

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem perencanaan produksi CV Trina Jaya yang mencakup tiga aspek permasalahan utama yang teridentifikasi sepanjang tahun 2025. Pertama, sistem perencanaan kebutuhan material bahan baku yang dijalankan secara reaktif tanpa acuan jadwal pembelian yang terstruktur, yang mengakibatkan 3 dari 25 Purchase Order (12%) mengalami keterlambatan pengiriman kepada pembeli sehingga nilai *On-Time Delivery* (OTD) hanya mencapai 88%, di bawah standar efisiensi 100% yang ditetapkan sebagai benchmark delivery reliability (Chapman, 2006). Kedua, pengelolaan kapasitas nampun fermentasi sebagai satu-satunya *work center* kritis yang mengalami fluktuasi *Capacity Utilization Rate* (CUR) antara 54,1% hingga 93,6% tanpa mekanisme antisipasi apapun, dengan rentang fluktuasi ΔCUR range sebesar 39,5 poin persentase antara nilai terendah 54,1% (Februari) dan tertinggi 93,6% (Maret) yang akan dibandingkan dengan ΔCUR range kondisi O₂ hasil *Capacity Load Report* RCCP berbasis ERP Odoo (Chapman, 2006:8; Stevenson, 2023:198). Ketiga, pola pengadaan bahan baku Daging Kelapa Putih (DKP) yang bersifat reaktif sehingga mengakibatkan tiga kali kejadian *emergency buying* pada bulan Maret, November, dan Desember 2025 dengan total kerugian selisih harga sebesar Rp4.582.500, sementara kondisi efisien mensyaratkan selisih biaya pengadaan darurat sebesar Rp0.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental, khususnya quasi *experimental design* di mana ERP Odoo digunakan sebagai platform pelaksanaan treatment (X). *Experimental design* adalah desain penelitian yang digunakan untuk menetapkan hubungan sebab-akibat (*cause-and-effect relationship*) antara variabel independen dan variabel dependen, di mana peneliti memanipulasi variabel independen untuk mempelajari efeknya terhadap variabel dependen (Sekaran, 2016:146).

Secara spesifik, penelitian ini menggunakan *pretest-posttest experimental group design*, sebagaimana termasuk dalam kategori *quasi-Experimental design* (Sekaran, 2016:146). Dalam desain ini, satu kelompok objek penelitian diukur kondisinya sebelum perlakuan (*pretest/before*), kemudian diberikan treatment berupa integrasi *Material Requirement Planning* (MRP) dan *Capacity Planning* berbasis ERP Odoo, selanjutnya diukur kembali setelah perlakuan diberikan (*posttest/after*). Desain ini dipilih karena penelitian dilakukan pada satu objek penelitian tunggal, yaitu CV Trina Jaya, sehingga tidak dimungkinkan adanya kelompok kontrol sebagaimana dalam *true Experimental design*.

Quasi-Experimental design dipilih karena tiga alasan. Pertama, pertanyaan riset bersifat kausal sehingga hanya desain eksperimental yang mampu menjawabnya (Sekaran, 2016:146). Kedua, *true experimental* tidak dapat diterapkan karena CV Trina Jaya adalah objek tunggal tanpa kelompok control, dalam kondisi demikian peneliti dapat memilih strategi alternatif. Ketiga, di antara

jenis quasi-experimental yang ada, pretest-posttest one group design adalah satu-satunya yang memungkinkan pengukuran perubahan terukur melalui alur $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$ (Sekaran, 2016:147). .

Pendekatan penelitian ini bersifat deduktif, yaitu berangkat dari teori yang telah ada mencakup teori MRP (Chapman, 2006), *Capacity Planning* (Heizer et al., 2019), dan ERP (Wagner, 2012) untuk membuktikan bahwa penerapan integrasi MRP dan *Capacity Planning* berbasis ERP Odoo berpengaruh positif terhadap efisiensi perencanaan produksi CV Trina Jaya melalui analisis perbandingan kondisi *before* dan *after* experiment.

3.2.2 Operasionalisasi Variabel

Operasionalisasi variabel merupakan proses mendefinisikan setiap variabel penelitian secara operasional sehingga dapat diukur secara empiris. Penelitian ini memiliki satu variabel independen (X) dan satu variabel dependen (Y) yang dioperasionalkan sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3. 1
Operasionalisasi Variabel Penelitian

Variabel	Definisi Variabel	Indikator	Ukuran	Skala
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Efisiensi Perencanaan Produksi (Y)	Tingkat perbaikan sistem perencanaan produksi yang diukur melalui perbandingan kondisi sebelum (manual/reaktif) dan sesudah (experiment ERP) penerapan integrasi MRP dan <i>Capacity Planning</i> pada tiga indikator utama.	Y ₁ : <i>On-Time Delivery</i> (OTD) Y ₂ : Distribusi Kapasitas Produksi Y ₃ : Efisiensi Biaya Pengadaan	Y ₁ : OTD = 100 % (Efisien) / OTD < 100% (Tidak Efisien) Y ₂ : ΔCUR_{range} O ₂ < ΔCUR_{range} O ₁ (Efisien) / ΔCUR_{range} O ₂ $\geq \Delta CUR_{range}$ O ₁ (Tidak Efisien)	Rasio /

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			Y ₃ : $\Delta\text{Biaya} = 0$ (Efisien) / $\Delta\text{Biaya} > 0$ (Tidak Efisien)	

Sumber: Data diolah peneliti, 2026

Variabel independen (X) dalam penelitian ini merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan, mencakup penerapan MRP dan *Capacity Planning* sekaligus dalam satu *platform* ERP Odoo. *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) berfungsi sebagai initial filter yang wajib dijalankan sebelum MRP dapat dieksekusi, sehingga keduanya membentuk satu rangkaian proses yang berurutan dan saling bergantung. Variabel dependen (Y) diukur melalui tiga indikator yang secara langsung mencerminkan dampak dari penerapan integrasi sistem tersebut terhadap kinerja perencanaan produksi perusahaan.

3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

3.2.3.1 Jenis dan sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari catatan dan dokumen internal CV Trina Jaya, meliputi data permintaan produk nata de coco selama 12 bulan (Januari–Desember 2025) dalam satuan kilogram, data historis permintaan tahun 2024 sebagai basis penyusunan *forecasting* dan Master Production Schedule (MPS), struktur produk atau *Bill of Materials* (BOM) yang memuat daftar dan jumlah seluruh bahan baku per *batch* produksi, data kapasitas nampan fermentasi dan siklus fermentasi per bulan, data *lead time* pemesanan bahan baku dari masing-masing pemasok, data biaya bahan baku dan biaya pemesanan, data persediaan awal (*on-hand inventory*) pada awal periode penelitian, serta catatan 25 *Purchase Order* pelanggan beserta status

ketepatan pengirimannya sepanjang tahun 2025. Data sekunder tambahan diperoleh dari literatur ilmiah berupa buku teks, jurnal penelitian, dan dokumentasi teknis Odoo Community Edition terkait modul *Manufacturing*, *MRP*, dan *Work center*. Populasi Sasaran

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data operasional sistem perencanaan produksi CV Trina Jaya, yang mencakup seluruh transaksi pembelian bahan baku, catatan produksi, data kapasitas nampan fermentasi, dan catatan pesanan pelanggan sepanjang periode penelitian tahun 2025. Unit analisis dalam penelitian ini adalah sistem perencanaan produksi CV Trina Jaya sebagai satu unit organisasional. Mengingat penelitian ini menggunakan objek tunggal berupa satu perusahaan dengan data operasional yang bersifat deterministik dan terukur, seluruh data populasi digunakan secara penuh sebagai *input* penelitian.

3.2.3.2 Penentuan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data operasional sistem perencanaan produksi CV Trina Jaya periode Januari–Desember 2025, yang meliputi data permintaan bulanan (12 periode), transaksi pembelian bahan baku DKP termasuk tiga kali *emergency buying*, data utilisasi kapasitas nampan fermentasi, dan seluruh *Purchase Order* (PO) pelanggan sebanyak 25 PO beserta status pengirimannya. Unit analisis dalam penelitian ini adalah organisasi, yaitu CV Trina Jaya sebagai satu kesatuan sistem produksi (Sekaran, 2016:148).

Teknik penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan *non-probability sampling* dengan metode sensus (*sampling jenuh*), yaitu teknik pengambilan sampel dimana seluruh anggota populasi digunakan sebagai sampel

penelitian. Hal ini dilakukan karena data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada data operasional perencanaan produksi perusahaan sehingga seluruh data populasi digunakan sebagai unit analisis dalam penelitian. (Sekaran, 2016:148)

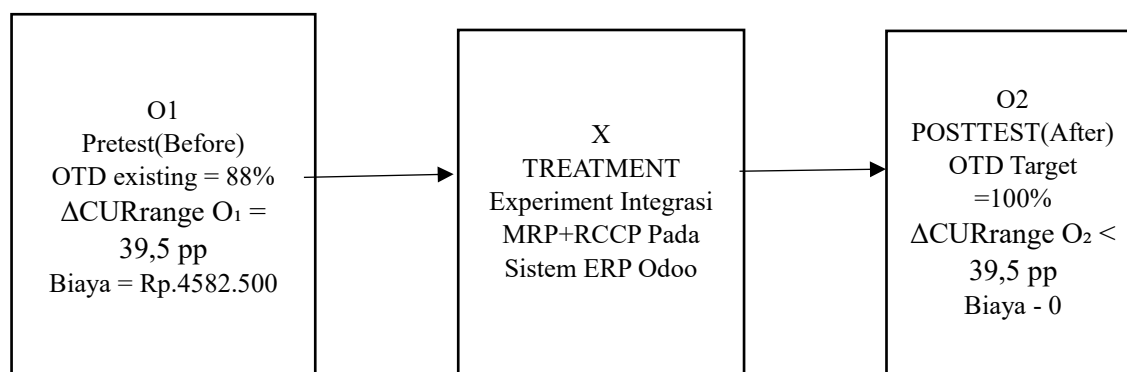
3.2.4 CUR Model penelitian

Model penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah quasi-*Experimental design* dengan rancangan pretest-posttest experimental group design ($O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$). Quasi-*Experimental design* merupakan rancangan eksperimen yang memberikan perlakuan (*treatment*) kepada kelompok eksperimen dan mengukur efeknya, namun tanpa kelompok kontrol, sehingga disebut sebagai rancangan yang paling lemah di antara semua rancangan eksperimen karena tidak dapat mengukur hubungan sebab-akibat yang sesungguhnya (Sekaran, 2016:148). Pemilihan rancangan ini dalam penelitian didasarkan pada kenyataan bahwa penelitian dilakukan pada satu objek tunggal (CV Trina Jaya) tanpa kemungkinan membentuk kelompok kontrol yang terpisah.

Kelompok eksperimen diberikan pengukuran awal (O_1), kemudian berikan pada perlakuan (X), lalu diberikan pengukuran akhir (O_2). Efek perlakuan diperoleh dengan mengukur perbedaan antara posttest dan pretest ($O_2 - O_1$). Dalam penelitian ini, O_1 merepresentasikan pengukuran kondisi sebelum perlakuan (before), yaitu nilai aktual tiga indikator efisiensi perencanaan produksi CV Trina Jaya tahun 2025 yang dijalankan tanpa sistem MRP dan *Capacity Planning* yang terstruktur: OTD aktual sebesar 88% (22 dari 25 PO tepat waktu), ΔCUR range sebesar 39,5 pp (CUR terendah 54,1% dan tertinggi 93,6%), dan total biaya *emergency buying* sebesar Rp4.582.500. X merepresentasikan perlakuan (*treatment*) berupa experiment

implementasi integrasi MRP dan *Capacity Planning* (RCCP) menggunakan sistem ERP Odoo Community Edition dengan data operasional nyata CV Trina Jaya tahun 2025 sebagai *input*. O_2 merepresentasikan pengukuran kondisi sesudah perlakuan (*after*), yaitu nilai tiga indikator efisiensi yang sama berdasarkan *output* experiment ERP Odoo.

Dalam *pretest-posttest experimental group design*, *testing effects* might *contaminate both internal validity (main testing effects)* dan *external validity (interactive testing effects)*, dan apabila eksperimen berlangsung dalam jangka waktu yang panjang, *history*, *mortality*, dan *maturation effects* juga dapat mengacaukan hasil. Dalam penelitian ini, risiko tersebut dimitigasi melalui dua cara. Pertama, data *input* experiment (O_2) menggunakan data operasional yang identik dengan kondisi aktual (O_1), yaitu data tahun 2025 yang sama, sehingga perbedaan antara O_1 dan O_2 semata-mata mencerminkan perbedaan sistem perencanaan (manual vs. ERP terintegrasi), bukan perbedaan kondisi lingkungan atau data. Kedua, *treatment* berupa experiment komputer dilakukan dalam satu sesi yang terkontrol sehingga tidak rentan terhadap efek *history*, *mortality*, atau *maturation*.



Gambar 3. 1
Model konseptual quasi experimental

3.2.5 Teknik Analisis Data

3.2.5.1 Pengolahan Data Awal (*Pre-Simulation Analysis*).

Pengolahan data awal merupakan tahap persiapan seluruh data *input* yang diperlukan sebelum experiment dijalankan pada sistem ERP Odoo. Tahap ini bertujuan memastikan bahwa data yang digunakan dalam experiment bersih, lengkap, dan representatif terhadap kondisi operasional nyata CV Trina Jaya sehingga *output* experiment dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Informasi operasional perusahaan dapat diperoleh melalui berbagai metode pengumpulan data primer maupun sekunder, termasuk wawancara dan penelaahan catatan serta arsip perusahaan (Sekaran, 2016:148).

Data yang dikumpulkan dan diolah pada tahap ini meliputi enam kategori. Pertama, data permintaan historis tahun 2024 sebanyak 12 titik data bulanan yang diperoleh dari catatan pesanan masuk CV Trina Jaya. Data ini digunakan sebagai *input* peramalan permintaan (*forecasting*) untuk menghasilkan proyeksi permintaan nata de coco per bulan sepanjang periode experiment tahun 2025. Peramalan adalah kegiatan memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang berdasarkan data yang relevan pada masa lalu, di mana apabila data tidak mengandung unsur tren maka teknik peramalan yang digunakan adalah *Single Moving Average* (SMA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES) (Rodiah, 2022). Pemilihan metode terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai kesalahan kedua metode menggunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), di mana metode dengan nilai error terkecil yang dipilih sebagai dasar penyusunan *Master Production*

Schedule (MPS) (Huriati et al., 2022). Hasil forecast selanjutnya divalidasi dengan membandingkan proyeksi terhadap data permintaan aktual tahun 2025 yang telah tersedia.

Kedua, data *Bill of Materials* (BOM) yang mencakup kebutuhan bahan baku per unit produk nata de coco, meliputi Daging Kelapa Putih (DKP), air kelapa, gula, DAP, cuka, dan bibit. Data BOM ini diinput ke dalam sistem ERP Odoo sebagai dasar perhitungan kebutuhan material pada tahap MRP. Ketiga, data kapasitas produksi yang terdiri dari jumlah nampan fermentasi yang tersedia, durasi siklus fermentasi per *batch*, jam kerja efektif per hari, serta tingkat efisiensi dan utilisasi *work center* sebagai input perhitungan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP). Keempat, data *lead time* pemasok untuk masing-masing bahan baku sebagai acuan penentuan waktu pemesanan pada *Planned Order Releases* hasil MRP. Kelima, data *on-hand inventory* awal periode experiment sebagai dasar perhitungan *Net Requirement* dengan formula $NR(t) = GR(t) - POH(t-1) - SR(t)$. Keenam, data aktual operasional CV Trina Jaya tahun 2025 yang meliputi 25 *Purchase Order* pelanggan beserta status ketepatan pengirimannya, data utilisasi kapasitas nampan fermentasi per bulan, serta tiga transaksi *emergency buying* bahan baku DKP pada bulan Maret, November, dan Desember 2025. Data ini berfungsi sebagai kondisi O_1 (*pretest*) sekaligus sebagai data pembanding dalam tahap verifikasi dan validasi model (Sekaran, 2016:148)

Seluruh data diverifikasi melalui triangulasi sumber, triangulasi data adalah teknik pengumpulan data dari beberapa sumber yang berbeda untuk meningkatkan kepercayaan terhadap hasil penelitian, karena apabila berbagai sumber

menghasilkan informasi yang konsisten maka keyakinan terhadap keakuratan data akan semakin kuat (Sekaran, 2016:148). Dalam penelitian ini, triangulasi dilakukan dengan mencocokkan catatan tertulis perusahaan dengan hasil wawancara langsung kepada pengelola CV Trina Jaya, guna memastikan keakuratan dan kelengkapan data sebelum diinput ke dalam sistem ERP Odoo.

3.2.5.2 Pembangunan Model Eksperimen (*Experimental Modeling*)

Tahap Pembangunan Model Eksperimen (*Experimental Modeling*) dilakukan dengan mengimplementasikan seluruh data yang telah dikumpulkan dan diverifikasi pada tahap Pengolahan Data Awal, yaitu data permintaan historis 2024, struktur BOM, parameter kapasitas nampan fermentasi, *lead time* pemasok, on-hand inventory awal, serta data aktual operasional CV Trina Jaya tahun 2025, ke dalam sistem ERP Odoo Community Edition. Pemilihan ERP Odoo didasarkan pada pertimbangannya sebagai platform open-source yang memiliki modul Manufacturing terintegrasi, mencakup fungsi MRP, *Work center*, dan *Capacity Planning* dalam satu sistem yang saling terhubung secara *real-time*. Pembangunan model experiment dilaksanakan secara bertahap mengikuti hierarki logika perencanaan produksi yang ditetapkan (Sekaran, 2016:148), yaitu dari MPS → RCCP → MRP, untuk memastikan bahwa setiap keputusan perencanaan didasarkan pada kapasitas yang telah tervalidasi.

Sebelum model dibangun, ditetapkan terlebih dahulu asumsi-asumsi yang menjadi batasan dan landasan operasional experiment, dalam penelitian eksperimental, peneliti harus mendefinisikan batasan (*scope and limitations*) dari

model yang dibangun agar kesimpulan tidak digeneralisasi melampaui kondisi yang diasumsikan

Pertama, permintaan bersifat deterministik, artinya jumlah permintaan per periode menggunakan hasil *forecasting* yang telah ditetapkan dan tidak mempertimbangkan variabilitas permintaan secara probabilistik. Kedua, *lead time* setiap bahan baku diasumsikan konstan sesuai kesepakatan dengan pemasok dan tidak berubah selama periode experiment. Ketiga, metode lot sizing yang digunakan adalah Lot for Lot (L4L), di mana jumlah yang dipesan sama persis dengan Net Requirements setiap periode, karena pendekatan ini paling sesuai untuk bahan baku dengan pola permintaan yang berubah-ubah setiap bulan dan meminimalkan biaya penyimpanan. Keempat, kapasitas produksi diasumsikan bersifat tetap (*fixed capacity*) selama periode experiment, artinya penambahan nampan fermentasi secara temporer tidak dipertimbangkan dalam model. Kelima, tidak ada tingkat kerusakan (*scrap rate*) maupun produk cacat yang diperhitungkan dalam proses fermentasi nata de coco, sehingga seluruh *input* bahan baku diasumsikan menghasilkan *output* produk yang sesuai dengan BOM. Keenam, *on-hand inventory* awal ditetapkan berdasarkan kondisi nyata stok CV Trina Jaya pada awal periode experiment.

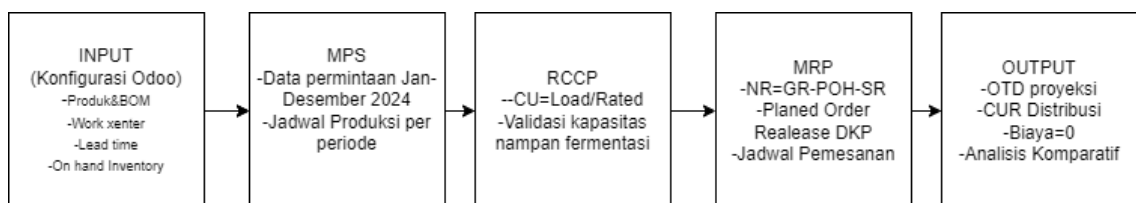
experiment dalam penelitian ini dirancang dalam dua skenario yang mencerminkan desain penelitian *one-group pretest-posttest*. Skenario pertama adalah kondisi O_1 (*existing condition*), yaitu kondisi perencanaan produksi CV Trina Jaya yang berjalan saat ini tanpa sistem MRP dan *Capacity Planning* yang terstruktur, di mana pemesanan bahan baku dilakukan secara reaktif berdasarkan

estimasi pengalaman. Kondisi ini direpresentasikan oleh data aktual operasional CV Trina Jaya tahun 2025 yang telah dikumpulkan pada tahap Pengolahan Data Awal. Skenario kedua adalah kondisi O_2 (*simulated condition*), yaitu kondisi perencanaan produksi yang dijalankan menggunakan integrasi MRP dan *Capacity Planning* pada sistem ERP Odoo, di mana seluruh kebutuhan material dan kapasitas dihitung secara antisipatif berdasarkan jadwal produksi yang telah direncanakan. *Output* dari skenario O_2 inilah yang kemudian dibandingkan dengan kondisi O_1 untuk mengukur efisiensi perencanaan produksi.

Parameter *input* yang digunakan dalam membangun model experiment pada sistem ERP Odoo dirangkum sebagai berikut: Untuk konfigurasi *Work center*, parameter yang *diinput* meliputi jumlah nampan fermentasi yang tersedia, jam kerja efektif per hari, tingkat efisiensi mesin (*Efficiency rate*), dan tingkat utilisasi (*utilization rate*). Untuk konfigurasi BOM, parameter yang *diinput* meliputi jenis dan kuantitas setiap bahan baku per satuan produksi nata de coco, yaitu kelapa, Daging Kelapa Putih (DKP), gula, pupuk DAP, asam asetat, dan starter bakteri *Acetobacter xylinum*. Untuk konfigurasi MRP, parameter yang *diinput* meliputi *lead time* pemesanan per bahan baku, *on-hand inventory* awal, dan metode *lot sizing Lot for Lot*. Seluruh parameter ini ditetapkan berdasarkan data aktual yang telah dikumpulkan dan diverifikasi dari CV Trina Jaya.

Secara teknis, tahapan experiment dijalankan sebagai berikut: Langkah pertama adalah konfigurasi sistem, yaitu menginput seluruh parameter di atas ke dalam modul *Manufacturing* ERP Odoo, mencakup data produk nata de coco, struktur BOM, dan *Work center* nampan fermentasi. Langkah kedua adalah

penyusunan *Master Production Schedule* (MPS) berdasarkan hasil *forecasting* permintaan tahun 2024 menggunakan metode terpilih (SMA atau SES), yang menentukan jumlah dan jadwal produksi setiap periode bulanan. Langkah ketiga adalah eksekusi *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) menggunakan formula $CU (\%) = \text{Load} / \text{Rated Capacity} \times 100\%$, di mana $\text{Rated Capacity} = \text{Available Time} \times \text{Efficiency} \times \text{Utilization}$, untuk memvalidasi apakah kapasitas nampan fermentasi mampu memenuhi MPS yang telah disusun. Apabila hasil CU melebihi 100% (*overload*), MPS direvisi terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke tahap MRP. Langkah keempat adalah eksekusi *Material Requirement Planning* (MRP) yang menghitung *Net Requirements* menggunakan formula $NR(t) = GR(t) - POH(t-1) - SR(t)$, di mana $GR = MPS \times \text{Qty BOM}$, dan menghasilkan *Planned Order Releases* sebagai *output* utama. Langkah kelima adalah pencatatan seluruh *output* experiment, yaitu MPS, *Capacity Load Report*, dan *Planned Order Releases*, sebagai data kondisi O_2 (*posttest*) yang akan digunakan dalam analisis komparatif.



Gambar 3. 2
Alur modeling experiment

3.2.5.3 Verifikasi dan Validasi Model.

Tahap verifikasi dan validasi model merupakan tahapan kritis yang bertujuan untuk memastikan bahwa model experiment yang dibangun dapat dipercaya dan merepresentasikan kondisi nyata dengan akurat. Tahapan ini terdiri dari dua proses yang berbeda namun saling melengkapi, yaitu verifikasi (verification) dan validasi (validation).

Verifikasi model dilakukan untuk memastikan bahwa sistem ERP Odoo yang telah dikonfigurasi berjalan sesuai dengan logika MRP dan RCCP yang seharusnya. Proses verifikasi dilaksanakan dengan cara membandingkan *output* yang dihasilkan sistem ERP Odoo, yaitu *Planned Order Releases* dan *Capacity Load Report*, dengan hasil perhitungan manual yang dilakukan peneliti secara paralel menggunakan data dan formula yang identik. Perhitungan manual MRP dilakukan dengan menggunakan tabel MRP standar yang mencakup kolom *Gross Requirements* (GR), *Scheduled Receipts* (SR), *Projected On-Hand* (POH), *Net Requirements* (NR), dan *Planned Order Releases* (POR) untuk setiap periode. Apabila terdapat perbedaan antara *output* sistem dan perhitungan manual yang melebihi toleransi 5%, maka konfigurasi sistem diperiksa ulang dan diperbaiki hingga keduanya menghasilkan nilai yang konsisten.

Validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model experiment mampu merepresentasikan kondisi nyata operasional CV Trina Jaya. Proses validasi dilaksanakan melalui dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah validasi historis (*historical validation*), yaitu membandingkan *output* MPS yang dihasilkan sistem terhadap data permintaan aktual tahun 2025 untuk memverifikasi bahwa

sistem mampu mereproduksi pola produksi yang sesungguhnya terjadi. Pendekatan kedua adalah validasi kapasitas (*capacity validation*), yaitu memverifikasi bahwa nilai *Capacity Utilization Rate* (CUR) yang dihasilkan RCCP untuk periode Januari–Desember 2025 konsisten dengan data utilisasi nampan fermentasi aktual yang telah terdokumentasi dalam catatan operasional CV Trina Jaya. Selain itu, validasi juga dilakukan melalui konfirmasi dengan pengelola CV Trina Jaya untuk memastikan bahwa asumsi-asumsi yang digunakan dalam model, seperti siklus fermentasi, kapasitas nampan, dan *lead time* bahan baku, sesuai dengan kondisi operasional aktual.

3.2.5.4 Analisis Komparatif Hasil experiment

Analisis komparatif (*before-after analysis*) merupakan tahapan inti dari keseluruhan teknik analisis data dalam penelitian ini. Dalam pretest-posttest experimental group design, efek perlakuan diperoleh dengan mengukur perbedaan antara nilai posttest dan pretest ($O_2 - O_1$) (Sekaran, 2016:148). Dalam konteks penelitian ini, analisis komparatif dilakukan dengan membandingkan nilai kuantitatif tiga indikator efisiensi perencanaan produksi antara kondisi O_1 (sebelum penerapan integrasi MRP dan *Capacity Planning* berbasis ERP Odoo) dan kondisi O_2 (sesudah experiment integrasi MRP dan *Capacity Planning* pada ERP Odoo). Analisis hubungan antar variabel dalam data kuantitatif sangat penting, di mana peneliti harus mampu mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada variabel dependen sebagai akibat dari perubahan variabel independen (Sekaran, 2016:148). Dalam penelitian ini, variabel independen adalah integrasi MRP dan *Capacity*

Planning berbasis ERP Odoo (X), sedangkan variabel dependen adalah efisiensi perencanaan produksi yang diukur melalui tiga indikator.

Perbandingan pertama dilakukan pada indikator *On-Time Delivery* (Y_1). Pengukuran O_1 pada Y_1 menggunakan formula $OTD (\%) = (\text{Jumlah PO terkirim tepat waktu} / \text{Total PO}) \times 100\%$, yang menghasilkan OTD aktual sebesar 88% berdasarkan data 22 dari 25 PO yang terkirim tepat waktu sepanjang tahun 2025. Nilai ini berada di bawah *threshold* efisiensi 100% yang ditetapkan sebagai standar, karena seluruh janji pengiriman yang telah disepakati dalam setiap Purchase Order harus dipenuhi. Pengukuran O_2 pada Y_1 dilakukan berdasarkan *output* experiment ERP Odoo, di mana dengan diterapkannya MRP, *Planned Order Releases* diterbitkan jauh sebelum periode permintaan puncak sehingga kejadian *emergency buying* DKP yang menjadi akar penyebab keterlambatan produksi dan pengiriman pada bulan Maret, November, dan Desember 2025 dapat dieliminasi. Perbandingan nilai $O_2 - O_1$ pada Y_1 menggambarkan peningkatan kinerja ketepatan pengiriman.

Perbandingan kedua dilakukan pada indikator Distribusi Kapasitas Produksi (Y_2) yang diukur menggunakan rentang fluktuasi CUR dengan formula $\Delta CUR_{\text{range}} = CUR_{\text{maks}} - CUR_{\text{min}}$. Pengukuran O_1 pada Y_2 dihitung berdasarkan data utilisasi nampan fermentasi aktual Januari–Desember 2025, menghasilkan $\Delta CUR_{\text{range}} = 93,6\% - 54,1\% = 39,5$ pp. Angka ini mencerminkan bahwa sistem perencanaan produksi yang berjalan secara reaktif tidak mampu mendistribusikan beban kapasitas secara merata sepanjang tahun, sehingga lonjakan utilisasi ke 93,6% pada bulan Maret terjadi tanpa antisipasi apapun. Pengukuran O_2 pada Y_2 diperoleh dari *Capacity Load Report* yang dihasilkan RCCP berbasis ERP Odoo. Distribusi

kapasitas produksi dikatakan membaik apabila $\Delta CURrange$ O_2 lebih kecil dari $\Delta CURrange$ O_1 sebesar 39,5 pp, yang berarti penerapan integrasi MRP dan *Capacity Planning* berbasis ERP Odoo berhasil meratakan distribusi beban kapasitas nampun fermentasi sepanjang tahun perencanaan. Perbandingan nilai $O_2 - O_1$ pada Y_2 menggambarkan seberapa besar penyempitan rentang fluktuasi utilisasi yang dicapai melalui penerapan sistem perencanaan yang terintegrasi.

Perbandingan ketiga dilakukan pada indikator Efisiensi Biaya Pengadaan (Y_3). Pengukuran O_1 pada Y_3 menggunakan formula $\Delta Biaya = (\text{Harga Emergency} - \text{Harga Normal}) \times \text{Kuantitas Emergency}$, yang menghasilkan total kerugian biaya pengadaan darurat sebesar Rp4.582.500 akibat tiga kali pembelian DKP dengan selisih harga Rp500–Rp1.000/kg di bulan Maret, November, dan Desember 2025. Pengukuran O_2 pada Y_3 diperoleh dari *Planned Order Releases* yang dihasilkan MRP dalam sistem ERP Odoo, di mana seluruh pemesanan DKP dijadwalkan berdasarkan *lead time* yang diperhitungkan sehingga pembelian dilakukan jauh sebelum periode puncak dan tidak ada lagi kebutuhan *emergency buying*, menghasilkan $\Delta Biaya = 0$. Membandingkan bukan hanya signifikansi statistik tetapi juga signifikansi praktis (*practical significance*) dari temuan penelitian. Oleh karena itu, hasil analisis komparatif pada ketiga indikator ini akan diinterpretasikan tidak hanya dari segi besaran perubahan numeriknya, tetapi juga dari segi dampak manajerial yang nyata bagi operasional CV Trina Jaya.