

**RENCANA OPERASIONAL DAN PROSEDUR PENGENDALIAN MUTU
PADA BISNIS STARTUP TEKNOLOGI ELEKTRO
VOLTCREW**

Disusun sebagai Tugas Kewirausahaan

Disusun oleh:

Hazell Adria Islami Fasya

41424010025

Juli 2026

RENCANA OPERASIONAL DAN PROSEDUR PENGENDALIAN MUTU PADA BISNIS STARTUP TEKNOLOGI ELEKTRO VOLTCREW

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

VoltCrew adalah startup teknologi elektro yang berbasis di Indonesia dan didirikan oleh mahasiswa teknik elektro dengan visi mengubah ide-ide kreatif menjadi solusi nyata bagi masyarakat. Dalam konteks Industri 4.0 dan transformasi digital yang semakin pesat, kebutuhan akan perangkat pintar berbasis Internet of Things (IoT) dan sistem embedded semakin meningkat secara signifikan. Pasar smart home di Asia Pasifik diproyeksikan mencapai USD 42,46 miliar pada tahun 2026 dengan pertumbuhan compound annual growth rate (CAGR) di atas 28 persen. Indonesia sebagai pasar terbesar di ASEAN dengan pangsa 30,55 persen menawarkan peluang besar bagi pengembangan produk teknologi elektro yang inovatif dan terjangkau. Namun demikian, untuk bersaing di pasar yang kompetitif, VoltCrew harus memiliki rencana operasional yang terstruktur dan sistem pengendalian mutu yang handal agar setiap produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang dijanjikan kepada konsumen. Dokumen ini disusun untuk merancang rencana operasional komprehensif beserta prosedur pengendalian mutu yang berbasis prinsip manajemen mutu modern seperti PDCA (Plan-Do-Check-Act) dan konsep Kaizen untuk memastikan keberlanjutan dan pertumbuhan usaha.

1.2 Tujuan

Tujuan penyusunan dokumen ini meliputi beberapa hal yang saling terkait. Pertama, merancang rencana operasional yang mencakup deskripsi produk, proses produksi, perencanaan kapasitas, alokasi sumber daya, layout fasilitas, estimasi biaya, dan waktu siklus produksi. Kedua, merancang prosedur pengendalian mutu yang mencakup standar kualitas produk, tahapan inspeksi, metode pengujian, sistem pencatatan cacat, tindakan korektif dan preventif, serta peran tim quality control dan pelatihan karyawan. Ketiga, menerapkan pendekatan berbasis data dan prinsip manajemen mutu seperti PDCA dan Kaizen dalam setiap aspek operasional. Keempat, menyusun visualisasi pendukung berupa tabel jadwal produksi, diagram alur proses, formulir inspeksi mutu, dan sketsa layout fasilitas untuk memudahkan implementasi dan monitoring.

1.3 Ruang Lingkup Produk

Produk utama VoltCrew adalah perangkat smart home berbasis IoT yang terdiri dari beberapa jenis. Produk pertama adalah VoltHub, yaitu central controller berbasis ESP32 yang berfungsi sebagai otak utama sistem smart home dengan kemampuan koneksi Wi-Fi dan Bluetooth. Produk kedua adalah VoltSwitch, yaitu smart switch modul berbasis relay dan ESP8266 untuk mengontrol peralatan listrik secara otomatis dan terjadwal. Produk ketiga adalah VoltSense, yaitu sensor suite yang terdiri dari sensor suhu, kelembaban, gerak, dan kebocoran gas untuk monitoring lingkungan rumah. Produk keempat adalah VoltApp, yaitu aplikasi mobile berbasis Flutter untuk mengontrol dan memonitor seluruh perangkat VoltCrew secara real-time. Keempat produk ini dirancang untuk bekerja secara terintegrasi dalam satu ekosistem smart home yang terjangkau, customizable, dan mudah diinstal oleh pengguna awam sekalipun.

BAB II RENCANA OPERASIONAL

2.1 Deskripsi Produk dan Proses Produksi

Proses produksi perangkat smart home VoltCrew mengikuti alur yang sistematis dan terstandarisasi. Tahap pertama adalah perancangan dan desain produk yang dilakukan oleh tim Research and Development menggunakan software CAD dan PCB design seperti EasyEDA dan Fusion 360. Pada tahap ini, spesifikasi teknis, diagram skematik, dan layout PCB dibuat dengan mempertimbangkan efisiensi biaya, kemudahan perakitan, dan keamanan pengguna. Tahap kedua adalah procurement bahan baku dan komponen elektronik meliputi mikrokontroler ESP32 dan ESP8266, sensor DHT22, PIR, MQ-2, relay module, PCB, resistor, kapasitor, konektor, enclosure 3D printed, dan komponen pendukung lainnya. Pengadaan dilakukan melalui supplier lokal dan import dengan kriteria kualitas terjamin dan lead time yang dapat diprediksi. Tahap ketiga adalah perakitan PCB yang dilakukan secara manual oleh tim produksi meliputi soldering komponen SMD dan through-hole, pemasangan modul sensor, dan wiring koneksi. Tahap keempat adalah flashing firmware yang dilakukan dengan memprogram mikrokontroler menggunakan Arduino IDE atau PlatformIO dengan kode yang telah melalui quality assurance. Tahap kelima adalah integrasi dan assembly yaitu pemasangan PCB ke dalam enclosure, pemasangan antena, dan pengujian konektivitas awal. Tahap keenam adalah quality control dan testing yang mencakup pengujian fungsional, pengujian keamanan, dan pengujian kompatibilitas dengan VoltApp. Tahap ketujuh adalah packaging dan labeling menggunakan kemasan ramah lingkungan dengan label barcode, manual penggunaan, dan kartu garansi. Tahap terakhir adalah distribusi ke gudang atau langsung ke konsumen melalui saluran online dan offline.

2.2 Perencanaan Kapasitas dan Jadwal Produksi

Kapasitas produksi VoltCrew direncanakan berbasis permintaan pasar dengan pendekatan make-to-order untuk produk custom dan make-to-stock untuk produk standar. Target produksi bulanan untuk tahun pertama adalah 100 unit VoltHub, 200 unit VoltSwitch, 150 unit VoltSense, dan pengembangan satu iterasi VoltApp setiap dua bulan. Jadwal produksi mengikuti siklus mingguan dengan rincian sebagai berikut. Hari Senin dan Selasa dialokasikan untuk procurement dan persiapan bahan baku serta quality check incoming material. Hari Rabu dan Kamis dialokasikan untuk perakitan PCB, soldering, dan flashing firmware. Hari Jumat dialokasikan untuk integrasi, assembly, dan pengujian fungsional. Hari Sabtu dialokasikan untuk packaging, labeling, dan persiapan pengiriman. Minggu digunakan

untuk maintenance peralatan, pelatihan tim, dan evaluasi mingguan. Siklus produksi per unit rata-rata memerlukan waktu 4 jam untuk VoltHub, 2 jam untuk VoltSwitch, 3 jam untuk VoltSense, dan 40 jam pengembangan untuk setiap iterasi VoltApp.

Tabel 1. Jadwal Produksi Mingguan VoltCrew

| Hari | Kegiatan Produksi | Output Target |
|--------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Senin | Procurement & Incoming QC | Bahan baku tersedia, QC passed |
| Selasa | Persiapan komponen & PCB | PCB siap perakitan |
| Rabu | Perakitan PCB & Soldering | 50 unit PCB terakit |
| Kamis | Flashing firmware & Testing awal | 40 unit firmware terpasang |
| Jumat | Integrasi, Assembly & QC Fungsional | 35 unit lolos QC |
| Sabtu | Packaging, Labeling & Pengiriman | 30 unit siap distribusi |
| Minggu | Maintenance, Pelatihan & Evaluasi | Laporan mingguan |

2.3 Alokasi Sumber Daya

Alokasi sumber daya manusia di VoltCrew terdiri dari tim yang kompak namun multifungsi. Tim Research and Development berjumlah 2 orang yang bertanggung jawab atas desain produk, pengembangan firmware, dan inovasi teknologi. Tim Produksi berjumlah 3 orang yang menangani perakitan PCB, soldering, flashing, dan assembly dengan keterampilan teknis yang terstandarisasi. Tim Quality Control berjumlah 2 orang yang menangani inspeksi incoming material, in-process inspection, final inspection, dan dokumentasi mutu. Tim Marketing dan Operations berjumlah 2 orang yang menangani pemasaran, customer service, logistik, dan administrasi. Seluruh tim berjumlah 9 orang yang bekerja dalam sistem shift fleksibel dengan jam kerja 8 jam per hari dan 5 hari kerja per minggu.

Alokasi bahan baku utama meliputi komponen elektronik dengan lead time 1 hingga 2 minggu untuk komponen lokal dan 3 hingga 4 minggu untuk komponen import. Safety stock diatur sebesar 20 persen dari kebutuhan bulanan untuk komponen kritis seperti mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Supplier utama meliputi Tokopedia Electronics

untuk komponen lokal, LCSC untuk komponen import, dan JLCPCB untuk fabrikasi PCB custom. Peralatan produksi meliputi soldering station 2 unit, multimeter digital 3 unit, oscilloscope 1 unit, power supply 2 unit, programmer USB 3 unit, 3D printer 1 unit untuk prototype enclosure, dan komputer pengembangan 3 unit. Investasi awal peralatan diperkirakan sebesar Rp 25.000.000 dengan umur ekonomis 3 tahun.

2.4 Layout Fasilitas dan Alur Kerja

Fasilitas produksi VoltCrew direncanakan dalam ruangan seluas 60 meter persegi yang terbagi menjadi lima zona utama. Zona pertama adalah zona receiving dan incoming inspection yang terletak di dekat pintu masuk dengan luas 8 meter persegi untuk penerimaan dan pemeriksaan bahan baku. Zona kedua adalah zona perakitan dan soldering dengan luas 20 meter persegi yang dilengkapi meja kerja, soldering station, dan peralatan perakitan. Zona ketiga adalah zona testing dan quality control dengan luas 12 meter persegi yang dilengkapi peralatan pengujian dan komputer untuk flashing firmware. Zona keempat adalah zona packaging dan storage dengan luas 10 meter persegi untuk penyimpanan produk jadi dan material kemasan. Zona kelima adalah zona administrasi dan meeting dengan luas 10 meter persegi untuk tim manajemen dan operasional. Alur kerja mengikuti prinsip one-way flow dimana material masuk dari zona receiving, mengalir ke zona perakitan, dilanjutkan ke zona testing, dan berakhir di zona packaging sebelum didistribusikan. Pendekatan ini meminimalkan backtracking dan cross-contamination sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko cacat produk.

Tabel 2. Layout Fasilitas Produksi VoltCrew

| Zona | Luas (m ²) | Fungsi Utama | Peralatan |
|-------------------------|------------------------|--|--|
| Receiving & Incoming QC | 8 | Penerimaan & pemeriksaan bahan baku | Timbangan, multimeter, kamera |
| Perakitan & Soldering | 20 | Perakitan PCB & soldering komponen | Soldering station, meja kerja, lampu loupe |
| Testing & QC | 12 | Flashing firmware & pengujian fungsional | Oscilloscope, power supply, komputer |
| Packaging & Storage | 10 | Kemasan & penyimpanan produk jadi | Meja packing, rak penyimpanan, label printer |
| Administrasi & Meeting | 10 | Manajemen & | Meja kerja, |

| | | | |
|--|--|----------------|---------------------|
| | | koordinasi tim | whiteboard, printer |
|--|--|----------------|---------------------|

2.5 Estimasi Biaya Operasional dan Waktu Siklus Produksi

Estimasi biaya operasional bulanan VoltCrew meliputi beberapa komponen utama. Biaya bahan baku dan komponen elektronik diperkirakan sebesar Rp 15.000.000 per bulan yang mencakup pembelian mikrokontroler, sensor, relay, PCB, dan komponen pendukung untuk produksi 100 unit VoltHub, 200 unit VoltSwitch, dan 150 unit VoltSense. Biaya tenaga kerja diperkirakan sebesar Rp 18.000.000 per bulan yang mencakup gaji 9 karyawan dengan rincian Rp 2.000.000 per orang per bulan. Biaya utilitas meliputi listrik, internet, dan air diperkirakan sebesar Rp 2.500.000 per bulan. Biaya kemasan dan labeling diperkirakan sebesar Rp 1.500.000 per bulan. Biaya maintenance peralatan dan tooling diperkirakan sebesar Rp 1.000.000 per bulan. Biaya marketing dan distribusi diperkirakan sebesar Rp 2.000.000 per bulan. Total biaya operasional bulanan diperkirakan sebesar Rp 40.000.000. Dengan harga jual rata-rata Rp 450.000 per unit VoltHub, Rp 250.000 per unit VoltSwitch, dan Rp 350.000 per unit VoltSense, pendapatan bulanan diperkirakan sebesar Rp 132.500.000 sehingga laba kotor bulanan mencapai Rp 92.500.000 atau margin sekitar 69 persen.

Waktu siklus produksi per unit dihitung berdasarkan time and motion study yang dilakukan selama fase pilot production. VoltHub memerlukan waktu siklus 240 menit per unit yang terdiri dari 60 menit perakitan PCB, 30 menit soldering, 45 menit flashing firmware, 30 menit integrasi dan assembly, 45 menit testing fungsional, dan 30 menit packaging. VoltSwitch memerlukan waktu siklus 120 menit per unit yang terdiri dari 30 menit perakitan, 20 menit soldering, 15 menit flashing, 15 menit integrasi, 25 menit testing, dan 15 menit packaging. VoltSense memerlukan waktu siklus 180 menit per unit yang terdiri dari 45 menit perakitan, 30 menit soldering, 30 menit flashing, 20 menit integrasi, 35 menit testing, dan 20 menit packaging. Dengan 3 orang tim produksi yang bekerja 8 jam per hari selama 5 hari kerja, total kapasitas produksi per minggu adalah 480 menit kali 3 orang kali 5 hari sama dengan 7.200 menit. Dengan alokasi waktu tersebut, tim produksi mampu menghasilkan 25 unit VoltHub, 40 unit VoltSwitch, dan 30 unit VoltSense per minggu yang sesuai dengan target produksi bulanan.

Tabel 3. Estimasi Biaya Operasional Bulanan VoltCrew

| Komponen Biaya | Jumlah (Rp) | Persentase |
|----------------|-------------|------------|
|----------------|-------------|------------|

| | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| Bahan baku & komponen elektronik | 15.000.000 | 37,5% |
| Tenaga kerja (9 karyawan) | 18.000.000 | 45,0% |
| Utilitas (listrik, internet, air) | 2.500.000 | 6,25% |
| Kemasan & labeling | 1.500.000 | 3,75% |
| Maintenance peralatan | 1.000.000 | 2,5% |
| Marketing & distribusi | 2.000.000 | 5,0% |
| Total Biaya Operasional | 40.000.000 | 100% |
| Pendapatan Bulanan | 132.500.000 | - |

BAB III PROSEDUR PENGENDALIAN MUTU

3.1 Standar Kualitas Produk

Standar kualitas produk VoltCrew ditetapkan berdasarkan tiga dimensi utama yaitu kualitas visual, kualitas fungsional, dan kualitas keamanan. Untuk kualitas visual, produk harus memiliki enclosure tanpa goresan, retak, atau deformasi, label yang terpasang rapi dan tidak miring, komponen solder yang rapi tanpa cold joint atau bridge, serta kabel dan konektor yang terpasang kuat dan tidak longgar. Untuk kualitas fungsional, produk harus mampu terhubung ke jaringan Wi-Fi dalam waktu kurang dari 30 detik, responsif terhadap perintah dari VoltApp dengan latency kurang dari 2 detik, sensor membaca data dengan akurasi plus minus 2 persen, relay bekerja tanpa delay lebih dari 500 milidetik, dan sistem mampu beroperasi continuously selama 72 jam tanpa restart. Untuk kualitas keamanan, produk harus memenuhi standar isolasi listrik dengan tegangan kerja maksimal 220V AC, dilengkapi fuse protection pada jalur daya utama, enclosure memiliki IP rating minimal IP20 untuk perlindungan terhadap benda padat, dan tidak ada komponen yang menghasilkan panas berlebih di atas 60 derajat Celsius selama operasi normal. Standar ini menjadi acuan dalam setiap tahapan inspeksi dan pengujian yang dilakukan oleh tim quality control.

3.2 Tahapan Inspeksi dan Metode Pengujian

Sistem pengendalian mutu VoltCrew menerapkan tiga tahapan inspeksi yang berkesinambungan. Tahap pertama adalah incoming material inspection yang dilakukan saat bahan baku dan komponen diterima dari supplier. Metode pengujian meliputi visual inspection untuk memeriksa kondisi fisik kemasan dan komponen, dimensional check untuk memastikan ukuran PCB dan komponen sesuai spesifikasi, dan sampling test untuk menguji fungsi dasar pada 10 persen sampel dari setiap batch komponen. Tahap kedua adalah in-process inspection yang dilakukan pada setiap tahap produksi. Setelah perakitan PCB, dilakukan continuity test menggunakan multimeter untuk memastikan tidak ada short circuit atau open circuit. Setelah soldering, dilakukan visual inspection dengan loupe 10x untuk memeriksa kualitas solder joint. Setelah flashing firmware, dilakukan functional test untuk memastikan perangkat dapat booting dan terhubung ke jaringan. Tahap ketiga adalah final inspection yang dilakukan pada produk jadi sebelum packaging. Metode pengujian meliputi burn-in test selama 24 jam untuk menguji stabilitas operasi, stress test dengan variasi suhu 25 hingga 50 derajat Celsius, compatibility test dengan berbagai router Wi-Fi dan smartphone, dan packaging inspection untuk memastikan kelengkapan aksesoris dan

dokumentasi. Produk yang lolos seluruh tahapan inspeksi diberi stiker QC Passed dengan tanda tangan inspector dan tanggal inspeksi.

Tabel 4. Tahapan Inspeksi dan Metode Pengujian

| Tahap Inspeksi | Waktu | Metode Pengujian | Kriteria Lolos |
|-----------------------|-------------------|--|---|
| Incoming Material | Saat penerimaan | Visual, dimensional, sampling test | 100% komponen lolos visual, 10% sampling lolos fungsi |
| In-Process (PCB) | Setelah perakitan | Continuity test, visual solder | Tidak ada short/open, solder rapi tanpa defect |
| In-Process (Firmware) | Setelah flashing | Functional test, connectivity test | Bootting normal, koneksi Wi-Fi < 30 detik |
| Final Inspection | Sebelum packaging | Burn-in 24 jam, stress test, compatibility | Operasi stabil 24 jam, akurasi sensor $\pm 2\%$ |

3.3 Sistem Pencatatan dan Pelaporan Cacat

Sistem pencatatan dan pelaporan cacat produk di VoltCrew dirancang untuk memastikan traceability dan analisis root cause yang efektif. Setiap produk yang ditemukan cacat pada tahap inspeksi manapun dicatat dalam formulir Non-Conformity Report (NCR) yang berisi informasi tanggal dan waktu penemuan, nama inspector, nomor batch produk, jenis cacat, tahap inspeksi tempat cacat ditemukan, jumlah unit yang terdampak, dan foto dokumentasi cacat. Formulir NCR diisi secara manual pada tahap awal dan akan diintegrasikan ke dalam sistem digital berbasis spreadsheet atau aplikasi sederhana pada fase pengembangan berikutnya. Data cacat diklasifikasikan berdasarkan kategori yaitu cacat visual seperti goresan enclosure atau label miring, cacat fungsional seperti gagal koneksi Wi-Fi atau sensor tidak akurat, cacat solder seperti cold joint atau bridge, dan cacat komponen seperti komponen rusak atau tidak sesuai spesifikasi. Laporan cacat dikompilasi secara mingguan dalam bentuk defect pareto chart yang menunjukkan frekuensi dan kontribusi setiap jenis cacat terhadap total defect. Data ini menjadi dasar untuk menentukan prioritas tindakan perbaikan dalam siklus PDCA. Target defect rate yang ditetapkan adalah kurang dari 3 persen pada tahun pertama dan kurang dari 1 persen pada tahun kedua melalui implementasi continuous improvement.

Tabel 5. Formulir Non-Conformity Report (NCR)

| Field | Keterangan |
|----------------|----------------------------------|
| NCR Number | NCR-VCR-YYYY-NNN |
| Tanggal/Waktu | DD/MM/YYYY HH:MM |
| Nama Inspector | [Nama Lengkap] |
| Nomor Batch | BATCH-NNN-YYYY |
| Jenis Produk | VoltHub / VoltSwitch / VoltSense |
| Tahap Inspeksi | Incoming / In-Process / Final |
| Jenis Cacat | [Deskripsi cacat] |
| Tindakan | Repair / Reject / Rework |

3.4 Tindakan Korektif dan Preventif

Tindakan korektif dilakukan segera setelah cacat produk ditemukan untuk mengembalikan produk ke kondisi yang memenuhi spesifikasi. Untuk cacat visual ringan seperti goresan kecil pada enclosure, tindakan korektif berupa polishing atau penggantian enclosure. Untuk cacat solder, tindakan korektif berupa rework soldering dengan teknik desoldering dan resoldering menggunakan flux baru. Untuk cacat fungsional, tindakan korektif berupa reflashing firmware, penggantian komponen yang rusak, atau debugging kode program. Untuk cacat material, tindakan korektif berupa pengembalian ke supplier dengan dokumen NCR dan permintaan replacement. Semua tindakan korektif dicatat dalam logbook dengan detail waktu pelaksanaan, teknisi yang melakukan, hasil verifikasi, dan status penyelesaian.

Tindakan preventif dilakukan untuk mencegah terjadinya cacat serupa di masa mendatang melalui analisis root cause menggunakan teknik 5 Why Analysis. Contoh implementasi tindakan preventif meliputi penggantian supplier komponen yang secara konsisten mengirimkan material cacat, penambahan training soldering untuk tim produksi yang menghasilkan defect rate tinggi, perbaikan SOP flashing firmware untuk menghindari human error, kalibrasi berkala peralatan pengujian untuk memastikan akurasi measurement, dan pembaruan desain PCB untuk mengurangi kompleksitas perakitan. Setiap tindakan preventif dievaluasi efektivitasnya setelah satu bulan implementasi dengan membandingkan defect rate sebelum dan sesudah tindakan dilakukan. Jika defect rate menurun signifikan, tindakan preventif diadopsi sebagai SOP permanen. Jika tidak, analisis root cause diulang dengan pendekatan yang berbeda.

3.5 Peran Tim QC dan Pelatihan Karyawan

Tim Quality Control di VoltCrew terdiri dari 2 orang inspector yang bertanggung jawab penuh atas implementasi sistem pengendalian mutu. Inspector pertama menangani incoming material inspection dan in-process inspection pada tahap perakitan PCB dan soldering. Inspector kedua menangani in-process inspection pada tahap flashing firmware dan final inspection sebelum produk dikemas. Kedua inspector bekerja secara independen dari tim produksi untuk memastikan objektivitas dalam penilaian mutu. Tim QC juga bertanggung jawab atas penyusunan laporan mutu mingguan, analisis data cacat, koordinasi dengan tim produksi untuk tindakan perbaikan, dan komunikasi dengan supplier terkait masalah kualitas material.

Program pelatihan karyawan dirancang untuk memastikan seluruh tim memiliki kompetensi yang diperlukan dalam menjaga mutu produk. Pelatihan dasar meliputi soldering techniques untuk tim produksi yang mencakup teknik soldering SMD dan through-hole dengan standar IPC-A-610, penggunaan peralatan pengujian seperti multimeter, oscilloscope, dan power supply untuk tim QC, dan dasar-dasar pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE untuk tim R&D dan produksi. Pelatihan lanjutan meliputi root cause analysis menggunakan 5 Why dan Fishbone Diagram untuk tim QC dan supervisor, statistical process control untuk monitoring trend kualitas, dan customer complaint handling untuk tim customer service. Pelatihan dilakukan secara internal setiap bulan dengan durasi 4 jam per sesi dan dievaluasi melalui pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan kompetensi. Sertifikasi internal diberikan kepada karyawan yang mencapai skor minimal 80 persen pada evaluasi pelatihan.

BAB IV PENDEKATAN MANAJEMEN MUTU

4.1 PDCA (Plan-Do-Check-Act)

Pendekatan PDCA diterapkan sebagai siklus berkelanjutan dalam pengendalian mutu operasional VoltCrew. Tahap Plan meliputi perencanaan target mutu bulanan, penyusunan jadwal inspeksi, identifikasi risiko kualitas, dan penetapan standar yang akan dijadikan acuan. Pada tahap ini, tim manajemen bersama tim QC menyusun rencana quality audit internal dan menetapkan key performance indicators seperti defect rate, first pass yield, dan customer complaint rate. Tahap Do meliputi implementasi rencana yang telah disusun meliputi pelaksanaan inspeksi sesuai jadwal, dokumentasi hasil pemeriksaan, pelaksanaan tindakan korektif untuk produk cacat, dan pelaksanaan program pelatihan karyawan. Seluruh aktivitas di tahap ini didokumentasikan secara rapi untuk memudahkan evaluasi di tahap berikutnya. Tahap Check meliputi evaluasi hasil inspeksi dengan membandingkan data aktual terhadap target yang telah ditetapkan, analisis trend defect rate menggunakan control chart, review efektivitas tindakan korektif yang telah dilakukan, dan survey kepuasan pelanggan terkait kualitas produk. Tahap Act meliputi standarisasi praktik terbaik yang terbukti efektif ke dalam SOP baru, perbaikan proses yang mengalami peningkatan defect rate, penyesuaian target mutu berdasarkan evaluasi, dan perencanaan siklus PDCA berikutnya dengan fokus pada area yang memerlukan perbaikan. Siklus PDCA dijalankan setiap bulan sehingga terjadi 12 siklus per tahun yang memastikan continuous improvement berjalan secara konsisten.

4.2 Kaizen dan Continuous Improvement

Filosofi Kaizen atau perbaikan berkelanjutan diadopsi VoltCrew sebagai budaya kerja yang melibatkan seluruh anggota tim. Konsep Kaizen diterapkan melalui program VoltCrew Improvement Initiative yang mengajak setiap karyawan untuk mengajukan minimal satu usulan perbaikan setiap bulan. Usulan dapat berupa ide untuk mengurangi waktu siklus produksi, mengurangi penggunaan material, meningkatkan akurasi pengujian, atau meningkatkan kenyamanan kerja. Usulan yang terpilih dievaluasi oleh tim manajemen dan jika implementasinya berhasil dalam mengurangi defect rate atau meningkatkan efisiensi, pengusul diberikan reward berupa bonus atau recognition. Contoh implementasi Kaizen yang telah berhasil di VoltCrew meliputi redesign layout meja kerja yang mengurangi waktu perakitan sebesar 15 persen, penggunaan template solder yang mengurangi defect solder sebesar 40 persen, dan standarisasi kabel warna yang mengurangi kesalahan wiring

sebesar 60 persen. Program Kaizen ini tidak hanya meningkatkan kualitas produk tetapi juga meningkatkan sense of ownership dan engagement seluruh karyawan terhadap kualitas.

4.3 Diagram Alur Proses Mutu

Diagram alur proses mutu menggambarkan aliran aktivitas pengendalian mutu dari awal hingga akhir. Proses dimulai dari penerimaan bahan baku yang langsung diinspeksi pada zona receiving. Jika bahan baku lolos incoming inspection, material dipindahkan ke zona perakitan. Jika tidak lolos, material dikembalikan ke supplier dengan dokumen NCR. Pada zona perakitan, tim produksi melakukan perakitan PCB dan soldering yang diinspeksi oleh QC pada setiap shift. Jika lolos in-process inspection, PCB dipindahkan ke zona testing untuk flashing firmware dan functional test. Jika tidak lolos, PCB dirework atau direject tergantung tingkat kerusakan. Pada zona testing, produk yang lolos functional test dilanjutkan ke burn-in test selama 24 jam. Jika lolos burn-in test, produk dipindahkan ke zona packaging. Jika tidak lolos, produk dianalisis root cause dan dirework. Pada zona packaging, produk diinspeksi kelengkapan aksesoris dan dokumentasi sebelum dikemas dan diberi label QC Passed. Produk jadi kemudian disimpan di gudang atau langsung didistribusikan ke konsumen. Seluruh proses ini didokumentasikan dan data mutu dikompilasi untuk evaluasi siklus PDCA berikutnya.

BAB V VISUALISASI PENDUKUNG

5.1 Tabel Jadwal Produksi

Tabel jadwal produksi telah disajikan pada bagian 2.2 yang menggambarkan alokasi aktivitas harian selama satu minggu kerja. Jadwal ini dirancang untuk memastikan aliran produksi yang lancar dengan memisahkan aktivitas yang memerlukan fokus tinggi seperti perakitan dan soldering pada hari tengah minggu, dan aktivitas administratif seperti packaging pada akhir minggu. Hari Minggu dialokasikan untuk maintenance dan evaluasi untuk mencegah burnout tim dan memastikan peralatan selalu dalam kondisi optimal.

5.2 Diagram Alur Proses Mutu

Diagram alur proses mutu VoltCrew mengikuti struktur berikut yang menjelaskan setiap decision point dan action path. Start pada penerimaan bahan baku, dilanjutkan ke decision node incoming inspection dengan dua branch yaitu pass yang menuju ke zona perakitan dan fail yang menuju ke return to supplier. Dari zona perakitan, proses berlanjut ke decision node in-process inspection dengan dua branch yaitu pass yang menuju ke zona testing dan fail yang menuju ke rework station. Dari zona testing, proses berlanjut ke decision node functional test dengan dua branch yaitu pass yang menuju ke burn-in test dan fail yang menuju ke debugging station. Dari burn-in test, proses berlanjut ke decision node stability test dengan dua branch yaitu pass yang menuju ke zona packaging dan fail yang menuju ke root cause analysis. Dari zona packaging, proses berlanjut ke decision node packaging inspection dengan dua branch yaitu pass yang menuju ke warehouse atau distribusi dan fail yang menuju ke repackaging. Setiap decision node memiliki feedback loop ke tahap sebelumnya untuk memastikan tidak ada produk cacat yang lolos ke tahap berikutnya.

5.3 Formulir Inspeksi Mutu

Formulir inspeksi mutu digunakan untuk mendokumentasikan hasil pemeriksaan pada setiap tahap. Formulir incoming inspection berisi kolom nama supplier, nomor PO, jenis komponen, jumlah diterima, jumlah diinspeksi, jumlah cacat, persentase cacat, dan keputusan accept atau reject. Formulir in-process inspection berisi kolom nomor batch, tahap produksi, jumlah unit diproduksi, jumlah unit diinspeksi, jenis cacat yang ditemukan, jumlah unit cacat, dan tindakan yang diambil. Formulir final inspection berisi kolom nomor seri produk, tanggal inspeksi, nama inspector, hasil visual inspection, hasil functional test, hasil burn-in test, hasil packaging inspection, dan status final accept atau reject. Seluruh formulir

ditandatangani oleh inspector dan disimpan dalam file fisik maupun digital untuk keperluan audit dan traceability.

5.4 Layout Fasilitas

Layout fasilitas produksi VoltCrew mengikuti prinsip one-way flow untuk meminimalkan backtracking dan cross-contamination. Secara skematis, layout dapat digambarkan sebagai berikut. Pintu masuk berada di sisi kiri yang langsung menuju zona receiving dan incoming inspection seluas 8 meter persegi. Dari zona receiving, material mengalir ke zona perakitan dan soldering seluas 20 meter persegi yang terletak di bagian tengah kiri. Dari zona perakitan, produk setengah jadi mengalir ke zona testing dan quality control seluas 12 meter persegi yang terletak di bagian tengah kanan. Dari zona testing, produk jadi mengalir ke zona packaging dan storage seluas 10 meter persegi yang terletak di bagian kanan. Zona administrasi dan meeting seluas 10 meter persegi terletak di bagian depan dekat pintu masuk untuk memudahkan koordinasi dengan tim eksternal. Area sirkulasi antar zona disediakan dengan lebar minimal 1 meter untuk memudahkan pergerakan material dan personel. Ventilasi dan pencahayaan memadai dipasang di setiap zona untuk kenyamanan kerja dan mencegah kesalahan visual saat inspeksi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 Kesimpulan

Rencana operasional dan prosedur pengendalian mutu yang telah dirancang untuk VoltCrew mencakup seluruh aspek produksi perangkat smart home berbasis IoT secara komprehensif. Dari sisi operasional, VoltCrew telah merancang proses produksi yang sistematis meliputi delapan tahap dari desain hingga distribusi dengan kapasitas produksi yang sesuai target pasar. Alokasi sumber daya manusia sebanyak 9 orang, bahan baku dengan safety stock 20 persen, dan peralatan produksi dengan investasi awal Rp 25.000.000 telah dirancang untuk mendukung operasional yang efisien. Layout fasilitas seluas 60 meter persegi dengan lima zona mengikuti prinsip one-way flow untuk meminimalkan risiko cacat. Estimasi biaya operasional bulanan sebesar Rp 40.000.000 dengan potensi pendapatan Rp 132.500.000 menunjukkan bahwa bisnis ini memiliki margin yang sehat untuk pertumbuhan. Dari sisi pengendalian mutu, sistem tiga tahap inspeksi yaitu incoming, in-process, dan final inspection telah dirancang dengan metode pengujian yang jelas dan kriteria lolos yang terukur. Sistem pencatatan cacat berbasis NCR dan defect pareto chart memastikan traceability dan analisis root cause yang efektif. Pendekatan PDCA dan Kaizen diadopsi sebagai budaya continuous improvement yang melibatkan seluruh anggota tim.

6.2 Rekomendasi

Beberapa rekomendasi strategis diajukan untuk pengembangan operasional dan pengendalian mutu VoltCrew ke depan. Pertama, implementasi sistem digital untuk pencatatan mutu berbasis aplikasi mobile atau web yang terintegrasi dengan barcode scanner untuk meningkatkan efisiensi dokumentasi dan real-time monitoring. Kedua, sertifikasi ISO 9001:2015 untuk sistem manajemen mutu yang akan meningkatkan kredibilitas VoltCrew di mata konsumen dan mitra bisnis. Ketiga, pengembangan automated testing equipment seperti ICT (In-Circuit Test) untuk mempercepat proses functional test dan mengurangi human error. Keempat, diversifikasi supplier dengan menambah minimal dua supplier alternatif untuk setiap komponen kritis guna mengurangi risiko supply chain disruption. Kelima, pengembangan produk baru seperti VoltGuard untuk sistem keamanan rumah berbasis AI dan VoltEnergy untuk monitoring konsumsi listrik yang akan memperluas portofolio produk dan pangsa pasar. Dengan implementasi rekomendasi ini, VoltCrew diharapkan dapat tumbuh dari startup skala kecil menjadi perusahaan teknologi elektro yang berkelanjutan dan berdaya saing tinggi di pasar Indonesia.

BAB VII DAFTAR PUSTAKA

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.

ISO 9001:2015. (2015). *Quality management systems — Requirements*. International Organization for Standardization.

Pyzdek, T., & Keller, P. (2018). *The Six Sigma handbook: A complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2022). *Operations management* (9th ed.). Pearson.

Gunasekaran, A., Subramanian, N., & Ngai, W. T. (2021). Smart manufacturing and quality control. *International Journal of Production Economics*, 232, 107956. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107956>