayyan, KKP, Dinas Perikanan, dan akademisi, menjadikan ekosistem bisnis SWARM-Aerator kokoh dan siap beroperasi.

Kelemahan yang Harus Diatasi

Kelemahan utama yang perlu mendapat perhatian adalah ketergantungan pada komponen impor yang menyumbang 27 persen dari HPP. Risiko fluktuasi nilai tukar dan gangguan rantai pasok dapat diantisipasi melalui diversifikasi pemasok dan pembentukan stok buffer. Skala produksi awal yang terbatas (5, 5, 7 unit) juga menjadi tantangan karena biaya tetap belum dapat tersebar secara optimal. Namun, pendekatan bertahap ini merupakan strategi yang cermat untuk membangun fondasi yang kokoh sebelum ekspansi. Keterbatasan sumber daya pemasaran juga perlu diatasi dengan pengembangan strategi digital marketing dan pemanfaatan kanal distribusi CV Arrayyan yang sudah ada.



Peluang yang Harus Dimanfaatkan

Peluang terbesar datang dari pasar akuakultur yang berkembang pesat dengan lebih dari 4.200 Pokdakan aktif di Jawa Barat dan lebih dari 120.000 unit aerator terpasang secara nasional. Dukungan program pemerintah dari KKP dan Dinas Perikanan membuka akses ke pasar institusional yang besar. Potensi ekspansi geografis ke Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sumatera Selatan, serta aplikasi pada komoditas lain seperti udang dan patin, memberikan ruang pertumbuhan yang signifikan. Pendapatan dari data analitik dan pengembangan produk generasi berikutnya juga menjadi peluang jangka panjang yang menjanjikan.

Ancaman yang Harus Diantisipasi

Ancaman utama adalah persaingan dari produk serupa buatan luar negeri dengan harga lebih murah, meskipun tanpa dukungan teknis lokal dan data kinerja lapangan. Diferensiasi melalui layanan purna jual, kompatibilitas dengan Aerator SC, dan data kinerja lapangan menjadi strategi utama untuk menghadapi ancaman ini. Fluktuasi nilai tukar dan harga komponen dapat diantisipasi melalui kontrak pasokan jangka panjang dan stok buffer. Risiko adopsi yang lambat dapat dikurangi melalui program demo gratis dan pendampingan intensif. Perlindungan HKI yang kuat juga menjadi benteng penting untuk mencegah produk tiruan.

8.2. Strategi Mitigasi Risiko

8.2.1. Pendekatan Mitigasi Risiko

Strategi mitigasi risiko disusun berdasarkan identifikasi ancaman dan kelemahan dalam matriks SWOT. Pendekatan yang digunakan adalah proaktif dan terstruktur, dengan mengutamakan pencegahan dan kesiapan menghadapi potensi risiko. Setiap risiko dianalisis berdasarkan probabilitas terjadinya dan dampaknya terhadap bisnis, kemudian dirumuskan strategi mitigasi yang sesuai.

8.2.2. Matriks Strategi Mitigasi Risiko

Gambar 8.2 berikut menyajikan identifikasi risiko, probabilitas, dampak, dan strategi mitigasi untuk setiap risiko yang teridentifikasi.

8.2.3. Implementasi Strategi Mitigasi Risiko

Implementasi strategi mitigasi risiko dilakukan melalui beberapa pendekatan yang saling melengkapi.

Pendekatan Proaktif

Pendekatan proaktif dilakukan dengan mengantisipasi risiko sebelum terjadi. Contohnya adalah pemesanan komponen 8 minggu lebih awal untuk mengantisipasi keterlambatan pengadaan, pembentukan stok buffer, dan identifikasi pemasok alternatif. Pendekatan ini memerlukan perencanaan yang matang dan koordinasi yang baik antara tim produksi dan tim pengadaan.

Pendekatan Korektif

Pendekatan korektif dilakukan dengan menyiapkan mekanisme respons cepat ketika risiko terjadi. Contohnya adalah penyediaan cadangan teknisi jika terjadi keterbatasan kapasitas produksi, dan prosedur darurat untuk penggantian komponen jika terjadi kegagalan pasokan. Pendekatan ini memerlukan kesiapan operasional dan ketersediaan sumber daya cadangan.

Pendekatan Kolaboratif

Pendekatan kolaboratif dilakukan dengan melibatkan mitra dan pemangku kepentingan dalam mitigasi risiko. Contohnya adalah kerja sama dengan pemasok untuk negosiasi harga jangka panjang, kerja sama dengan Dinas Perikanan untuk program percontohan, dan kerja sama dengan akademisi untuk pengembangan produk yang berkelanjutan. Pendekatan ini memperkuat ekosistem bisnis dan menciptakan resiliensi bersama.

8.2.4. Evaluasi dan Pembaruan Strategi Mitigasi Risiko

Strategi mitigasi risiko tidak bersifat statis, melainkan dievaluasi dan diperbarui secara berkala. Evaluasi dilakukan setiap tahun atau ketika terjadi perubahan signifikan dalam lingkungan bisnis. Evaluasi mencakup efektivitas strategi yang telah dijalankan, munculnya risiko baru, dan perubahan probabilitas serta dampak dari risiko yang ada.

Pembaruan strategi mitigasi risiko dilakukan berdasarkan hasil evaluasi dan masukan dari seluruh pemangku kepentingan. Hasil evaluasi dan pembaruan ini didokumentasikan dan menjadi bagian dari perencanaan bisnis tahunan.

8.2.5. Kesimpulan Strategi Mitigasi Risiko

Dengan strategi mitigasi risiko yang komprehensif dan terstruktur, SWARM-Aerator memiliki kemampuan yang baik untuk mengantisipasi dan mengatasi berbagai tantangan yang mungkin muncul dalam perjalanan bisnis. Pendekatan proaktif, korektif, dan kolaboratif yang diterapkan memastikan bahwa risiko dapat dikelola dengan efektif tanpa mengganggu kelancaran operasional dan pertumbuhan bisnis.

Meskipun terdapat beberapa risiko yang perlu diantisipasi, secara keseluruhan profil risiko SWARM-Aerator tergolong terkendali. Probabilitas risiko kritis tergolong rendah hingga sedang, dan strategi mitigasi yang telah disusun memberikan perlindungan yang memadai. Dengan demikian, bisnis SWARM-Aerator memiliki fondasi yang kuat untuk tumbuh dan berkembang secara berkelanjutan.



Gambar 8.1 Matriks SWOT SWARM-Aerator

Sumber: Diolah dari seluruh dokumen D1 sampai D18.

REGISTER RISIKO & STRATEGI MITIGASI

No	Risiko	Probabilitas	Dampak	Strategi Mitigasi	Dokumen Referensi
1	Keterlambatan Pengadaan Sensor Impor	Sedang	Tinggi	- Pemesanan komponen 8 minggu lebih awal dari jadwal produksi - Pembentukan stok buffer minimal 20% dari kebutuhan - Identifikasi dan kualifikasi pemasok lokal alternatif untuk sensor yang memiliki kualitas setara	D16 LRIP
2	Kenaikan Harga Komponen Elektronik	Sedang	Sedang	- Pencantuman klausul penyesuaian harga dalam kontrak dengan pemasok - Margin kontribusi 28,7% memberikan buffer hingga 15% kenaikan HPP - Negosiasi harga jangka panjang dengan pemasok	D7 DTCA, D17 FSF
3	Kapasitas Produksi Terbatas	Rendah	Sedang	- Standar Operasional Prosedur produksi terstandarisasi - Pelatihan teknis baru cepat: tambah 1 teknis jika pesanan > 10 unit/tahun - Optimalisasi shift kerja	D16 LRIP
4	Persaingan dari Produk Impor	Sedang	Sedang	- Diferensiasi: dukungan teknis lokal, kompatibilitas Aerator SC, antarmuka bahasa Indonesia, data kinerja tervalidasi - Membangun ekosistem komunitas pengguna yang kuat	D8 BFPR, D14 UAR
5	Adopsi Lambat di Pasar Konservatif	Sedang	Rendah	- Program demo gratis 30 hari untuk calon pembeli potensial - Pemanfaatan Pokdakan percontohan sebagai referensi - Pelatihan operator < 15 menit, terbukti efektif	D14 UAR, D19
6	Fluktuasi Nilai Tukar Rupiah	Tinggi	Sedang	- Kontrak pasokan dalam Rupiah untuk komponen lokal - Pembelian komponen impor dalam jumlah besar untuk mengunci harga - Diversifikasi pemasok dari berbagai negara	D16 LRIP, D17 FSF
7	Produk Tiruan atau Duplikasi	Rendah	Tinggi	- Pendaftaran paten, merek, dan hak cipta secara agresif - Perlindungan rahasia dagang untuk formula kalibrasi & parameter teknis - Pemantauan pasar secara berkala	D19
8	Perubahan Kebijakan Pemerintah	Rendah	Sedang	- Diversifikasi kanal pemasaran, tidak hanya bergantung pada program pemerintah - Bangun hubungan baik dengan Dinas Perikanan di berbagai daerah - Fleksibilitas model bisnis untuk beradaptasi dengan kebijakan	Analisis Hilirisasi
9	Keterbatasan Modal Kerja untuk Produksi	Rendah	Tinggi	- Produksi bertahap (5, 5, 7 unit) untuk kurangi kebutuhan modal awal - Sistem pembayaran di muka/uang muka dari pelanggan - Akses ke program pembiayaan UMKM atau KUR perikanan	D16 LRIP, D18 BMC
10	Resistensi terhadap Perubahan dari Operator	Rendah	Rendah	- Libatkan operator dalam pilot & pengumpulan umpan balik - Pelatihan efektif dengan durasi singkat - Tunjukkan manfaat langsung: pengurangan kunjungan malam ke kolam	D14 UAR

KETERANGAN PROBABILITAS

Tinggi > 60%

Sedang 30% - 60%

Rendah < 30%

KETERANGAN DAMPAK

Tinggi Signifikan terhadap keuangan & operasional

Sedang Moderat terhadap keuangan/operasional

Rendah Minor terhadap keuangan/operasional

Risiko dipantau secara berkala dan strategi mitigasi ditinjau setiap 6 bulan atau ketika terjadi perubahan signifikan pada kondisi internal maupun eksternal.

Gambar 8.2 Matriks Strategi Mitigasi Risiko



9. KESIMPULAN: BMC SEBAGAI DASAR KOMERSIALISASI DAN PARTNERSHIP AGREEMENT

9.1. Ringkasan Validasi BMC

9.1.1. Validasi Sembilan Elemen BMC

Business Model Canvas Final SWARM-Aerator telah divalidasi secara komprehensif melalui seluruh tahap hilirisasi yang terdokumentasi dalam delapan belas dokumen sebelumnya. Setiap elemen dalam BMC memiliki landasan bukti yang kuat, mulai dari identifikasi masalah pasar, perumusan kebutuhan pengguna, pengembangan prototipe, validasi laboratorium dan lapangan, hingga perencanaan produksi dan bisnis.

Customer Segments telah divalidasi melalui pilot lapangan di dua lokasi Pokdakan dengan 16 responden yang terlibat. Hasil evaluasi penerimaan pengguna menunjukkan bahwa segmen yang menjadi sasaran, yaitu pembudidaya ikan padat tebar tinggi skala UMKM dan Pokdakan, memiliki minat yang tinggi terhadap produk dengan skor kepuasan 4,47 dari 5,00 dan minat beli 92 persen. Lebih dari 4.200 Pokdakan aktif di Jawa Barat menunjukkan besarnya pasar potensial yang masih dapat digarap.

Value Propositions telah divalidasi melalui pengukuran kinerja selama delapan minggu operasional di dua lokasi pilot. Seluruh proposisi nilai yang ditawarkan telah terbukti memberikan manfaat nyata, termasuk penghematan energi 31,4 persen, peningkatan survival rate 6,8 persen, penurunan fluktuasi DO 71,4 persen, dan reduksi emisi 638 kg CO₂e per unit per tahun. Payback period 14,8 bulan pada skenario base case semakin memperkuat proposisi nilai dari sisi ekonomi.

Channels telah divalidasi melalui pemanfaatan jaringan distribusi CV Arrayyan Market Agro yang telah terbukti efektif dalam menjangkau pengguna Aerator SC. Instalasi di dua lokasi Pokdakan berhasil dilakukan dalam waktu kurang dari satu hari per lokasi. Pokdakan percontohan juga telah berfungsi sebagai demo site yang efektif, dengan 92 persen responden menyatakan minat beli setelah melihat demonstrasi langsung.

Customer Relationships telah divalidasi melalui pelatihan operator yang efektif dengan rata-rata waktu mandiri 12 menit. Seluruh operator mampu mengoperasikan sistem secara mandiri pada minggu keenam pilot. Layanan dukungan melalui WhatsApp dan kunjungan teknisi secara dwi-mingguan juga terbukti efektif, dengan 100 persen alarm ditanggapi dalam waktu kurang dari 5 menit.

Revenue Streams telah divalidasi melalui penetapan harga dan margin yang disepakati bersama, yaitu harga jual Rp 12.900.000, HPP Rp 9.200.000, dan margin kontribusi 28,7 persen. Tiga aliran pendapatan yang terdiri dari penjualan hardware, jasa instalasi, dan maintenance tahunan telah teridentifikasi dan memiliki basis perhitungan yang jelas. Pendapatan berulang dari maintenance mulai terbentuk pada tahun kedua dan ketiga.

Key Resources telah divalidasi melalui ketersediaan workshop CV Arrayyan dengan kapasitas produksi terverifikasi, Standar Operasional Prosedur 10 tahap, firmware AIoT yang telah mencapai TKT 7+, aplikasi AquaCare yang telah teruji, dan data lapangan selama delapan minggu yang terkumpul lengkap.

Key Activities telah divalidasi melalui pelaksanaan produksi prototipe, quality control dengan 18 item pemeriksaan, kalibrasi sensor, instalasi lapangan, dan pemeliharaan yang semuanya telah dijalankan dan terdokumentasi.



Key Partnerships telah divalidasi melalui MoA dan kesepakatan yang telah ditandatangani bersama antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro, serta keterlibatan Pokdakan pilot, Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan Dinas Perikanan dalam ekosistem bisnis.

Cost Structure telah divalidasi melalui perhitungan HPP yang rinci, biaya tetap operasional yang terukur, dan margin kontribusi positif 28,7 persen per unit.

9.1.2. Validasi Proses Bisnis Bersama Mitra

Proses bisnis SWARM-Aerator telah dijalankan secara nyata bersama mitra CV Arrayyan Market Agro melalui serangkaian kegiatan kolaborasi yang terdokumentasi. Timeline kolaborasi mencakup Fase Riset Awal (2021–2023), Fase Validasi Awal (2024–2025), Co-Creation (Mei-Juni 2026), Co-Design (Juni 2026), Co-Development (Juni 2026), Co-Validation Laboratorium (Juni 2026), Co-Validation Lapangan (Juni-Juli 2026), dan Commercialization Preparation (Juli 2026). Setiap tahap telah selesai dilaksanakan dan menghasilkan bukti-bukti yang terdokumentasi, termasuk Berita Acara Pengembangan Prototipe, Berita Acara Validasi Laboratorium, Berita Acara Instalasi Pilot, dan Rencana LRIP Bersama.

Keputusan bersama untuk melanjutkan ke tahap komersialisasi telah diambil berdasarkan hasil positif dari seluruh tahap validasi. Produk telah terbukti secara teknis di lapangan dengan uptime 99,3 persen dan MTBF lebih dari 800 jam. Produk telah diterima oleh pengguna nyata dengan skor kepuasan 4,47 dari 5,00. Produk telah terbukti layak secara finansial dengan margin kontribusi positif 28,7 persen per unit. Produk telah siap diproduksi secara terbatas dengan SOP dan QC yang terstandarisasi.

9.1.3. Validasi Model Bisnis dari Berbagai Dimensi

Berdasarkan seluruh bukti yang terkumpul, model bisnis SWARM-Aerator telah tervalidasi dari berbagai dimensi. Dari dimensi teknis, produk telah mencapai TKT 7+ dan beroperasi dengan uptime 99,3 persen. Dari dimensi pasar, produk telah diterima oleh pengguna dengan skor kepuasan 4,47 dari 5,00 dan minat beli 92 persen. Dari dimensi keuangan, produk memiliki margin kontribusi positif 28,7 persen per unit dan payback period 14,8 bulan pada skenario base case. Dari dimensi operasional, produk telah siap diproduksi dengan kapasitas terverifikasi dan SOP yang terstandarisasi. Dari dimensi sosial dan lingkungan, produk memberikan dampak positif berupa reduksi emisi 638 kg CO_{2e} per unit per tahun dan peningkatan literasi digital pembudidaya.

9.2. Status Kelayakan Komersialisasi

9.2.1. Dimensi Kelayakan yang Dinilai

Berdasarkan seluruh data dan temuan yang terkumpul, kelayakan komersialisasi SWARM-Aerator dinilai dari lima dimensi utama, yaitu kelayakan teknis, kelayakan pasar, kelayakan keuangan, kelayakan operasional, dan kelayakan sosial serta lingkungan. Setiap dimensi dinilai berdasarkan bukti-bukti yang telah terdokumentasi dalam delapan belas dokumen sebelumnya.

Tabel 9.1 Status Kelayakan Komersialisasi SWARM-Aerator

Dimensi Kelayakan	Temuan Utama	Status
Kelayakan Teknis	TKT 7+ terbukti; uptime 99,3 persen; MTBF lebih dari 800 jam; respons kontrol aerator 3,2 detik; latensi notifikasi 5,1 detik	LAYAK
Kelayakan Pasar	Skor kepuasan 4,47 dari 5,00; minat beli 92 persen; 0 penolakan kritis; lebih dari 4.200 Pokdakan aktif di Jawa Barat	LAYAK

Kelayakan Keuangan	Margin kontribusi 28,7 persen per unit (Rp 3.700.000); payback period 14,8 bulan; tiga aliran pendapatan terdiversifikasi; pendapatan berulang mulai terbentuk	LAYAK
Kelayakan Operasional	Kapasitas produksi terverifikasi; SOP 10 tahap terstandarisasi; QC 18 item per unit; instalasi kurang dari 1 hari per lokasi	LAYAK
Kelayakan Sosial dan Lingkungan	Reduksi emisi 638 kg CO ₂ e per unit per tahun; peningkatan survival rate 6,8 persen; peningkatan literasi digital pembudidaya; pengurangan kunjungan malam ke kolam	LAYAK

Sumber: Diolah dari seluruh dokumen D1 sampai D18.

9.2.2. Rekomendasi Formal

Berdasarkan penilaian kelayakan dari lima dimensi di atas, seluruh dimensi memberikan hasil yang positif dan menunjukkan bahwa SWARM-Aerator layak untuk dikomersialisasikan. Tidak ditemukan hambatan kritis yang memerlukan penundaan komersialisasi. Dengan demikian, rekomendasi formal yang diberikan adalah **GO untuk melanjutkan ke tahap komersialisasi**.

Keputusan GO ini didukung oleh beberapa alasan kuat. Pertama, produk telah terbukti secara teknis di lapangan melalui pilot 8 minggu di dua lokasi Pokdakan dengan hasil yang melampaui target PRD. Kedua, produk telah diterima oleh pengguna nyata dengan skor kepuasan yang sangat baik dan minat beli yang tinggi. Ketiga, setiap unit yang terjual memberikan margin kontribusi positif yang menjadi fondasi keuangan yang sehat. Keempat, proses produksi telah siap dengan SOP dan QC yang terstandarisasi. Kelima, produk memberikan dampak positif pada lingkungan dan masyarakat yang sejalan dengan program prioritas nasional.

9.3. Langkah Tindak Lanjut

Berdasarkan seluruh hasil pengembangan yang telah berlangsung sejak tahun 2021 dan kolaborasi dengan CV Arrayyan Market Agro yang telah selesai dilaksanakan pada Juli 2026 (meliputi Co-Creation, Co-Design, Co-Development, Co-Validation Laboratorium, Co-Validation Lapangan, dan Commercialization Preparation), berikut adalah langkah-langkah tindak lanjut yang direncanakan untuk melanjutkan proses komersialisasi SWARM-Aerator.

9.3.1. Langkah Segera (1 sampai 3 Bulan)

Langkah pertama adalah finalisasi Partnership and Revenue Sharing Agreement antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro. Perjanjian ini akan memformalkan pembagian peran, tanggung jawab, dan skema pembagian pendapatan yang telah disepakati dalam BMC ini. Perjanjian ini mencakup lisensi HKI, royalti, dan mekanisme penyelesaian sengketa.

Langkah kedua adalah aktivasi produksi *Low Rate Initial Production* atau LRIP batch pertama sebanyak maksimal 5 unit. Produksi ini akan dilaksanakan di workshop CV Arrayyan dengan mengikuti SOP 10 tahap dan QC 18 item yang telah ditetapkan. Target penyelesaian produksi LRIP batch pertama (5 unit) adalah Juli 2026 atau mundur di Agustus–September 2026, dengan durasi produksi sekitar 3–4 minggu. Kegiatan ini merupakan kelanjutan dari penyusunan dokumen LRIP yang telah disepakati bersama pada Juli 2026, di mana sebagian kegiatan persiapan (pengadaan komponen, verifikasi stok, dan pelatihan teknis) sudah mulai dijalankan. Beberapa unit dari batch ini telah memiliki peminat dari Pokdakan di wilayah Cirebon, sehingga produksi akan langsung diarahkan untuk memenuhi permintaan pasar perdana.

Langkah ketiga adalah pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual atau HKI secara paralel, mencakup paten sistem AIoT SWARM, merek SWARM-Aerator, desain industri produk, dan hak cipta atas



firmware serta aplikasi. Pendaftaran HKI ini penting untuk melindungi produk dari duplikasi dan menciptakan competitive moat.

Langkah keempat adalah presentasi hasil pilot kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan serta Dinas Perikanan Kabupaten atau Kota. Presentasi ini bertujuan untuk membangun kemitraan dan membuka akses ke program-program pemerintah yang dapat mendukung komersialisasi.

9.3.2. Langkah Jangka Pendek (4 sampai 12 Bulan)

Langkah kelima adalah pelaksanaan instalasi unit pertama ke pelanggan perdana, yang dapat berasal dari Pokdakan di wilayah Cirebon pilot atau calon pembeli baru yang telah menyatakan minat. Instalasi akan disertai dengan pelatihan operator dan pendampingan awal.

Langkah keenam adalah pengumpulan data kinerja dari 5 unit yang terpasang untuk memperkuat basis bukti lapangan. Data ini akan digunakan untuk materi pemasaran dan presentasi kepada calon pembeli potensial.

Langkah ketujuh adalah pengembangan strategi pemasaran yang lebih agresif, termasuk pembuatan konten digital, video testimoni, dan partisipasi dalam pameran perikanan. Materi pemasaran akan menonjolkan data kinerja lapangan yang telah terkumpul.

Langkah kedelapan adalah identifikasi dan rekrutmen reseller atau mitra distribusi di kabupaten atau kota sentra budidaya untuk memperluas jangkauan pemasaran.

9.3.3. Langkah Jangka Menengah (1 sampai 3 Tahun)

Langkah kesembilan adalah peningkatan volume produksi secara bertahap sesuai dengan pertumbuhan permintaan pasar. Target produksi tahun kedua adalah 5 unit dan tahun ketiga adalah 7 unit, dengan potensi peningkatan lebih lanjut jika permintaan pasar meningkat.

Langkah kesepuluh adalah pengembangan produk versi 1.1 berdasarkan umpan balik dari pengguna, termasuk fitur download histori grafik dan penyederhanaan UI. Pembaruan firmware akan dilakukan secara Over The Air atau OTA untuk memudahkan pengguna.

Langkah kesebelas adalah ekspansi geografis ke sentra budidaya di luar Jawa Barat, seperti Jawa Tengah dan Jawa Timur. Ekspansi ini akan dilakukan melalui kemitraan dengan reseller lokal dan partisipasi dalam pameran di daerah tersebut.

Langkah duabelas adalah pengembangan produk versi 2.0 dengan fitur tambahan seperti integrasi pakan otomatis dan prediksi panen berbasis AI. Pengembangan ini akan didasarkan pada analisis data dari unit terpasang dan perkembangan teknologi.

9.3.4. Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan

Seluruh langkah tindak lanjut akan dipantau dan dievaluasi secara berkala untuk memastikan pencapaian target dan identifikasi area yang perlu perbaikan. Evaluasi akan dilakukan setiap kuartal dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan. Hasil evaluasi akan digunakan untuk menyempurnakan strategi dan rencana tindak lanjut.

Dengan langkah-langkah tindak lanjut yang terencana dan terukur, SWARM-Aerator siap memasuki tahap komersialisasi dengan fondasi yang kuat dan prospek yang cerah.

10. PENGESAHAN

Dokumen Business Model Canvas Final SWARM-Aerator ini disusun dan disahkan oleh Tim Peneliti dan Mitra DUDI (CV Arrayyan Market Agro) sebagai pihak yang bertanggung jawab langsung dalam proses hilirisasi dan komersialisasi, dengan sepengetahuan dan dukungan dari para pemangku kepentingan dalam ekosistem (akademisi, KKP, Dinas Perikanan, dan Pokdakan). Pengesahan ini merupakan pernyataan komitmen untuk melanjutkan ke tahap komersialisasi berdasarkan seluruh bukti lapangan yang telah terdokumentasi dalam delapan belas dokumen sebelumnya. Seluruh tahap kolaborasi antara tim peneliti dan CV Arrayyan Market Agro, mulai dari Co-Creation, Co-Design, Co-Development, Co-Validation Laboratorium, Co-Validation Lapangan, hingga Commercialization Preparation, telah selesai dilaksanakan pada Juli 2026. Pengembangan SWARM-Aerator sendiri telah berlangsung sejak tahun 2021, menjadikan produk ini memiliki fondasi yang kuat dan tervalidasi.

Penyusun,

Ketua Tim Peneliti



Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si

Disetujui Mitra DUDI,
Direktur atau Pimpinan
CV Arrayyan Market Agro



Ade Hasanudin S.Pi.