



Optimasi Perencanaan Produksi Untuk Minimasi Deviasi Produksi Serta Permintaan Dengan Pendekatan Goal Programming (Studi Kasus: Cv. Lantai Mas)

Muhammad Dliya'ul Haq¹, Herlina²

^{1,2} Teknik Industri, Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

¹1412100109@surel.untag-sby.ac.id, ²herlina@untag-sby.ac.id

Abstrak

Industri beton pracetak di Indonesia menghadapi tantangan signifikan akibat ketidakseimbangan antara produksi dan permintaan pasar yang fluktuatif. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan perencanaan produksi untuk meminimasi deviasi produksi serta permintaan pada CV. Lantai Mas, produsen beton pracetak di Bojonegoro yang memproduksi 38 varian produk. Metode penelitian mengintegrasikan klasifikasi ABC dan ADI-CV² untuk pemetaan prioritas produk, peramalan permintaan menggunakan Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Weighted Moving Average, dan Syntetos-Boylan Approximation, serta optimasi produksi dengan pendekatan Weighted Goal Programming. Selanjutnya, penjadwalan harian dilakukan menggunakan metode Finite Capacity Scheduling untuk memastikan kelayakan operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Goal Programming berhasil mengurangi total produksi dari 2.565.453 unit menjadi 1.767.905 unit (penurunan 31,1%), menurunkan kebutuhan luas gudang paving dari 2.200 m² menjadi 1.109 m², dan mempertahankan keuntungan minimal Rp200.000.000 per bulan. Penjadwalan Finite Capacity Scheduling menghasilkan 268 hari produksi yang feasible selama 12 bulan dengan mempertimbangkan kapasitas mesin, hari kerja efektif, dan keterbatasan sumber daya.

Kata Kunci: Goal Programming, Finite Capacity Scheduling, Perencanaan Produksi, Deviasi Produksi-Permintaan, Beton Pracetak.

1. Pendahuluan

Industri konstruksi di Indonesia terus mengalami pertumbuhan signifikan sejalan dengan percepatan pembangunan infrastruktur nasional dan perkembangan permukiman perkotaan. Dalam industri tersebut, produsen beton pracetak seperti paving block, batako, dan buis beton memainkan peran strategis sebagai penyedia material pendukung yang andal, efisien, dan ekonomis. Namun, dinamika permintaan yang fluktuatif dan persaingan pasar yang ketat menghadirkan tantangan kompleks bagi perusahaan manufaktur skala menengah, khususnya dalam menyusun rencana produksi yang mampu memenuhi permintaan pada waktu tepat dengan biaya optimal tanpa mengorbankan kepuasan pelanggan maupun efisiensi operasional (Baroto, 2002).

CV. Lantai Mas, perusahaan beton pracetak di Bojonegoro yang mengoperasikan sistem make to stock, menghadapi permasalahan ketidakseimbangan sistematis antara volume produksi dan permintaan pasar. Berdasarkan data historis tahun 2025, terjadi deviasi ekstrim pada beberapa periode; misalnya pada Juni 2025 terjadi defisit produksi sebesar 77.993 unit terhadap permintaan 278.580 unit, sementara pada Juli 2025 terjadi kelebihan produksi 85.347 unit terhadap permintaan 177.743 unit. Kondisi serupa juga terjadi pada tingkat produk individual, di mana Paving Blok Cor 6 cm mengalami deviasi permintaan negatif tertinggi sebesar 55.617 unit pada Juni dan kelebihan produksi 75.137 unit pada Juli. Ketidakstabilan ini memicu over capacity gudang, terutama pada area paving yang memerlukan 2.200 m² namun hanya tersedia 839,5 m², sehingga produk harus diletakkan di area terbuka yang rentan terhadap kerusakan akibat paparan cuaca.

Permasalahan di atas mengindikasikan kegagalan dalam perencanaan produksi agregat yang tidak adaptif terhadap fluktuasi permintaan. Sebagaimana diungkapkan (Baroto, 2002), Perencanaan produksi yang tidak optimal dapat menyebabkan ketidakseimbangan kapasitas produksi dan permintaan sehingga meningkatkan risiko overproduction dan penumpukan persediaan (Abidah et al., 2022) perencanaan agregat merupakan proses perencanaan kuantitas dan penyesuaian waktu keluaran selama periode tertentu melalui penyesuaian variabel-variabel tingkat produksi, karyawan, dan persediaan. Pengendalian proses produksi yang baik dapat membantu perusahaan menjaga stabilitas kualitas dan efisiensi operasional (Nur, 2022). Tanpa mekanisme yang mampu menyeimbangkan alokasi kapasitas berdasarkan pola permintaan aktual, perusahaan terjebak dalam siklus inefisiensi berulang yang mengakibatkan overutilization sumber daya di satu sisi dan underutilization di sisi lain, Sistem pengendalian persediaan memiliki peran penting dalam mendukung kestabilan produksi dan distribusi produk perusahaan (Dona et al., 2018).

Optimasi Perencanaan Produksi Untuk Minimasi Deviasi Produksi Serta Permintaan Dengan Pendekatan Goal Programming (Studi Kasus: Cv. Lantai Mas)

Berdasarkan wawasan terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini merumuskan rencana pemecahan melalui integrasi metode peramalan permintaan dan optimasi multi-tujuan. Pendekatan ini selaras dengan temuan (Khirana et al., 2022), selain itu Forecasting digunakan sebagai dasar dalam pengendalian persediaan dan perencanaan produksi untuk mengurangi ketidakpastian permintaan (Hartini & A, 2022). yang menunjukkan bahwa integrasi peramalan dengan Goal Programming mampu mengoptimalkan produksi multi-varian sekaligus memaksimalkan keuntungan. Selain itu, (Rahmah et al., 2025) menegaskan bahwa Goal Programming jauh lebih fleksibel dibandingkan Linear Programming dalam menangani konflik tujuan yang saling bertentangan, seperti keinginan memaksimalkan keuntungan sekaligus meminimalkan biaya produksi. Metode Goal Programming banyak digunakan pada perencanaan produksi karena mampu menangani lebih dari satu tujuan optimasi secara simultan, seperti pemenuhan permintaan, kapasitas produksi, dan target keuntungan perusahaan. (Rahmah et al., 2025) Untuk memastikan kelayakan operasional, penjadwalan produksi dilakukan dengan pendekatan Finite Capacity Scheduling yang mempertimbangkan keterbatasan kapasitas aktual perusahaan (JACOBS et al., 2011).

Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah produksi optimal pada CV. Lantai Mas serta menyusun penjadwalan produksi harian yang sesuai dengan jumlah optimal tersebut. Pencapaian tujuan ini didukung oleh kajian teoritik mengenai perencanaan dan pengendalian produksi, klasifikasi ABC untuk prioritas produk, metode Exponential Smoothing dan Weighted Moving Average untuk peramalan, serta Goal Programming untuk optimasi multi-tujuan. Klasifikasi ABC diterapkan berdasarkan prinsip Pareto untuk mengelompokkan item persediaan sesuai signifikansi nilai ekonomisnya terhadap total investasi persediaan (Magee, 1967), sementara klasifikasi ADI-CV² digunakan untuk memetakan karakteristik pola permintaan guna menyesuaikan pemilihan metode peramalan (Syntetos & Boylan, 2011).

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini memiliki nilai keterbaruan melalui integrasi komprehensif antara analisis pola permintaan berbasis ADI-CV², peramalan dengan metode yang disesuaikan per karakteristik produk, optimasi Weighted Goal Programming dengan bobot prioritas dari klasifikasi ABC, dan penjadwalan Finite Capacity Scheduling yang mempertimbangkan kapasitas harian per mesin serta keterbatasan bahan baku. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menerapkan Goal Programming pada skala produk lebih sedikit atau tanpa integrasi penjadwalan operasional detail, penelitian ini menguji implementasi pada 38 varian produk dengan formulasi model yang mempertimbangkan batasan kapasitas jalur produksi, mesin, dan lima jenis bahan baku secara simultan.

Diharapkan hasil penelitian ini memberikan rencana produksi optimal yang mampu meminimalkan deviasi antara produksi dan permintaan, mengurangi over capacity gudang, serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya produksi. Manfaat praktis bagi perusahaan meliputi pengurangan biaya penyimpanan, penurunan risiko kerusakan produk, dan peningkatan kepuasan pelanggan melalui pemenuhan permintaan yang lebih akurat. Secara akademis, penelitian ini memperkaya khasanah literatur mengenai aplikasi Goal Programming pada industri beton pracetak dengan kompleksitas produk tinggi dan keterbatasan sumber daya yang nyata..

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus pada CV. Lantai Mas, produsen beton pracetak di Bojonegoro yang memproduksi 32 varian produk dengan sistem make to stock. Objek penelitian terbatas pada 10 produk prioritas Kelas A dan B hasil klasifikasi ABC, dengan periode analisis Januari–Desember 2025 untuk data historis dan Januari–Desember 2026 untuk perencanaan optimal. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan petugas produksi, dan pencatatan waktu siklus di lapangan, sementara data sekunder berupa rekaman permintaan, produksi harian, spesifikasi produk, dan komposisi bahan baku diperoleh dari dokumentasi perusahaan.

Pengolahan data diawali dengan perhitungan waktu siklus produksi untuk menentukan kapasitas harian per produk berdasarkan waktu kerja efektif 4 jam atau 14.400 detik per hari. Produk dengan cycle time rendah seperti paving menghasilkan kapasitas 2.286–3.412 unit per hari, sedangkan produk berat seperti buis beton dengan cycle time 2.100 detik hanya mampu menghasilkan 7 unit per hari. Selanjutnya dilakukan klasifikasi prioritas produk menggunakan metode ABC berdasarkan kontribusi nilai tahunan terhadap total pendapatan, serta klasifikasi pola permintaan menggunakan ADI-CV² (Average Demand Interval dan Coefficient of Variation) untuk memetakan karakteristik smooth, erratic, intermittent, dan lumpy pada masing-masing produk. Dengan rumus klasifikasi ABC seperti berikut:

$$\text{Nilai } i = D_i \times P_i \quad (1)$$

dengan D_i = permintaan tahunan produk i , dan P_i = harga per unit produk i .

Peramalan permintaan tahun 2026 dilakukan dengan pemilihan metode yang disesuaikan hasil klasifikasi ADI-CV². Produk dengan pola smooth dan erratic diuji menggunakan Single Exponential Smoothing (SES), Double Exponential Smoothing (DES), dan Weighted Moving Average (WMA) dengan tiga skenario bobot. Produk dengan permintaan intermiten memerlukan metode peramalan khusus yang memisahkan estimasi ukuran permintaan dan interval kedatangannya, karena penggunaan metode konvensional pada data sporadic menghasilkan bias sistematis yang signifikan (Simamora et al., 2022). Produk dengan pola intermittent dan lumpy ditambahkan perbandingan Syntetos-Boylan Approximation (SBA) dan Croston's Method. Penentuan metode terbaik dilakukan berdasarkan nilai Mean Absolute Deviation (MAD) dan Mean Squared Error (MSE) terendah, serta pengujian keandalan melalui tracking signal dengan batas kontrol ± 4 (Makridakis et al., 2005). Penanganan outlier pada data dengan nilai ekstrem dilakukan menggunakan Modified Z-Score dengan threshold 3,5 (IGLEWICZ & C. HOAGLIN, 1993) dan dekomposisi demand menjadi komponen baseline dan event.

Persamaan peramalan yg digunakan sebagai berikut:

Single exponenetial smoothing:

$$\hat{f}_t = \alpha f_t + (1 - \alpha) \hat{f}_{t-1} \quad (2)$$

dengan $\hat{f}_t$ = perkiraan periode t , f_t = permintaan aktual periode t , dan α = konstanta pemulusan

double exponenetial smoothing:

$$F_t = S_t + b_t \quad (3)$$

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(s_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(s_t - s_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

dengan S_t = estimasi level, b_t = estimasi tren, dan β = konstanta pemulusan tren.

Weighted moving average:

$$F_t = \sum_{i=1}^m C_i \cdot D_{t-i} \quad (4)$$

dengan m = jumlah periode (3 bulan)

Syntetos-Boylan Approximation:

$$Y'_t = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{z_t^0}{P_t^0} \quad (5)$$

Dengan Y'_t = estimasi permintaan untuk periode berikutnya, z_t^0 = estimasi ukuran permintaan, P_t^0 = estimasi interval permintaan, α = konstanta pemulusan (smoothing constant)

Optimasi perencanaan produksi diformulasikan sebagai model Weighted Goal Programming dengan fungsi tujuan minimisasi jumlah deviasi terbobot antara produksi aktual dan target forecast, ditambah deviasi negatif keuntungan terhadap target Rp200.000.000 per bulan. Bobot deviasi produk ditetapkan 0,8 untuk Kelas A dan 0,3 untuk Kelas B, sementara bobot deviasi profit sebesar 0,4. Model memuat 10 variabel keputusan produksi, 20 variabel deviasi permintaan, dan 2 variabel deviasi profit, dengan kendala keras meliputi kapasitas produksi per produk, kapasitas jalur paving/genteng/buis, kapasitas mesin, serta ketersediaan bahan baku pasir (175.000 L), abu (87.500 L), kerikil (70.000 L), semen (74.405 L), dan air. Penyelesaian model dilakukan menggunakan software LINGO dan Google Colab dengan library PuLP, dijalankan per bulan selama 12 periode.

Penjadwalan harian dilakukan dengan pendekatan *Finite Capacity Scheduling* (FCS). Target produksi bulanan dibagi dengan kapasitas harian per produk untuk memperoleh kebutuhan hari kerja, kemudian dialokasikan ke jadwal harian dengan aturan satu produk jalur paving dan satu produk jalur genteng per hari. Daily rate dihitung sebagai pembulatan volume dibagi kebutuhan hari, dengan verifikasi bahwa daily rate tidak melebihi kapasitas harian. Produksi batak yang hasil optimasinya nol ditangani melalui perhitungan safety stock dengan service level 95% ($Z = 1,65$) dan reorder point berdasarkan lead time 0,12 bulan, yang menghasilkan produksi batch 1.641 unit setiap 2 bulan.

Tabel 1. Tabel Software dan Hardware Pendukung

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.9278>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Product	Server	Client
Clementine	Solaris 2.X	X Windows
Darwin	Solaris 2.X	Windows NT
PRW	Data on	Windows NT

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil klasifikasi ABC pada 36 produk menunjukkan konsentrasi nilai yang sangat timpang sesuai prinsip Pareto. Tiga produk Kelas A yaitu *Paving Blok Cor*, *Paving Segi Enam Abu*, dan *Paving Blok Cor 8 cm* menyumbang 73,70% dari total nilai pendapatan, meskipun hanya merepresentasikan 8,3% dari jenis produk. Tujuh produk Kelas B berkontribusi 20,66% sehingga akumulasi Kelas A dan B mencapai 94,36%, sementara 26 produk Kelas C hanya memberikan kontribusi 5,64% .

Produk	Permintaan	Harga	Nilai	Nilai	klasifikasi nilai	Hasil
PV BL COR	938733	9200	8636343600	47,66%	47,66%	A
PV S6 ABU	495884	6800	3372011200	18,61%	66,27%	A
PV BL COR 8CM	146366	9200	1346567200	7,43%	73,70%	A
G POLOS	394126	3300	1300615800	7,18%	80,88%	B
PV S4 HALUS	153536	6800	1044044800	5,76%	86,64%	B
PV 3D ABU	62122	7300	453490600	2,50%	89,15%	B
PV S6 MERAH	44914	8700	390751800	2,16%	91,30%	B
PV S4 ABU	29475	6800	200430000	1,11%	92,41%	B
BATAKO	21113	8700	183683100	1,01%	93,42%	B
PV BL HALUS	18399	9200	169270800	0,93%	94,36%	B
G FLAT	28981	5000	144905000	0,80%	95,16%	C
PV 3D HITAM	14439	10000	144390000	0,80%	95,95%	C
KASTIN	12200	8700	106140000	0,59%	96,54%	C
B80	576	179500	103392000	0,57%	97,11%	C
PV 3D MERAH	8315	10000	83150000	0,46%	97,57%	C
USKUP	19834	4000	79336000	0,44%	98,01%	C
PV S4 MERAH	10615	6800	72182000	0,40%	98,40%	C
W ~	13046	5500	71753000	0,40%	98,80%	C
PV TAMAN	2730	24200	66066000	0,36%	99,16%	C
W SEGITIGA	5758	5500	31669000	0,17%	99,34%	C
B30	318	72500	23055000	0,13%	99,47%	C
G ROYAL	5226	4000	20904000	0,12%	99,58%	C
PV S4 HITAM	1525	6800	10370000	0,06%	99,64%	C
PV S4 HALUS ABU	1500	6800	10200000	0,06%	99,70%	C
B100	48	207500	9960000	0,05%	99,75%	C
G HIJAU	1225	7500	9187500	0,05%	99,80%	C
PV 3D KUNING	692	10000	6920000	0,04%	99,84%	C
B 20	113	60000	6780000	0,04%	99,88%	C
B60	36	177500	6390000	0,04%	99,91%	C
W LANCIP	795	8000	6360000	0,04%	99,95%	C

PV BL COR MERAH	903	6800	6140400	0,03%	99,98%	C
PV BL HALUS MERAH	244	8900	2171600	0,01%	99,99%	C
PINGGIRAN	704	1350	950400	0,01%	100,00%	C
USKUP HALUS	84	4000	336000	0,00%	100,00%	C
PV S4 HALUS MERAH	0	8900	0	0,00%	100,00%	C

Distribusi ini menjadi landasan penetapan bobot deviasi pada model optimasi, di mana produk Kelas A diberi bobot 0,8 dan Kelas B bobot 0,3 untuk memastikan prioritas pemenuhan permintaan pada produk bernilai strategis tinggi.

Klasifikasi ADI-CV² pada 34 produk mengidentifikasi empat pola permintaan yang berbeda. Kategori *Smooth* mencakup 9 produk dengan permintaan stabil dan rutin muncul setiap bulan, seperti *Genteng Polos* (ADI = 1,0; CV² = 0,08) dan *Paving Segi Enam Abu* (ADI = 1,0; CV² = 0,05). Kategori *Erratic* terdiri dari 8 produk dengan frekuensi tinggi namun volatilitas besar, termasuk *Paving 3D Abu* (CV² = 0,64) dan *Batako* (CV² = 1,68). Kategori *Intermittent* meliputi 10 produk dengan permintaan jarang muncul namun konsisten saat terjadi, seperti *Paving Segi Empat Halus Abu* (ADI = 12,0). Kategori *Lumpy* mencakup 7 produk yang menggabungkan sifat jarang dan sangat fluktuatif, seperti *Paving Segi Empat Abu* (ADI = 2,4; CV² = 1,10) dan produk buis Pemetaan ini secara signifikan mempengaruhi pemilihan metode peramalan, di mana produk *intermittent* dan *lumpy* memerlukan pendekatan khusus berbeda dari produk *smooth*.

Peramalan permintaan tahun 2026 dilakukan dengan pemilihan metode berbasis hasil klasifikasi ADI-CV². Produk dengan pola *smooth* dan *erratic* dibandingkan menggunakan SES, DES, dan WMA, sementara produk *intermittent* dan *lumpy* ditambahkan perbandingan SBA dan Croston's Method. Evaluasi akurasi berdasarkan MAD dan MSE menunjukkan variasi performa antar metode dan produk.

PV BL COR		FORECAST			
bulan	demand	SES	DES	WMA	
1	76691	71296	58520,5	58783,4	
2	80448	71296	55060,8	61623,7	
3	108966	71296	51601	60221,27	
4	55513	71296	48141,2	60354,425	
5	73065	71296	44681,4	60568,3335	
6	161988	71296	41221,6	60434,74825	
7	76684	71296	37761,8	60458,75918	
8	81416	71296	34302	60473,47076	
9	54779	71296	30842,2	60461,31278	
10	37459	71296	27382,4	60464,44946	
11	72852	71296	23922,7	60465,31272	
12	58872	71296	20462,9	60464,25375	
MAD		25760	22358	31007,93	
MSE		1082471570	1069364356	1497631535,94	

Pada *Paving Blok Cor* dengan pola *smooth*, DES menghasilkan MAD terendah 22.358 dibandingkan SES (25.760) dan WMA (31.008), sehingga dipilih sebagai metode terbaik. Sebaliknya pada *Paving Segi Enam Abu* yang juga *smooth*, SES lebih unggul dengan MAD 7.727 dibandingkan DES (7.925) dan WMA (11.219). *Paving Segi Empat Halus* yang berpola *erratic* justru menunjukkan performa terbaik pada WMA dengan MAD 3.009, lebih rendah

dari SES (4.008) dan DES (3.713). Produk *intermittent* seperti *Paving Segi Empat Abu* dan *Paving Blok Halus* menunjukkan keunggulan SBA dengan MAD masing-masing 1.034 dan 1.890, jauh di bawah metode konvensional. *Paving 3D Abu* yang berpola *erratic* namun dengan banyak nilai nol juga lebih akurat menggunakan SBA (MAD 2.961) dibandingkan SES atau DES.

PRODUK	METODE DIPILIH
PV BL COR	Double Exponential
PV S6 ABU	Single Exponential
PV BL COR 8CM	Single Exponential
G POLOS	Double Exponential
PV S4 HALUS	Double Exponential
PV 3D ABU	Syntetos Boylan Aproximation
PV S6 MERAH	Single Exponential
PV S4 ABU	Syntetos Boylan Aproximation
BATAKO	Weighted Moving Avarage
PV BL HALUS	Single Exponential

Penanganan outlier dilakukan pada *Paving Segi Empat Abu* yang memiliki nilai ekstrem 21.675 unit pada Desember 2025. Dengan Modified Z-Score diperoleh nilai 9,67 yang melebihi threshold 3,5, sehingga dilakukan dekomposisi menjadi baseline $P90 = 3.354$ dan event = 18.321. Hasil peramalan SBA pada produk ini menunjukkan kestabilan pada 767 unit untuk sebelas bulan pertama dan melonjak ke 19.088 pada Desember 2026 sesuai pola baseline yang telah disesuaikan .

PV S4 ABU		FORCAST			
bulan	demand	SBA	CROSTON	SES	DES
1	570	767,00	6472,54	4923,07	7810,88
2	0	767,00	6472,54	4923,07	8806,65
3	0	767,00	6472,54	4923,07	9802,42
4	0	767,00	6472,54	4923,07	10798,19
5	4150	767,00	6472,54	4923,07	11793,96
6	0	767,00	6472,54	4923,07	12789,73
7	0	767,00	6472,54	4923,07	13785,49
8	1340	767,00	6472,54	4923,07	14781,26
9	2160	767,00	6472,54	4923,07	15777,03
10	150	767,00	6472,54	4923,07	16772,80
11	0	767,00	6472,54	4923,07	17768,57
12	21675	19088,00	6472,54	4923,07	18764,34
MAD		1034	4584	2716	3636
MSE		2004014	40773961	38320206	34693302

Tracking signal pada semua produk terpilih berada dalam batas kontrol ± 4 , mengindikasikan bahwa tidak ada bias sistematis pada metode peramalan yang digunakan dan model dapat diandalkan untuk perencanaan produksi.

Model Weighted Goal Programming diselesaikan untuk 12 bulan periode Januari–Desember 2026 menggunakan software LINGO dan Google Colab dengan library PuLP. Target profit ditetapkan Rp200.000.000 per bulan

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.9278>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

dengan bobot deviasi profit 0,4. Hasil optimasi menunjukkan bahwa seluruh periode mencapai target keuntungan tepat pada nilai Rp200.000.000 atau selisih mendekati nol, mengindikasikan bahwa profit merupakan kendala *binding* yang membatasi solusi.dengan variable, parameter dan kendala seperti berikut:

x_i : jumlah unit produk i yang akan diproduksi

d_i^- : deviasi kekurangan untuk produk i

d_i^+ : deviasi kelebihan untuk produk i

p_i^+ : deviasi positif profit untuk produk i

d_i^- : deviasi negatif profit untuk produk i

$F_{i,t}$: Forecast permintaan produk i bulan t

Target_{Profit} : target keuntungan per bulan

Kap_{jalur,0}: kapasitas produk jalur Paving

Kap_{jalur,1}: kapasitas produk jalur Genteng

Kap_{jalur,2} : kapasitas produk jalur Buis

P_{max} : batas maksimum pasir

A_{max} : batas maksimum abu

K_{max} : batas maksimum kerikil

S_{max} : batas maksimum semen

W_{max} : batas maksimum air

No	Nama	Persamaan	Jumlah	Keterangan
1	Goal Permintaan	$x_i + d_i^- - d_i^+ = F_{i,t}$	10	Setiap produk harus mendekati forecast
2	Goal Keuntungan	$\sum_{i=1}^{10} c_i \cdot x_i + n_p - p_p = Target_{profit}$	1	Profit harus mendekati 200 juta
3	Kapasitas Produk	$x_i \leq Kap_{prod,i}$	10	Produksi $\leq$ kapasitas per produk
4	Kapasitas Jalur	$\sum_{i: jalur_i} x_i \leq Kap_{jalur,j}$	3	Total per jalur $\leq$ kapasitas jalur
5	Kapasitas Mesin	$\sum_{i: jalur_i} x_i \leq Kap_{mesin,j}$	3	Total per mesin $\leq$ kapasitas mesin

6	Batas Pasir	$\sum_{i=1}^{10} a_{pasir,i} \cdot x_i \leq P_{max}$	1	Pasir ≤ 175.000 L
7	Batas Abu	$\sum_{i=1}^{10} a_{abu,i} \cdot x_i \leq A_{max}$	1	Abu ≤ 87.500 L
8	Batas Kerikil	$\sum_{i=1}^{10} a_{kerikil,i} \cdot x_i \leq K_{max}$	1	Kerikil $\leq$ 70.000 L
9	Batas Semen	$\sum_{i=1}^{10} a_{semen,i} \cdot x_i \leq S_{max}$	1	Semen $\leq$ 74.405 L
10	Batas Air	$\sum_{i=1}^{10} a_{air,i} \cdot x_i \leq W_{max}$	1	Air $\leq$ 99.999.999 L
11	Non-negativity	$x_i, d_i^-, d_i^+, n_p, p_p \geq 0$	32	Semua variabel tidak negatif

Produk Kelas A secara konsisten diproduksi sesuai forecast penuh. *Paving Blok Cor* mengalami penurunan produksi bertahap dari 58.521 unit (Januari) menjadi 20.463 unit (Desember) mengikuti tren penurunan forecast DES. *Paving Segi Enam Abu* stabil pada 42.335 unit per bulan sepanjang tahun karena forecast SES yang konstan. *Paving Blok Cor 8 cm* juga stabil pada 15.156 unit per bulan. Produk Kelas B menunjukkan variasi alokasi yang lebih dinamis; *Genteng Polos* mengalami peningkatan awal hingga 38.689 unit (Juni) kemudian penurunan drastis ke 5.758 unit (Desember) mengikuti pola tren DES yang terdeteksi pada data historis, hasil optimasi adalah seperti berikut:

Produk	BATAKO	G POLOS	PV 3D ABU	PV BL COR	PV BL COR 8CM
1	0	28742	4913,3	58521	15156
2	0	30731	4913,3	55061	15156
3	0	32721	4913,3	51601	15156
4	0	34710	4913,3	48141	15156
5	0	36699	4913,3	44681	15156
6	0	38689	4913,3	41222	15156
7	0	38615	4913,3	37762	15156
8	0	31837	4913,3	34302	15156
9	0	25059	4913,3	30842	15156
10	0	22238	4913,3	27382	15156
11	0	21788	4913,3	23923	15156
12	0	5758,2	4913,3	20463	15156

Produk	PV S4 ABU	PV S4 HALUS	PV S6 ABU	PV S6 MERAH	PV VL HALUS
1	0	0	42335	4396,91	1193,1
2	0	0	42335	4396,91	1193,1
3	0	0	42335	4396,91	1193,1
4	0	0	42335	4396,91	1193,1
5	0	0	42335	4396,91	1193,1
6	0	0	42335	4396,91	1193,1
7	0	1875,8	42335	4396,91	1193,1

8	0	9845,89	42335	4396,91	1193,1
9	767	17049	42335	4396,91	1193,1
10	767	20366,5	42335	4396,91	3212,77
11	767	20895,6	42335	4396,91	6442,79
12	19088	21424,8	42335	4396,91	1719,76

Produk *Paving Segi Empat Halus* dan *Paving Segi Empat Abu* yang memiliki forecast rendah dan volatilitas tinggi seringkali diproduksi sebagian atau nol pada beberapa bulan awal, kemudian meningkat signifikan pada akhir tahun saat kapasitas genteng mengalami penghematan dari penurunan produksi *Genteng Polos*. Batako hasil optimasi nol untuk seluruh periode karena kontribusi profit per unit yang lebih rendah dibandingkan produk paving, sehingga dalam kondisi profit *binding* produk ini tersubstitusi oleh produk bernilai lebih tinggi. Pengendalian persediaan menggunakan safety stock dan reorder point dapat membantu perusahaan mengurangi risiko stockout pada produk dengan permintaan tidak stabil (Kurniawan et al., 2026).

Penggunaan sumber daya menunjukkan bahwa batas semen 74.405 L merupakan kendala paling ketat yang aktif membatasi produksi pada hampir semua periode, diikuti oleh batas pasir 175.000 L. Bahan baku abu, kerikil, dan air memiliki utilisasi di bawah kapasitas maksimum, mengindikasikan bahwa penambahan kapasitas semen dan pasir berpotensi meningkatkan output produksi.

Penjadwalan dengan Finite Capacity Scheduling menghasilkan alokasi harian yang memenuhi kendala kapasitas. Perhitungan kebutuhan hari untuk Januari 2026 menunjukkan total 17 hari untuk jalur paving dan 15 hari untuk jalur genteng, dengan total 20 hari kerja efektif yang tersedia. Daily rate seluruh produk berada di bawah kapasitas harian mesin; misalnya *Paving Blok Cor* dengan daily rate 9.753 unit masih di bawah kapasitas 10.237 unit, dan *Genteng Polos* dengan 1.916 unit di bawah kapasitas 1.920 unit.

Jadwal harian disusun dengan aturan satu produk paving dan satu produk genteng per hari menggunakan forward scheduling FCFS. Januari 2026 memerlukan 20 hari produksi dengan alokasi bertahap: *Paving 3D Abu* hari pertama, *Paving Blok Cor* hari kedua hingga ketujuh, *Paving Blok Cor 8 cm* hari kedelapan hingga kesembilan, *Paving Segi Enam Abu* hari kesepuluh hingga keempat belas, dan seterusnya. Pola serupa berlaku untuk bulan berikutnya dengan penyesuaian volume sesuai hasil optimasi bulanan.

Bulan	Hari Produksi	Hari Produksi Genteng	Hari Produksi Paving
Januari	20	15	16
Februari	20	17	16
Maret	28	18	16
April	22	19	15
Mei	23	20	15
Juni	24	21	15
Juli	24	21	15
Agustus	20	17	16
September	22	14	18
Oktober	20	12	17
November	23	12	18
Desember	22	3	19

Batako dialokasikan pada hari terakhir setiap dua bulan dengan batch 1.641 unit sesuai hasil perhitungan reorder point, mengantisipasi potensi *stockout* meskipun tidak termasuk dalam solusi optimal. Total hari produksi selama 12 bulan adalah 268 hari, meninggalkan sisa hari untuk produksi safety stock atau pesanan produk Kelas C. hal ini sesuai dengan Penentuan reorder point dan safety stock dapat digunakan untuk menjaga kontinuitas produksi serta mengantisipasi fluktuasi permintaan (Romariardi, 2022).

Perbandingan antara kondisi aktual 2025 dan hasil optimasi 2026 menunjukkan perubahan signifikan pada struktur produksi. Total produksi tahunan menurun dari 2.565.453 unit menjadi 1.767.905 unit, reduksi sebesar 797.548

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.9278>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

unit atau 31,1% . Penurunan ini terkonsentrasi pada produk dengan historis *overproduction*: *Paving Blok Cor* turun dari 1.054.555 menjadi 473.905 unit, *Paving Segi Enam Abu* turun dari 622.373 menjadi 508.020 unit, dan *Genteng Polos* turun dari 398.122 menjadi 347.595 unit. Sebaliknya produk yang sebelumnya *underproduced* mengalami peningkatan; *Paving Blok Cor 8 cm* naik dari 146.274 menjadi 181.872 unit, dan *Paving Segi Enam Merah* naik dari 37.930 menjadi 52.764 unit.

Total Produksi		
periode	kondisi awal	setelah optimasi
1	215012	156900
2	236120	153789
3	169978	153959
4	190504	150849
5	225960	151019
6	197295	147907
7	250541	147890
8	206113	143982
9	202143	143356
10	269802	140771
11	233630	142261
12	168355	135257
total	2565453	1767940

Dampak pada kebutuhan gudang menunjukkan penyusutan signifikan pada area paving dari 2.200 m² menjadi 1.109 m² (reduksi 49,6%) dan area genteng dari 455 m² menjadi 418 m² (reduksi 8,1%), sementara area buis tetap pada 140 m² (Tabel 4.48). Meskipun kebutuhan paving masih melebihi kapasitas tersedia 839,5 m², reduksi ini secara substansial mengurangi volume produk yang harus disimpan di area terbuka dan terpapar risiko kerusakan cuaca.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan perencanaan produksi CV. Lantai Mas dengan mengurangi total volume produksi tahunan dari 2.565.453 unit menjadi 1.767.905 unit atau penurunan 31,1%, sambil mempertahankan target keuntungan Rp200.000.000 per bulan secara konsisten selama 12 bulan. Integrasi klasifikasi ABC dan ADI-CV² efektif memetakan prioritas produk dan menyesuaikan metode peramalan, di mana produk Kelas A yang menyumbang 73,70% nilai pendapatan diprioritaskan pada model optimasi. Weighted Goal Programming mampu mengelola trade-off pemenuhan permintaan 10 produk prioritas dan target profit dalam kendala kapasitas jalur, mesin, serta bahan baku, dengan semen dan pasir sebagai faktor pembatas utama. Penjadwalan Finite Capacity Scheduling menghasilkan 268 hari produksi feasible dengan daily rate memenuhi kapasitas harian mesin. Dampak operasional yang terukur meliputi penyusutan kebutuhan gudang paving dari 2.200 m² menjadi 1.109 m² dan genteng dari 455 m² menjadi 418 m², yang mengurangi risiko kerusakan produk di area terbuka. Model ini aplikatif pada industri beton pracetak sejenis dengan implikasi efisiensi modal kerja dan peningkatan service level. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan mixed integer goal programming untuk solusi bilangan bulat, mengintegrasikan biaya setup dan penyimpanan, serta menguji skenario perluasan kapasitas bahan baku.

Reference

- Abidah, A. N., Dedek, K., & Nuroktaviani, A. (2022). Penerapan Program Linear Dalam Memaksimalkan Keuntungan Produksi Penjualan Menggunakan Metode Grafik. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4, 4880–4887.
- Baroto, T. (2002). PERANCANGAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI.
- Dona, A., Mustafid, & Suryono. (2018). Sistem Pengendali Inventori Supply Chain Dengan Pendekatan Probabilitas Pada Industri Pakaian. 01, 17–24. <https://doi.org/10.14710/Jis.%25v.%25i.%25Y.549-559>

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.9278>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

-
- Hartini, S., & A, Y. A. (2022). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI SEBAGAI ALAT BANTU PERSEDIAAN RETAIL ELEKTRONIK. 175–184. <https://doi.org/10.12777/Jati.7.3.175-184>
- IGLEWICZ, B., & C. HOAGLIN, D. (1993). HOW TO DETECT AND HANDLE OUTLIERS.
- JACOBS, F. R., L. BERRY, W., WHYBARK, D. C., & VOLLMANN, T. E. (2011). PLANNING AND CONTROL For SUPPLY CHAIN MANAGEMENT APICS/CPISM CERTIFICATION EDITION.
- Khirana, W., Sinsu, L., & Aryanny, E. (2022). Optimasi Perencanaan Produksi Cat Dengan Metode Goal Programming Pada PT . Tunggal Djaja Indah. 1, 1–8.
- Kurniawan, I., Jannah, A., Salwah, S., & Ramdani, R. (2026). Strategi Pengendalian Persediaan Logistik Dalam Mendukung Mutu Layanan Kefarmasian Di Fasilitas Kesehatan. 14(April). <https://doi.org/10.14710/Jmki.14.1.2026.11-14>
- Magee, F. (1967). PRODUCTION PLANNING AND INVENTORY CONTROL.
- Makridakis, S., Hyndman, R. J., & C. Wheelwright, S. (2005). FORASTING METHOD AND APPLICATION 3RD EDITION.
- Nur, M. (2022). JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisis Kehilangan Minyak (Oil Losses) Pada Proses Pengolahan CPO Dengan Metode Statistical Proces Control (SPC). 5(2), 150–156. <https://doi.org/10.31004/Jutin.V5i2.8901>
- Rahmah, A., Salamah, S., Ginting, B., Salsabila, A., Perangin-Angin, F. S., Nurbayeni, M., Fatma, N., & Mardianto, D. (2025). Studi Literatur : Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming. 3(1). <https://doi.org/10.62383/Algoritma.V3i1.379>
- Romariardi, A. W. (2022). Penerapan Konsep Continuous Review (Q , R) Pada Model Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Mengoptimalkan Persediaan Bahan Baku Minuman. 01, 66–72. <https://doi.org/10.21456/Vol12iss1pp66-72>
- Simamora, Y. K., Puspita, E., & Herrhyanto, N. (2022). PERAMALAN JUMLAH PERMINTAAN SPARE PART LCV BUSHING STRUTHBAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE CROSTON DAN METODE SYNTETOS BOYLAN APPROXIMATION. 7, 47–57. <https://doi.org/10.9744/Jti.24.2.45-56>
- Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2011). Intermittent Demand : Estimation And Statistical Properties. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-039-7>