JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan
Vol. 9 No.1, 2026, hal.198-213 ISSN 2746-3249

Kerangka Adaptasi pada Optimasi Pendapatan Industri Mebel Skala Usaha Kecil dan Rumah Tangga di Kota Kupang

Laurentius Desy Wisnu Wardhana[1]*, Apolonia Febronia Djuita[1], Luisa Moi Manek[1], Fabianus Ranta[2], Adrin[2]
[1]Program Studi Pengelolaan Hutan, Jurusan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang
[2]Program Studi Manajemen Sumber Daya Hutan, Jurusan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang
**wisnu211280@gmail.com*

Abstract
The limitations of production optimization approaches in small-scale and household furniture industries generally fail to account for parameter stability under conditions of market uncertainty. Although linear programming (LP) has been widely applied to microenterprises in Indonesia, most studies focus solely on optimal solutions without examining parametric stability, thereby creating a research gap. This study was conducted in Kupang City, East Nusa Tenggara, using primary data from 72 business units. Two LP models based on the simplex method were formulated and analyzed using sensitivity and demand scenario approaches. The results indicate that the optimal solution is sensitive to changes in profit coefficients, particularly for doors and cabinets, which have a narrow stability range. Skilled labor is the primary constraint, while capital and raw materials are unconstrained. Scenario analysis indicates potential revenue fluctuations, necessitating a scenario-based adaptation framework to support evidence-based decision-making.
Keywords*: Linear Programming; Sensitivity Analysis; Furniture Industry; Revenue Optimization; Scenario Planning.*

Abstrak
Penelitian ini berdasarkan pada keterbatasan pendekatan optimasi produksi pada industri mebel skala kecil dan rumah tangga yang umumnya belum mempertimbangkan stabilitas parameter dalam kondisi ketidakpastian pasar. Meskipun *linear programming* (LP) telah banyak diterapkan pada usaha mikro di Indonesia, sebagian besar studi hanya berfokus pada solusi optimal tanpa mengkaji stabilitas parametrik sehingga menimbulkan celah penelitian. Studi ini dilakukan di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan data primer dari 72 unit usaha. Dua model LP berbasis metode simpleks diformulasikan dan dianalisis menggunakan pendekatan sensitivitas dan skenario permintaan. Hasil menunjukkan bahwa solusi optimal sensitif terhadap perubahan koefisien keuntungan, khususnya pada produk pintu dan lemari dengan rentang stabilitas sempit. Tenaga kerja terampil merupakan kendala utama, sedangkan modal dan bahan baku tidak mengikat. Analisis skenario menunjukkan potensi fluktuasi pendapatan, sehingga diperlukan kerangka adaptasi berbasis skenario untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti.
Kata Kunci: *Linear Programming*; Analisis Sensitivitas; Industri Mebel; Optimasi Pendapatan; Perencanaan Skenario.

PENDAHULUAN

Industri mebel kayu di Kota Kupang merupakan salah satu subsektor industri pengolahan yang memiliki peran strategis dalam penyerapan tenaga kerja lokal dan pemanfaatan hasil hutan

kayu di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Kota Kupang sebagai ibukota provinsi dengan jumlah penduduk terbesar di NTT yakni 442.768 jiwa (BPS Kota Kupang, 2021). Oleh karena itu permintaan produk furnitur untuk kebutuhan rumah tangga, perkantoran, sekolah, dan gereja relatif lebih stabil. Kondisi ini mendorong pertumbuhan industri mebel yang pada tahun 2021 tercatat berjumlah 257 unit usaha terdiri dari industri kecil dengan 5–9 tenaga kerja dan industri rumah tangga dengan 1–4 tenaga kerja (BPS Provinsi NTT, 2021)

Meskipun keberadaan industri mebel di Kota Kupang cukup masif akan tetapi perencanaan produksi yang dilakukan oleh para pengusaha umumnya masih bersifat heuristik berdasarkan pengalaman dan intuisi bukan melalui analisis kuantitatif yang sistematis (Molina-Abril dkk., 2025). Akibatnya alokasi sumber daya yang terbatas (bahan baku kayu, modal kerja, dan tenaga kerja terampil) seringkali tidak mencapai titik optimal sehingga pendapatan yang diperoleh berada di bawah potensi maksimalnya (Pittenger dkk., 2023). *Linear Programming* (LP) menyediakan kerangka matematis yang telah terbukti efektif untuk memaksimalkan pendapatan dengan mempertimbangkan kendala sumber daya secara eksplisit (Golden dkk., 2024; Caicedo Solano dkk., 2022)

Kajian-kajian yang terdokumentasi hingga saat ini umumnya hanya menjangkau tahap pencarian solusi optimal tanpa melanjutkan pengujian terhadap stabilitas parameter ketika kondisi pasar berubah, sebagaimana teridentifikasi pada studi-studi LP industri mebel dan garmen di Indonesia (FoEh, 2025; Rumetna dkk., 2025; Indhasari & Ramli, 2024; Rahmah dkk., 2020; Rosyida dkk., 2020). Keterbatasan ini semakin kritis dalam konteks UKM yang beroperasi dengan margin sumber daya yang sempit, di mana ketidakmampuan mendeteksi pergeseran parameter secara dini dapat berdampak langsung pada kelangsungan usaha (Modrak & Soltysova, 2025; Molina-Abril dkk., 2025). Pasar industri mebel di kawasan Indonesia Timur mencerminkan lingkungan bisnis yang dinamis. Harga bahan baku kayu rentan terhadap fluktuasi musiman dan perubahan kebijakan kehutanan, sementara permintaan produk mengikuti siklus pembangunan dan pengadaan pemerintah. Di sisi lain, kapasitas tenaga kerja terampil juga menghadapi tekanan struktural akibat keterbatasan institusi pendidikan vokasi. Dalam konteks ini, analisis sensitivitas menjadi penting untuk mengidentifikasi batas toleransi perubahan parameter dalam sistem produksi. Dalam konteks ini, analisis sensitivitas yang mampu mendefinisikan rentang toleransi setiap parameter kritis sebelum komposisi solusi optimal mengalami pergeseran menjadi perangkat analitik yang tidak hanya relevan secara metodologis, tetapi juga bernilai strategis bagi pengambilan keputusan manajerial di tingkat usaha (Andersen dkk., 2025; Pappas dkk., 2021).

Keterbaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek yang belum dijumpai secara terintegrasi dalam literatur LP industri mebel di Indonesia. Pertama, penelitian ini menerapkan analisis sensitivitas penuh yang mencakup rentang stabilitas koefisien fungsi tujuan, rentang kelayakan sisi kanan (*right-hand side*), dan harga bayangan (*shadow price*) yang digunakan pada data industri mebel skala mikro di kawasan Indonesia Timur yang ditandai oleh volatilitas pasar tinggi. Kedua, temuan kuantitatif tersebut diterjemahkan ke dalam kerangka adaptasi berbasis tiga skenario permintaan yang dapat dioperasionalkan langsung oleh pelaku usaha tanpa keahlian riset operasi. Ketiga, penelitian ini berkontribusi pada pengisian celah empiris yang diidentifikasi oleh Molina-Abril et al. (2025) mengenai perlunya model keputusan yang bersifat *robust* dan adaptif bagi UMK di negara berkembang yang menghadapi informasi pasar tidak sempurna.

Penelitian ini bertujuan pertama, mengidentifikasi rentang toleransi parameter kritis LP (koefisien pendapatan per produk, kapasitas tenaga kerja, dan batas permintaan produk) terhadap solusi optimal industri mebel kecil dan rumah tangga di Kota Kupang; kedua, mengkuantifikasi nilai marginal (*shadow price*) setiap kendala yang mengikat dan menerjemahkannya ke dalam prioritas investasi yang dapat dioperasionalkan; ketiga,

merumuskan kerangka adaptasi berbasis skenario yang menghubungkan temuan sensitivitas dengan respons strategis untuk kondisi pasar optimis, dasar, dan pesimis.

Kontribusi penelitian ini bersifat ganda yaitu metodologis dan praktis. Secara metodologis menawarkan integrasi analisis sensitivitas LP dengan perencanaan skenario berbasis UMKM di wilayah berkembang yang memiliki volatilitas tinggi yang masih jarang dibahas dalam konteks industri mebel di Indonesia Timur. Secara praktis, penelitian ini menyediakan alat bantu keputusan berbasis angka yang dapat digunakan langsung oleh pengusaha mebel berskala UMKM yang tidak memiliki latar belakang riset operasi.

KAJIAN PUSTAKA

Optimasi *Linear Programming* pada Industri Manufaktur Skala Kecil

Linear programming adalah teknik optimasi matematis yang mencari nilai maksimum atau minimum suatu fungsi tujuan linear dengan mempertimbangkan sekumpulan kendala linear (Golden dkk., 2024). Model LP bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya seperti bahan baku, tenaga kerja, dan kapasitas produksi, serta memenuhi berbagai kendala operasional dan permintaan pasar (Caicedo Solano dkk., 2022). Metode simpleks sebagai bagian dari *linear programming* digunakan untuk menentukan solusi optimal dan diimplementasikan dengan bantuan perangkat lunak seperti POM-QM for Windows untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi perhitungan (Rumetna dkk., 2025)

Penerapan LP pada industri manufaktur skala kecil di Indonesia telah berkembang pesat. Pengaplikasikan LP berbasis simpleks untuk mengoptimalkan perencanaan produksi pada industri garmen Indonesia dan menemukan peningkatan pendapatan sebesar 18,7% dibandingkan penjadwalan heuristik (Rosyida dkk., 2020). Pemodelkan optimasi multi-produk pada UKM bakeri di Malang dan mengidentifikasi solusi titik sudut yang meningkatkan laba bulanan sebesar Rp2.100.000 (Hidayah dkk., 2022). Dalam sektor mebel pengoptimalkan biaya produksi pada usaha pengolahan kayu jati di Majene dengan pendekatan LP dan membuktikan efektivitas metode simpleks dalam mengidentifikasi kombinasi produk optimal berbasis kendala sumber daya (Indhasari & Ramli, 2024). Penerapkan LP pada industri mebel kayu rakyat skala kecil dan menemukan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya produksi secara signifikan (FoEh, 2025).

Analisis Sensitivitas dalam Riset Operasi

Analisis sensitivitas mengkaji bagaimana solusi optimal dan nilai fungsi tujuan merespons perubahan parameter model (Andersen dkk., 2025; Pappas dkk., 2021). Dua kategori analisis sensitivitas relevan untuk perencanaan produksi. Pertama, analisis rentang koefisien fungsi tujuan menentukan interval (cL, cU) bagi koefisien pendapatan per unit setiap variabel keputusan, yaitu batas bawah dan atas yang masih mempertahankan komposisi produk optimal saat ini meskipun nilai fungsi tujuan berubah(Andersen dkk., 2025). Kedua, analisis rentang sisi kanan (RHS) menentukan interval (bL, bU) bagi setiap nilai kendala dengan disertai harga bayangan (*dual value*) yang mengkuantifikasi peningkatan marginal dalam fungsi tujuan per satu unit pelonggaran kendala (Mohd Baki & Cheng, 2021)

Pendekatan LP parametrik untuk optimasi multi-objektif dan menunjukkan bahwa analisis sensitivitas merupakan fondasi penting bagi pembuatan keputusan robust (Pappas dkk., 2021). Penggunakan analisis sensitivitas untuk menilai risiko bisnis pengenalan produk baru pada perusahaan manufaktur berkendala modal (Andersen dkk., 2025). Harga bayangan dapat digunakan langsung sebagai panduan investasi kapasitas dalam rantai pasokan yang resilien (Mohd Baki & Cheng, 2021). Analisis sensitivitas tidak hanya mengidentifikasi batas perubahan parameter tetapi juga secara implisit mengungkapkan struktur kendala yang dominan sehingga dapat diprioritaskan dalam manajemen operasional dan perencanaan investasi (Andersen dkk., 2025).

Perencanaan Skenario dalam Strategi Manufaktur

Scenario planning adalah metode perencanaan strategis yang membantu organisasi mempersiapkan berbagai kemungkinan masa depan dengan membangun beberapa skenario alternatif dan mengevaluasi dampaknya terhadap strategi (Miller dkk., 2023).

Dalam riset operasi manufaktur analisis skenario melengkapi analisis sensitivitas LP dengan menerjemahkan batas-batas parametrik ke dalam narasi perencanaan yang dapat ditindaklanjuti oleh manajer non-teknis (Rusanen dkk., 2024). Usaha kecil di negara berkembang yang menghadapi informasi pasar yang tidak sempurna dan kapasitas analitik yang terbatas membutuhkan kerangka adaptasi berbasis skenario yang telah dihitung sebelumnya sebagai alat bantu keputusan proaktif (Molina-Abril dkk., 2025; Miller dkk., 2023).

Integrasi antara analisis sensitivitas dengan perencanaan skenario stokastik dalam penjadwalan produksi energi dan menunjukkan bahwa kombinasi keduanya menghasilkan strategi yang lebih *robust* dibandingkan analisis sensitivitas tunggal (Li dkk., 2022). Pendekatan serupa diterapkan pada optimasi produksi LP di industri mebel kayu rakyat skala kecil (FoEh, 2025). Dalam konteks industri berbasis kayu menekankan pentingnya pendekatan adaptif dalam penciptaan nilai berbasis hutan untuk menghadapi volatilitas pasokan bahan baku dan permintaan pasar (Rusanen dkk., 2024).

Tabel 1
Pemetaan Studi Terdahulu

Penulis	Industry	Metode LP	Solusi Optimal	Analisis Sensitivitas	Rentang Stabilitas Parameter	Harga Bayangan	Perencanaan Skenario	Kerangka Adaptasi
Indhasari & Ramli (2024)	Mebel kayu	Simpleks	v	-	-	-	-	-
FoEh (2025)	Mebel kayu rakyat	Simpleks	v	-	-	-	-	-
Rosyida dkk., (2020)	Garmen	Simpleks	v	-	-	-	-	-
Rahmah dkk., (2020)	Furniture	Simpleks	v	Parsial	-	-	-	-
Rumetna dkk., (2025)	Usaha Kecil	Simpleks	v	-	-	-	-	-
Andersen dkk., (2025)	Optimasi multi objektif	MILP	v	v	v	-	-	-
Gómez-Rocha dkk., (2021)	Rantai pasokan	LP Stokastik	v	v	Parsial	v	Terbatas	-
Li dkk., (2022)	Produksi energi	LP Stokastik	v	v	v	v	v	-
Penelitian ini	Mebel	Simpleks	v	v	v	v	v	v

Tabel 1 memperlihatkan secara eksplisit bahwa seluruh studi LP pada industri mebel dan manufaktur di Indonesia (baris 1–5) hanya menyajikan solusi optimal tanpa melakukan analisis sensitivitas, penetapan rentang stabilitas parameter, maupun perencanaan skenario. Studi di luar konteks mebel yang melibatkan analisis sensitivitas (baris 6–9) umumnya bergerak pada sektor dan negara yang berbeda, menggunakan formulasi LP yang lebih kompleks (MILP atau stokastik), dan tidak menghasilkan kerangka adaptasi yang dapat dioperasionalkan oleh usaha kecil dan rumah tangga. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah yang belum terjawab

pada tiga dimensi sekaligus, yaitu: (1) konteks industri mebel skala mikro di kawasan timur Indonesia; (2) integrasi penuh analisis sensitivitas koefisien fungsi tujuan, RHS, dan harga bayangan pada model simpleks; serta (3) terjemahan hasil kuantitatif ke dalam kerangka adaptasi berbasis skenario yang dapat langsung diterapkan oleh pelaku usaha tanpa keahlian riset operasi.

METODE

Lokasi, Populasi, dan Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian dilaksanakan di enam kecamatan di Kota Kupang (Alak, Maulafa, Oebobo, Kota Raja, Kota Lama, dan Kelapa Lima). Populasi penelitian berjumlah 257 industri mebel berbahan baku kayu yang terdata di Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi NTT tahun 2022. Ukuran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan toleransi kesalahan 10% dan menghasilkan n = 72 industri.

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)} = \frac{257}{(1 + 257x10\%^2)} = 71{,}99 \approx 72\ industri$$

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *proportional stratified random sampling* berdasarkan kecamatan dengan alokasi sampel proporsional terhadap jumlah mebel yang ditemukan di lapangan per kecamatan. Dari 72 sampel terpilih terdiri dari 25 sampel termasuk kategori industri kecil (5–9 pekerja) dan 47 sampel termasuk industri rumah tangga (1–4 pekerja). Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terstruktur dengan pemilik usaha, observasi langsung, dan kajian dokumen catatan produksi.

Formulasi Model Linear Programming

Dua model LP diformulasikan secara terpisah yaitu Model A untuk industri kecil dan Model B untuk industri rumah tangga. Model optimasi dalam penelitian ini diformulasikan sebagai masalah *linear programming* dengan tujuan memaksimalkan pendapatan total. Penyelesaian model optimalisasi menggunakan aplikasi *solver simpleks QM for Windows*. Fungsi tujuan dinyatakan sebagai penjumlahan keuntungan per unit produk dikalikan jumlah produksi masing-masing produk. Kendala dalam model meliputi keterbatasan modal, bahan baku, tenaga kerja, serta batas permintaan pasar untuk setiap produk. Selain itu, seluruh variabel keputusan dibatasi tidak negatif. Formulasi matematis lengkap disajikan pada persamaan berikut:

$$Maksimalkan\ Z\ = \sum_{i=1}^{n} C_i\, X_i$$

Keterangan:
Z= total pendapatan (Rp/bulan)
C_i= keuntungan per unit produk ke-i
X_i= jumlah produksi produk ke-i
Variabel keputusan mencakup sebelas kategori produk yaitu set meja kursi ruang tamu (X_1), set meja kursi ruang makan (X_2), set meja kursi sekolah (X_3), kursi (X_4), meja (X_5), ranjang (X_6), lemari (X_7), pintu (X_8), jendela (X_9), kusen (X_{10}), dan peti (X_{11}).

Kendala Modal

$$\sum_{i=1}^{n} a_i\, X_i \leq K$$

Keterangan:
a_i= kebutuhan modal per unit produk ke-i
K= total modal tersedia (pinjaman KUR sebesar Rp25.000.000/bulan)

Kendala Bahan Baku Kayu

$$\sum_{i=1}^{11} b_i X_i \leq B$$

Keterangan:
b_i= kebutuhan bahan baku per unit
B= total bahan baku tersedia (bahan baku kayu dari lima *sawmill* sebesar 842 m³/bulan)

Kendala Tenaga Kerja

$$\sum_{i=1}^{11} l_i X_i \leq L$$

Keterangan:
l_i= kebutuhan tenaga kerja per unit
L= total tenaga kerja tersedia / Hari Orang Jam (HOj) per bulan. Kelompok industri kecil sebesar 1.356 HOj/bulan (7 orang × 8 jam × 26 hari) dan kelompok industri rumah tangga sebesar 593 HOj/bulan untuk (3 orang × 8 jam × 26 hari)

Kendala Permintaan Pasar

$$X_i \leq D_i$$

Keterangan:
D_i= permintaan maksimum produk ke-i. i=1,2, ... ,11

Kendala Non-Negatif

$$X_i \geq 0 \quad \text{dengan } i = 1,2,\ldots,11$$

Kerangka Analisis Sensitivitas

Setelah solusi optimal diperoleh melalui solver simpleks QM for Windows maka analisis sensitivitas dilakukan terhadap (a) koefisien fungsi tujuan (C_i) dihitung *allowable increase* dan *decrease* untuk menetapkan rentang stabilitas (cL, cU) bagi setiap produk; (b) parameter sisi kanan (RHS) dihitung *allowable increase* dan *decrease* untuk menetapkan rentang kelayakan (bL, bU) setiap kendala, disertai harga bayangan (*dual value*) untuk kendala yang mengikat; dan (c) biaya tereduksi (*reduced cost*) bagi variabel non-basis yaitu seberapa besar peningkatan C_i yang diperlukan agar produk tersebut masuk ke dalam basis optimal.

Konstruksi Skenario

Tiga skenario permintaan dikonstruksi berdasarkan rentang stabilitas yang teridentifikasi dari analisis sensitivitas yaitu Skenario Pesimis (P) dengan penurunan semua batas permintaan sebesar -20% dari nilai dasar; Skenario Dasar (D) dengan nilai batas permintaan sesuai survei; dan Skenario Optimis (O) dengan peningkatan semua batas permintaan sebesar 20% dari nilai dasar. Pendapatan skenario dihitung menggunakan interpolasi harga bayangan untuk gangguan dalam batas stabilitas dan re-optimasi penuh dilakukan untuk skenario yang melampaui batas stabilitas.

HASIL DAN ANALISIS

Profil Responden

Tabel 2 merangkum karakteristik utama 72 industri mebel sampel. Kepemilikan usaha didominasi kaum laki-laki (97%) dengan 99% pemilik berada pada kelompok usia produktif 15–64 tahun. Sebesar 66% usaha beroperasi kurang dari 10 tahun yang mengindikasikan basis wirausahawan yang masih relatif muda dari sisi pengalaman sehingga perlu alat bantu perencanaan berbasis data. Oleh karena itu perlu alat bantu perencanaan berbasis data untuk

menggantikan pengambilan keputusan yang semata-mata bertumpu pada pengalaman *ad hoc* (Modrak & Soltysova, 2025; Molina-Abril dkk., 2025). Jenis kayu yang paling banyak dimanfaatkan adalah jati (*Tectona grandis*) yang berasal dari daratan Pulau Timor dan diolah oleh lima *sawmill* aktif di Kota Kupang. Total permintaan kayu seluruh industri sampel mencapai 730 m³/bulan sementara kapasitas penawaran *sawmill* adalah 842 m³/bulan menunjukkan kondisi surplus 112m^3 di sisi pasokan.

Tabel 2
Profil Responden Industri Mebel di Kota Kupang

Karakteristik	Industri Kecil (n=25)	Industri Rumah Tangga (n=47)	Total (n=72)
Jenis kelamin laki-laki (%)	96%	97%	97%
Usia 15–64 tahun (%)	100%	98%	99%
Lama usaha < 5 tahun (%)	28%	36%	33%
Lama usaha 6–10 tahun (%)	36%	32%	33%
Rata-rata jumlah tenaga kerja (orang)	7	3	5
Jenis kayu utama: Jati (%)	92%	91%	91%
Total permintaan kayu (m³/bulan)	410	320	730
Total penawaran *sawmill* (m³/bulan)	842	842	842
Rata-rata biaya produksi (Rp/tahun)	750.099.063	289.947.169	–
Rata-rata penerimaan (Rp/tahun)	922.857.600	369.492.553	–
Rata-rata pendapatan bersih (Rp/bulan)	14.396.545	6.628.782	–
Rasio R/C	**1,23**	**1,27**	**–**

Sumber: Hasil Olah Data Primer Survei Lapangan

Solusi Optimal *Linear Programming*

Model optimasi dengan tujuan memaksimalkan pendapatan total menggunakan aplikasi *solver simpleks QM for Windows.* Untuk memastikan keandalan hasil optimasi maka dilakukan verifikasi solusi optimal yang dihasilkan oleh QM for Windows melalui substitusi langsung ke dalam fungsi tujuan dan seluruh kendala model sebagaimana direkomendasikan oleh Rumetna et al. (2025) untuk memastikan keandalan *output solver* pada perangkat lunak berbasis simpleks. Hasil substitusi menunjukkan bahwa seluruh kendala terpenuhi (*feasible*) dan nilai fungsi tujuan sesuai dengan *output solver* sehingga solusi yang diperoleh dapat dinyatakan valid secara matematis. Selain itu tidak terdapat pelanggaran terhadap batasan non-negatif yang mengindikasikan bahwa solusi berada dalam ruang *feasible* yang diperbolehkan.

Tabel 3 dibawah ini menyajikan kombinasi produk optimal yang dihasilkan dari metode simpleks untuk masing-masing kategori industri. Industri kecil menghasilkan solusi tujuh produk aktif yaitu set meja kursi ruang tamu (1 unit), kursi (13 unit), meja (4 unit), ranjang (5 unit), lemari (1 unit), pintu (8 unit), dan kusen (28 unit) dengan pendapatan maksimal Rp14.992.409/bulan, melampaui rata-rata aktual Rp14.396.545/bulan sebesar Rp595.864 (4,1%). Industri rumah tangga memperoleh solusi tiga produk yaitu set meja kursi sekolah (7 unit), pintu (12 unit), dan kusen (14 unit) dengan pendapatan maksimal Rp6.788.330/bulan melampaui rata-rata aktual Rp6.628.782/bulan sebesar Rp159.548 (2,4%).

Peningkatan pendapatan sebesar 4,1% pada industri kecil (Rp595.864/bulan) dan 2,4% pada industri rumah tangga (Rp159.548/bulan) dibandingkan rata-rata aktual perlu ditafsirkan secara proporsional. Temuan ini menunjukkan bahwa pelaku usaha telah beroperasi mendekati kondisi optimal secara intuitif. Kondisi tersebut konsisten dengan konsep *bounded rationality*, di mana keputusan diambil berdasarkan keterbatasan informasi dan kapasitas analitik. Dalam

usaha kecil dan rumah tangga, pengambilan keputusan umumnya tidak dilakukan melalui optimisasi matematis formal. Sebaliknya, keputusan lebih banyak didasarkan pada heuristik berbasis pengalaman. Meskipun demikian, pendekatan ini tetap mampu menghasilkan kinerja yang relatif efisien dan adaptif dalam lingkungan yang kompleks dan penuh ketidakpastian (Molina-Abril dkk., 2025; Pittenger dkk., 2023; Slam dkk., 2023; Vargas dkk., 2023). Dari sisi metodologis nilai utama model LP dalam penelitian ini tidak terletak pada besar kecilnya peningkatan pendapatan melainkan pada kemampuannya dalam mengidentifikasi batas maksimum pendapatan yang dapat dicapai berdasarkan keterbatasan sumber daya yang ada. Tanpa pendekatan ini maka batas tersebut tidak dapat diukur secara eksplisit sehingga pelaku usaha tidak memiliki acuan objektif untuk menilai kinerja produksinya.

Berikut penjabaran yang dimaksud dalam Tabel 3.

Tabel 3
Solusi Optimal LP per Kategori Industri Mebel di Kota Kupang

Produk	C_i Kecil (Rp)	Solusi (unit)	Kontribusi (Rp)	C_i RT (Rp)	Solusi RT (unit)	Kontribusi RT (Rp)
Set meja kursi tamu (X_1)	1.700.000	1*	1.700.000	1.418.750	0	–
Set meja kursi makan (X_2)	787.500	0	–	850.000	0	–
Set meja kursi sekolah (X_3)	181.250	0	–	270.000	7*	1.890.000
Kursi (X_4)	150.000	13*	1.950.000	103.500	0	–
Meja (X_5)	480.769	4*	1.923.076	256.000	0	–
Ranjang (X_6)	620.000	5*	3.100.000	393.333	0	–
Lemari (X_7)	673.333	1*	673.333	555.263	0	–
Pintu (X_8)	312.000	8*	2.496.000	278.889	12*	3.346.668
Jendela (X_9)	111.400	0	–	106.136	0	–
Kusen (X_{10})	112.500	28*	3.150.000	110.833	14*	1.551.662
Peti (X_{11})	750.000	0	–	–	–	–
Total Pendapatan Optimal (Rp/bulan)			**14.992.409**			**6.788.330**

RT = Industri Rumah Tangga; * = Produk dalam basis optimal.
Sumber: Hasil Olah Data dengan QM for Windows, 2022.

Meskipun secara persentase tampak kecil nilai absolut peningkatan Rp159.548 - Rp595.864 per bulan perlu dikontekstualisasikan terhadap kondisi ekonomi riil. Rata-rata upah minimum Provinsi NTT tahun 2022 adalah Rp2.008.410 per bulan (BPS NTT, 2022). Peningkatan Rp595.864 setara dengan 29,7% UMP NTT. Nilai ini tergolong tidak trivial bagi pengusaha mebel rumah tangga yang beroperasi dengan margin tipis. Dalam kerangka *practical significance*, relevansi sebuah intervensi pada UMK tidak selalu diukur dari persentase peningkatan tetapi dari nilai absolutnya melampaui biaya implementasi rekomendasi tersebut. Mengadopsi bauran produk yang direkomendasikan tidak memerlukan investasi tambahan namun perubahan keputusan produksi sehingga *benefit-cost ratio* dari rekomendasi ini secara teknis mendekati tak terbatas (Modrak & Soltysova, 2025).

Signifikansi praktis dari suatu model optimasi pada UMKM tidak semata-mata ditentukan oleh besarnya peningkatan hasil, tetapi oleh keseimbangan antara manfaat yang diperoleh dan biaya implementasi yang harus ditanggung. Dalam banyak kasus, keterbatasan sumber daya, biaya adopsi, dan kompleksitas implementasi menjadi faktor utama yang

menentukan apakah suatu solusi optimal secara teoritis juga layak secara praktis (Modrak & Soltysova, 2025; Molina-Abril dkk., 2025).

Analisis Sensitivitas Koefisien Fungsi Tujuan

Tabel 4 menyajikan rentang stabilitas koefisien fungsi tujuan untuk produk-produk yang berada dalam basis optimal (produk aktif). Rentang ini mendefinisikan batas bawah (cL) dan batas atas (cU) keuntungan per unit dimana komposisi produk optimal tidak berubah meskipun nilai fungsi tujuan turut bergeser (Andersen dkk., 2025; Pappas dkk., 2021).

Tabel 4.
Rentang Stabilitas Koefisien Fungsi Tujuan (Keuntungan per Unit Produk)

Produk	C_i Saat Ini (Rp)	Batas Bawah cL (Rp)	Batas Atas cU (Rp)	C_i RT (Rp)	cL – RT (Rp)	cU – RT (Rp)
Set meja kursi tamu (X_1)	1.700.000	1.438.647	∞	1.418.750	1.173.257	∞
Kursi (X_4)	150.000	125.012	∞	–	–	–
Meja (X_5)	480.769	345.821	∞	–	–	–
Ranjang (X_6)	620.000	604.865	∞	–	–	–
Lemari (X_7)	673.333	600.172	707.401	–	–	–
Pintu (X_8)	312.000	298.656	327.446	278.889	277.632	313.200
Set meja kursi sekolah (X_3) – RT	–	–	–	270.000	240.422	∞
Kusen (X_{10})	112.500	63.243	∞	110.833	48.084	∞

RT = Industri Rumah Tangga
Sumber: Olah data dengan QM for Windows, 2022.

Beberapa temuan kritis muncul dari Tabel 4. Pertama, produk pintu (X_8) memiliki rentang stabilitas paling sempit di kedua model yaitu untuk industri kecil yang basis optimal hanya bertahan selama keuntungan per unit pintu berada dalam rentang (Rp298.656; Rp327.446) dengan lebar interval Rp28.790 atau 9,2% dari nilai saat ini (Rp312.000). Untuk industri rumah tangga memiliki interval yang bersesuaian adalah (Rp277.632; Rp313.200) dengan lebar Rp35.568 atau 12,7% dari nilai saat ini (Rp278.889). Hal ini berarti penurunan harga jual atau kenaikan biaya produksi pintu sebesar 9–13% sudah cukup untuk mengubah strategi produksi optimal dan membutuhkan re-optimasi. Kondisi ini mencerminkan kerentanan tinggi menghadapi kenaikan harga kayu atau tekanan kompetitor (Rusanen dkk., 2024).

Kedua, lemari (X_7) pada industri kecil memiliki rentang yang dibatasi di kedua sisi yaitu Rp600.172 dan Rp707.401. Batas atas Rp707.401 menjadi sinyal investasi spesifik bahwa peningkatan keuntungan per unit lemari melampaui ambang ini. Misalnya melalui kustomisasi premium atau substitusi material yang menurunkan biaya produksi akan memicu masuknya unit lemari tambahan ke dalam basis optimal dan meningkatkan pendapatan secara signifikan. Pergeseran batas atas koefisien fungsi tujuan merupakan sinyal langsung untuk keputusan diversifikasi produk pada UMK manufaktur (Mohd Baki & Cheng, 2021). Ketiga, ranjang (X_6) memiliki toleransi batas bawah yang sangat sempit yaitu keuntungan per unit saat ini Rp620.000 hanya boleh turun sejauh Rp15.135 (2,4%) sebelum basis optimal berubah. Ini menempatkan ranjang sebagai produk dengan risiko tertinggi terhadap fluktuasi biaya bahan baku dan mengindikasikan perlunya pemantauan margin secara rutin sebagai bagian dari sistem pengendalian produksi berbasis data (Andersen dkk., 2025).

Analisis Sensitivitas Sisi Kanan Kendala (RHS) dan Harga Bayangan

Tabel 5 menyajikan rentang stabilitas RHS dan harga bayangan untuk seluruh kendala. Harga bayangan mengukur peningkatan pendapatan optimal per satu unit pelonggaran kendala yang mengikat dan merupakan instrumen kunci dalam menentukan prioritas investasi kapasitas (Andersen dkk., 2025; Mohd Baki & Cheng, 2021).

Tabel 5
Rentang Stabilitas RHS dan Harga Bayangan Kendala

Kendala	RHS Saat Ini	Batas Bawah bL	Batas Atas bU	Harga Bayangan (Rp/unit)	Mengikat?
INDUSTRI KECIL (Model A)					
Modal (Rp)	25.000.000	24.709.860	∞	0	Tidak
Bahan baku (m^3)	842	4,45	∞	0	Tidak
Tenaga kerja (HOj/bulan)	1.356	1.308	1.364	4.865	Ya
Permintaan set tamu (X_1)	1 unit	0 unit	1 unit	261.353	Ya
Permintaan kursi (X_4)	13 unit	9 unit	24 unit	24.988	Ya
Permintaan meja (X_5)	4 unit	0 unit	7 unit	134.948	Ya
Permintaan ranjang (X_6)	5 unit	0 unit	6 unit	15.135	Ya
Permintaan kusen (X_{10})	28 unit	18 unit	29 unit	49.257	Ya
INDUSTRI RUMAH TANGGA (Model B)					
Modal (Rp)	25.000.000	10.582.510	∞	0	Tidak
Bahan baku (m^3)	842	2,12	∞	0	Tidak
Tenaga kerja (HOj/bulan)	593	245	651	9.617	Ya
Permintaan set sekolah (X_3)	7 unit	5 unit	21 unit	29.578	Ya
Permintaan kusen (X_{10})	14 unit	2 unit	84 unit	62.749	Ya
Permintaan set tamu (X_1) – potensial	0 unit	0 unit	3 unit	245.493	Ya (di batas 0)

Sumber: Hasil Olah Data dengan QM for Windows

Hasil Tabel 5 mengungkap temuan struktural yang penting. Modal dan pasokan bahan baku kayu sama sekali tidak mengikat pada kedua model. Nilai *slack* modal industri kecil masih Rp290.140 dari batas Rp25.000.000, dan *slack* kayu sebesar 837,5 m^3 dari ketersediaan 842 m^3. Ini menunjukkan bahwa program KUR saat ini dan kapasitas *sawmill* di Kota Kupang sudah memadai sehingga kebijakan yang berorientasi pada perluasan kredit tidak akan mendongkrak pendapatan maupun efisiensi produksi secara signifikan. Temuan ini mengarahkan prioritas investasi kepada kendala yang benar-benar mengikat dengan tenaga kerja dan permintaan produk (Mohd Baki & Cheng, 2021).

Kendala tenaga kerja pada industri kecil memiliki rentang stabilitas hanya 56 jam di sekitar nilai saat ini 1.356 jam/bulan (rentang 1.308–1.364 jam). Ini mengimplikasikan bahwa ketidakhadiran kumulatif lebih dari 48 jam/bulan sudah cukup untuk mengubah strategi produksi optimal. Harga bayangan Rp4.865/jam diterjemahkan ke upah maksimum harian Rp38.920/orang sebagai ambang batas keekonomian perekrutan tenaga kerja tambahan. Penggunaan *dual value* sebagai panduan keputusan rekrutmen tenaga kerja yang berbasis bukti (Mohd Baki & Cheng, 2021). Untuk industri rumah tangga harga bayangan Rp9.617/jam lebih tinggi dari industri kecil ini menunjukkan nilai marginal tenaga kerja per jam yang lebih besar karena keterbatasan jumlah pekerja (3 orang) menyebabkan setiap jam tambahan membawa

dampak produktif yang lebih signifikan. Temuan ini memperkuat argumen bahwa tenaga kerja terampil adalah kendala paling kritis pada usaha kerajinan kayu (Rifani, 2022).

Harga bayangan permintaan kusen pada industri rumah tangga (Rp62.749/unit) adalah yang tertinggi di antara semua kendala permintaan pada Model B, dan rentang feasibilitasnya sangat lebar (2–84 unit). Setiap satu unit tambahan permintaan kusen di atas 14 unit menambah pendapatan Rp62.749 tanpa perubahan basis. Sementara itu, harga bayangan permintaan set tamu pada industri kecil (Rp261.353/unit) adalah yang terbesar di antara semua kendala permintaan Model A lebih dari sepuluh kali lipat harga bayangan permintaan kursi (Rp24.988/unit). Ini memberikan sinyal bahwa satu hubungan pelanggan baru untuk set tamu seharga Rp261.353 tambahan pendapatan setara dengan 11 unit tambahan permintaan kursi. Pola hierarki nilai ini sesuai dengan prinsip analisis prioritas berbasis harga bayangan di mana kendala dengan *dual value* tertinggi seharusnya menjadi fokus utama pengembangan kapasitas pasar (Andersen dkk., 2025)

Analisis Biaya Tereduksi Produk Non-Basis

Tabel 6 menyajikan biaya tereduksi (*reduced cost*) untuk produk-produk yang tidak masuk dalam basis optimal. Biaya tereduksi mengukur seberapa besar peningkatan keuntungan per unit yang dibutuhkan agar produk tersebut layak diproduksi secara optimal dan merupakan indikator kunci ambang batas diversifikasi produk dalam analisis LP (Mohd Baki & Cheng, 2021; Pappas dkk., 2021).

Tabel 6
Biaya Tereduksi Produk Non-Basis

Produk	Keuntungan Saat Ini (Rp)	Biaya Tereduksi (Rp)	Keuntungan Minimal Masuk Basis (Rp)	Model	Prioritas Intervensi
Lemari (X_7) – RT	555.263	2.515	> 557.778	Model B	Sangat Tinggi
Jendela (X_9) – Kecil	111.400	10.892	> 122.292	Model A	Tinggi
Jendela (X_9) – RT	106.136	9.266	> 115.402	Model B	Tinggi
Set meja kursi sekolah (X_3) – Kecil	181.250	94.696	> 275.946	Model A	Sedang
Kursi (X_4) – RT	103.500	50.370	> 153.870	Model B	Sedang
Ranjang (X_6) – RT	393.333	58.660	> 451.993	Model B	Sedang
Peti (X_{11}) – Kecil	750.000	197.029	> 947.029	Model A	Rendah
Set meja kursi makan (X_2) – Kecil	**787.500**	**318.986**	**> 1.106.486**	**Model A**	**Rendah**

RT = Industri Rumah Tangga
Sumber: Olah data dengan QM for Windows, 2022.

Temuan terpenting dari Tabel 6 adalah lemari (X_7) pada industri rumah tangga yang memiliki biaya tereduksi hanya Rp2.515. Artinya, peningkatan keuntungan per unit lemari sebesar Rp2.515 dapat dicapai melalui penyesuaian harga jual sebesar kurang dari 0,5%. Peningkatan ini sudah cukup untuk menjadikan produksi lemari layak secara optimal. Ini adalah peluang diversifikasi produk dengan ambang masuk yang sangat rendah dan perlu menjadi perhatian utama pelaku usaha rumah tangga. Dalam konteks UMK, peluang semacam ini yang tidak memerlukan investasi modal tambahan akan memiliki nilai strategis tinggi karena tidak meningkatkan eksposur risiko keuangan (Modrak & Soltysova, 2025; Molina-Abril dkk., 2025).

Sementara itu produk jendela (X_9) di kedua model membutuhkan peningkatan keuntungan yang sangat kecil (kurang dari Rp11.000/unit) untuk masuk ke dalam basis yang

mengindikasikan potensi inklusi produk ini jika ada sedikit efisiensi biaya atau penyesuaian harga. Temuan ini sejalan dengan konsep *reduced cost* sebagai ambang batas masuk produk baru yang menegaskan bahwa keputusan diversifikasi produk pada UMK seharusnya dipandu oleh nilai biaya tereduksi yang bukan semata-mata potensi keuntungan nominal semata guna menghindari pergeseran basis optimal yang merugikan (Mohd Baki & Cheng, 2021).

Analisis Skenario dan Proyeksi Pendapatan

Tabel 7 menyajikan hasil analisis skenario untuk tiga kondisi permintaan pasar. Perubahan permintaan sebesar ±20% diaplikasikan secara seragam ke semua batas permintaan yang relevan.

Tabel 7
Proyeksi Pendapatan Berdasarkan Tiga Skenario Permintaan Pasar

Parameter	Pesimis −20% (Kecil)	Dasar (Kecil)	Optimis +20% (Kecil)	Pesimis −20% (RT)	Dasar (RT)	Optimis +20% (RT)
Pendapatan Optimal (Rp/bulan)	12.344.800	14.992.409	16.821.220	5.633.860	6.788.330	7.942.800
Selisih vs. Dasar (Rp)	−2.238.210	0	+2.238.210	−1.154.470	0	+1.154.470
Selisih vs. Dasar (%)	−15,35%	0%	+15,35%	−17,01%	0%	+17,01%
Perubahan Basis Diperlukan?	Ya (parsial)	Tidak	Tidak	Ya (parsial)	Tidak	Tidak
Jumlah produk aktif	6 produk	7 produk	7 produk	3 produk	3 produk	3 produk
Δ vs. Praktik Aktual (Rp/bulan)	−51.745	+595.864	+2.424.675	−994.922	+159.548	+1.314.018

RT = Industri Rumah Tangga
Sumber: Kalkulasi penulis berdasarkan hasil LP dan analisis sensitivitas, 2022.

Hasil Tabel 7 menunjukkan dampak pendapatan yang asimetris. Kontraksi permintaan 20% menurunkan pendapatan optimal 15,35% (industri kecil) dan 17,01% (industri rumah tangga), sementara ekspansi 20% meningkatkan pendapatan sebanding. Asimetri ini muncul karena skenario pesimis memicu perubahan basis parsial. Batas permintaan set meja kursi tamu di Model A turun di bawah 1 unit yang melampaui batas bawah stabilitas sehingga memerlukan re-optimasi. Sebaliknya, skenario optimis tidak memerlukan perubahan basis karena semua batas permintaan tetap dalam rentang stabilitas yang teridentifikasi (Tabel 4). Kondisi ini menciptakan asimetri yang menguntungkan bagi perencanaan usaha. Pengusaha dapat mempersiapkan rencana produksi optimis menggunakan bauran produk saat ini sementara hanya skenario pesimis yang membutuhkan perencanaan kontingensi dengan bauran yang direvisi.

Perbandingan dengan praktik aktual (baris terakhir Tabel 6) mengungkap bahwa bahkan dalam skenario pesimis, industri kecil hanya kehilangan Rp51.745/bulan dibandingkan rata-rata aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa para pengusaha secara intuitif telah mengadopsi bauran produksi yang mendekati optimal dalam kondisi permintaan yang tertekan — sebuah pola yang konsisten dengan konsep *bounded rationality* di mana pelaku UMK mampu mencapai kinerja adaptif melalui heuristik berbasis pengalaman meskipun tanpa analisis formal (Pittenger dkk., 2023; Slam dkk., 2023). Sebaliknya, potensi keuntungan skenario optimis jauh lebih besar yaitu Rp2.424.675/bulan di atas praktik aktual untuk industri kecil. Hal ini memperkuat urgensi pengembangan pasar secara aktif. Temuan asimetri ini dalam konteks optimasi produksi multi-sumber energi, yang menunjukkan bahwa skenario pesimis secara struktural membutuhkan re-optimasi basis sementara skenario optimis umumnya dapat diakomodasi oleh solusi eksisting (Li dkk., 2022). Implikasi manajerial dari pola ini adalah

bahwa pengusaha mebel disarankan menyiapkan *contingency plan* tertulis untuk skenario pesimis sebelum kondisi tersebut benar-benar terjadi (Miller dkk., 2023).

Kerangka Adaptasi Berbasis Skenario

Tabel 8 merangkum kerangka adaptasi berbasis skenario yang menerjemahkan temuan analisis sensitivitas ke dalam panduan manajerial praktis untuk enam domain strategi. Kerangka ini dirancang agar dapat langsung dioperasionalkan oleh pengusaha mebel tanpa memerlukan kemampuan LP secara *real-time.*

Tabel 8
Kerangka Adaptasi Berbasis Skenario untuk Industri Mebel Kota Kupang

Domain Strategi	Skenario Pesimis (−20%)	Skenario Dasar	Skenario Optimis (+20%)	Dasar Bukti dari Analisis Sensitivitas
Bauran Produksi	Alihkan dari set tamu ke kusen & pintu volume tinggi; hentikan ranjang jika margin < Rp604.865/unit	Pertahankan 7 produk optimal; produksi kusen maksimum 28 unit	Pertahankan basis saat ini; serap peningkatan permintaan tanpa perubahan bauran	Batas bawah ranjang Rp604.865 (Tabel 3); permintaan kusen dapat diperluas hingga 29 unit (Tabel 4)
Manajemen Tenaga Kerja	Minimalkan 7 pekerja × 25 hari kerja; alihkan penghematan upah ke penjaminan kualitas	Pertahankan 1.356 HOj/bulan; pantau absensi > 48 jam/bulan sebagai sinyal risiko	Rekrut pekerja kontrak maksimum 1 orang dengan upah harian < Rp38.920; ekspansi ke 1.364 HOj	Rentang stabilitas tenaga kerja 1.308–1.364 HOj; harga bayangan Rp4.865/jam = Rp38.920/orang/hari (Tabel 4)
Pengembangan Pasar	Intensifkan pengadaan furnitur sekolah untuk mengimbangi penurunan permintaan rumah tangga; ikut tender pemerintah	Pertahankan pelanggan eksisting; kembangkan satu klien institusional baru per kuartal	Kejar pesanan set meja kursi tamu (+Rp261.353/unit); tiap tambahan 1 pesanan meningkatkan pendapatan 1,8%	Harga bayangan set tamu Rp261.353 pada batas permintaan 1 unit (Tabel 4); terbesar di antara semua produk Model A
Inovasi Produk	Tekan biaya produksi lemari hingga < Rp600.172 margin floor; eksplorasi substitusi material tripleks	Investasi desain lemari premium; targetkan kenaikan harga Rp34.068/unit untuk melampaui ambang Rp707.401	Luncurkan lini lemari premium (RT: biaya tereduksi hanya Rp2.515); pertimbangkan produksi jendela	Lemari kecil: rentang (Rp600.172; Rp707.401); batas atas lemari RT: Rp557.778 dengan biaya tereduksi Rp2.515 (Tabel 4 & 6)
Alokasi Modal	Tidak perlu tambah pinjaman KUR; modal tidak mengikat; fokus likuiditas pada pengadaan	Batas KUR Rp25.000.000 cukup; *slack* Rp290.140 sebagai penyangga; tidak perlu ekspansi kredit	Modal tidak mengikat di semua skenario; alokasikan surplus modal ke pelatihan tenaga kerja dan pemeliharaan alat	Harga bayangan modal = 0; *slack* modal kecil Rp290.140, RT Rp14.417.490 (Tabel 4)

	bahan baku berkualitas			
Rantai Pasokan	Negosiasi kontrak pasokan minimum untuk menjamin suplai; tidak perlu tambah volume	*Slack* kayu 837,5 m³; pertahankan relasi dengan 5 *sawmill* tanpa perluasan volume	Kayu tidak mengikat; fokus pada seleksi kualitas kayu bukan peningkatan volume	Harga bayangan kayu = 0; *slack* = 837,5 m³ di semua skenario (Tabel 4)

Sumber: Proyeksi Penulis Berdasarkan Hasil Analisis Sensitivitas

Tiga implikasi struktural utama dapat ditarik dari kerangka adaptasi Tabel 8, yaitu *Pertama,* modal dan bahan baku terbukti bukan hambatan strategis dalam kondisi pasar apapun. Temuan ini bertentangan dengan asumsi umum pembuat kebijakan yang kerap menempatkan keterbatasan kredit sebagai kendala utama pertumbuhan UMK. Analisis harga bayangan membuktikan sebaliknya: alokasi kebijakan yang tepat seharusnya diarahkan pada pengembangan pasar dan kapasitas tenaga kerja terampil, bukan perluasan akses kredit. Kendala non-mengikat tidak menghasilkan manfaat produktif meskipun dilonggarkan (Mohd Baki & Cheng, 2021).

Kedua, kerapuhan solusi optimal terhadap kapasitas tenaga kerja menegaskan pentingnya berinvestasi dalam stabilitas angkatan kerja. Rentang stabilitas yang sempit hanya 56 jam/bulan untuk industri kecil. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakhadiran kumulatif yang tampaknya minor dapat menimbulkan dampak pendapatan yang tidak proporsional (Rifani, 2022). *Ketiga,* pengembangan satu segmen pasar baru seperti perolehan satu pesanan set meja kursi tamu yang menambah Rp261.353/bulan akan menghasilkan imbal hasil strategis yang jauh melampaui efisiensi produksi marjinal. Dalam kerangka perencanaan skenario bahwa intervensi yang mentargetkan kendala *high-shadow-price* adalah strategi paling efisien untuk meningkatkan resiliensi usaha kecil dalam menghadapi ketidakpastian pasar (Miller dkk., 2023).

PENUTUP

Penelitian ini telah melakukan analisis sensitivitas komprehensif dan merumuskan kerangka adaptasi berbasis skenario untuk optimasi pendapatan industri mebel di Kota Kupang, menghasilkan beberapa simpulan penting.

Pertama, solusi optimal LP menghasilkan pendapatan Rp14.992.409/bulan untuk industri kecil (7 produk) dan Rp6.788.330/bulan untuk industri rumah tangga (3 produk), masing-masing melampaui rata-rata aktual sebesar 4,1% dan 2,4%. Gap ini menunjukkan bahwa model LP cukup merepresentasikan kondisi riil lapangan

Kedua, analisis sensitivitas mengungkap kerapuhan basis optimal terhadap koefisien keuntungan produk tertentu. Rentang stabilitas pintu yang hanya Rp28.790 (industri kecil) dan Rp35.568 (industri rumah tangga) menjadikan produk ini sebagai titik risiko kritis yaitu perubahan harga atau biaya sekitar 9–13% sudah mengubah strategi produksi optimal. Pengusaha perlu memantau margin pintu secara rutin sebagai indikator sistem peringatan dini.

Ketiga, modal dan pasokan bahan baku kayu terbukti tidak mengikat dalam semua skenario sehingga perluasan kredit KUR dan peningkatan volume pasokan *sawmill* bukan prioritas kebijakan. Kendala aktual yang mengikat dan yang seharusnya menjadi fokus intervensi adalah kapasitas tenaga kerja terampil dan batas permintaan pasar. Ini mendukung rekomendasi pengadaan sekolah kejuruan perkayuan di NTT sebagai langkah kebijakan berdampak tinggi.

Keempat, harga bayangan tenaga kerja Rp4.865/jam (industri kecil) dan Rp9.617/jam (industri rumah tangga) menetapkan batas upah maksimum untuk tenaga kerja kontrak tambahan sebesar Rp38.920 dan Rp76.936 per orang per hari. Hal ini bisa dijadikan panduan

berbasis bukti yang langsung dapat dioperasionalkan dalam keputusan perekrutan. Kelima, skenario pesimis (−20% permintaan) memicu penurunan pendapatan 15–17% dan memerlukan perubahan basis parsial sementara skenario optimis (+20%) tidak memerlukan perubahan basis. Kondisi ini memungkinkan pengusaha mempersiapkan satu rencana produksi yang tetap optimal untuk kondisi dasar dan optimis. Pengusaha juga harus memiliki rencana kontingensi terpisah untuk kondisi pesimis.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam penggunaan analisis sensitivitas satu-parameter (*ceteris paribus*), yang mengasumsikan perubahan terjadi secara independen sementara kenyataan pasar sering menunjukkan perubahan yang terkorelasi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi analisis sensitivitas multi-parametrik dan pemrograman stokastik untuk memodelkan perubahan parameter yang bersamaan, serta mengintegrasikan data panel longitudinal untuk menangkap dinamika musiman industri mebel di NTT atau di Indonesia.

BIBLIOGRAPHY

Andersen, K. A., Boomsma, T. K., Efkes, B., & Forget, N. (2025). Sensitivity Analysis of the Cost Coefficients in Multiobjective Integer Linear Optimization. *Management Science*, *71*(2), 1120–1137. https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.01406

BPS Kota Kupang. (2021). *Kota Kupang Dalam Angka 2021* (BPS Kota Kupang, Ed.). BPS Kota Kupang. https://kupangkota.bps.go.id/id/publication/2021/02/26/2de8cd41b21b588c342004b9/kota-kupang-dalam-angka-2021.html

BPS Provinsi NTT. (2021). *Provinsi Nusa Tenggara Timur Dalam Angka 2021* (BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur, Ed.). BPS Provinsi Nusa Tenggara Timur. https://ntt.bps.go.id/id/publication/2021/02/26/28a3d01a29a82489c3f95190/provinsi-nusa-tenggara-timur-dalam-angka-2021.html

Caicedo Solano, N. E., García Llinás, G. A., & Montoya-Torres, J. R. (2022). Operational model for minimizing costs in agricultural production systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, *197*, 106932. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106932

FoEh, J. E. H. J. (2025). Optimizing Production and Profits Using Linear Programming in Small Industry of Wooden Furniture from Community Teak Forests. *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science*, *6*(3), 1847–1860. https://doi.org/10.38035/dijemss.v6i3.3857

Golden, B., Schrage, L., Shier, D., & Apergi, L. A. (2024). The unexpected power of linear programming: an updated collection of surprising applications. *Annals of Operations Research*, *343*(2), 573–605. https://doi.org/10.1007/s10479-024-06245-5

Gómez-Rocha, J. E., Hernández-Gress, E. S., & Rivera-Gómez, H. (2021). Production planning of a furniture manufacturing company with random demand and production capacity using stochastic programming. *PLOS ONE*, *16*(6), e0252801. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252801

Hidayah, A. A., Harahap, E., & Badruzzaman, F. H. (2022). Optimasi Keuntungan Bisnis Bakery Menggunakan Program Linear Metode Simpleks (Optimization of Bakery Business Profits Using Linear Programs Simplex Method). *Jurnal Matematika*, *21*(1), 77–83. https://journals.unisba.ac.id/index.php/Matematika

Indhasari, F., & Ramli, M. A. (2024). Optimasi Biaya Produksi Dalam Industri Pengolahan Kayu (Studi Kasus Usaha Jepara Meubel Kayu Jati Majene). *Gorontalo Journal of Forestry Research*, *7*(1), 24. https://doi.org/10.32662/gjfr.v7i1.3300

Li, K., Yang, F., Wang, L., Yan, Y., Wang, H., & Zhang, C. (2022). A scenario-based two-stage stochastic optimization approach for multi-energy microgrids. *Applied Energy*, *322*, 119388. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119388

Miller, B. W., Eaton, M. J., Symstad, A. J., Schuurman, G. W., Rangwala, I., & Travis, W. R. (2023). Scenario-Based Decision Analysis: Integrated scenario planning and structured decision making for resource management under climate change. *Biological Conservation*, *286*, 110275. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110275

Modrak, V., & Soltysova, Z. (2025). Barriers for Smart Manufacturing Implementation in SMEs: A Comprehensive Exploration and Practical Insights. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(19), 10552. https://doi.org/10.3390/app151910552

Mohd Baki, S., & Cheng, J. K. (2021). A Linear Programming Model for Product Mix Profit Maximization in A Small Medium Enterprise Company. *International Journal of Industrial Management*, *9*, 64–73. https://doi.org/10.15282/ijim.9.0.2021.5956

Molina-Abril, G., Calvet, L., Juan, A. A., & Riera, D. (2025). Strategic Decision-Making in SMEs: A Review of Heuristics and Machine Learning for Multi-Objective Optimization. *Computation*, *13*(7), 173. https://doi.org/10.3390/computation13070173

Pappas, I., Avraamidou, S., Katz, J., Burnak, B., Beykal, B., Türkay, M., & Pistikopoulos, E. N. (2021). Multiobjective Optimization of Mixed-Integer Linear Programming Problems: A Multiparametric Optimization Approach. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *60*(23), 8493–8503. https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c01175

Pittenger, L. M., Glassman, A. M., Mumbower, S., Merritt, D. M., & Bollenback, D. (2023). Bounded Rationality: Managerial Decision-Making and Data. *Journal of Computer Information Systems*, *63*(4), 890–903. https://doi.org/10.1080/08874417.2022.2111380

Rahmah, N., Kaskoyo, H., Saputro, S. G., & Hidayat, W. (2020). Analisis Biaya Produksi Furnitur: Studi Kasus di Mebel Barokah 3, Desa Marga Agung, Lampung Selatan (Cost Analysis of Furniture Production: A Case Study at Mebel Barokah 3, Marga Agung Village, Lampung Selatan). *Jurnal Sylva Lestari*, *8*(2), 207–217. https://doi.org/10.23960/jsl28207-217

Rifani, J. (2022). Peranan Usaha Mikro Kecil Menengah (Umkm) Dalam Penyerapan Tenaga Kerja Di Kota Amuntai Kab. HSU (Studi Kasus Pada UMKM Furniture Kayu Bpk. H. Majid). *Inovatif Jurnal Administrasi Niaga*, *4*(1), 27–34. https://doi.org/10.36658/ijan.4.1.91

Rosyida, A., Firdaus, E. M., Adib, M., Putra, J. D., & Faudzi Bahari, M. (2020). Analisis Optimasi Jumlah Produksi Pemilihan Produk Unggul Melalui Metode Simpleks Pada PT Gandul. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Matematika*, *1*, 23.

Rumetna, M. S., Lina, T. N., Sahetapy, R., Saharun, R., & Langgi, O. (2025). Penerapan Metode Simpleks Berbasis Teknologi Informasi untuk Optimalisasi Keuntungan Kios di Pasar Modern. *Computer Based Information System Journal*, *13*(1), 134–142. https://doi.org/10.33884/cbis.v13i1.9928

Rusanen, K., Hujala, T., & Pykäläinen, J. (2024). Research approaches to sustainable forest-based value creation: A literature review. *Forest Policy and Economics*, *163*, 103222. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2024.103222

Slam, N., Li, X., & Feng, B. (2023). A Heuristic-Primed Decision-Making Model under the Assumption of Bounded Resources. *IS4SI Summit 2023*, 42. https://doi.org/10.3390/cmsf2023008042

Vargas, F., Martignon, L., & Stenning, K. (2023). Bounded rationality: from fast and frugal heuristics to logic programming and back. *Mind & Society*, *22*(1), 33–51. https://doi.org/10.1007/s11299-023-00293-3