

## Pengalokasian Jumlah Operator Agar Diperoleh Hasil Produksi Optimum Dengan Menggunakan Metode Program Dinamik Di PT Sugiyama Seisakusho Indonesia

Jimmy Toding<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia

### Article Info

#### Article history:

Received Maret 25, 2026  
Revised Maret 25, 2026  
Accepted Maret 26, 2026

#### Kata Kunci:

Program Dinamik,  
Optimasi Produksi,  
Alokasi Operator,  
Produktivitas,  
Efisiensi

#### Keywords:

Dynamic Programming,  
Production Optimization,  
Operator Allocation,  
Productivity,  
Efficiency

### ABSTRAK

PT. Sugiyama Seisakusho Indonesia (SSI) adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi komutator. Di dalam proses produksi komutator tersebut, PT. SSI menerapkan teknologi dengan menempatkan mesin-mesin semi otomatis dan robot agar penggunaan tenaga kerja dapat di minimalkan. Yang menjadi permasalahannya hanya ada 5 orang operator yang bertugas mengoperasikan 3 line produksi . Dengan menggunakan metode program dinamik diperoleh hasil kuantitas produksi optimumnya adalah 12,000 pcs/hari dengan menempatkan 1 orang operator di line 1, 1 orang operator di line 2, dan 3 orang operator di line 3.

### ABSTRACT

PT. Sugiyama Seisakusho Indonesia (SSI) is a company engaged in the production of commutators. In its production process, PT. SSI implements technology by utilizing semi-automatic machines and robots to minimize labor usage. The issue faced is that there are only 5 operators assigned to manage 3 production lines. By applying the dynamic programming method, the optimal production quantity is determined to be 12,000 pieces per day, with the allocation of 1 operator in line 1, 1 operator in line 2, and 3 operators in line 3.

*This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.*



### Corresponding Author:

Jimmy Toding  
Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Industri , Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jakarta, Indonesia  
Email: jimmytoding@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis yang semakin ketat menuntut industri – industri dibidang manufaktur maupun jasa meningkatkan strategi bisnisnya agar dapat tetap eksis di dunia industri. Strategi bisnis yang lama belum tentu berhasil bila tetap diterapkan dimasa sekarang sehingga perlu dikaji secara terus menerus kinerjanya. Untuk itu Industri – industri diharapkan mampu memahami perencanaan produksi yang baik dan diharapkan mampu untuk terus meningkatkan efisiensi serta kemampuan menghasilkan produk yang bermutu guna memenuhi kepuasan konsumen.[1]

PT. Sugiyama Seisakusho Indonesia adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi komutator (komponen pada motor penggerak DC). Selain berproduksi untuk memenuhi permintaan dalam negeri, perusahaan juga telah mengekspansi pasarnya untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Pencapaian ini tentunya tidak terlepas dari kualitas yang baik dari produk yang dihasilkan. Teknologi yang digunakan dalam produksinya menggunakan mesin – mesin otomatis dan robot sehingga keperluan akan kebutuhan operator dapat diminimalisasikan.

Meskipun perusahaan ini didukung oleh mesin – mesin semi otomatis dan robot namun tetap perlu menempatkan operator untuk menyiapkan raw material yang akan di masukkan kedalam mesin dan melakukan pengecekan kualitas secara berkala agar mesin dapat terus berproduksi. Namun demikian yang menjadi permasalahannya hanya ada 5 operator yang bertugas mengendalikan 3 line produksi. Jika pengalokasian operator pada setiap line tidak tepat maka berpengaruh terhadap hasil kuantitas produksinya.

Melihat dari indentifikasi gejala masalah yang ada, maka dalam penelitian ini akan diterapkan metode dynamic programming untuk mengatasi permasalahan yang terlihat di perusahaan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *dynamic programming* yang diperkenalkan oleh Richard E. Bellman, yang merupakan salah satu metode dalam *operations research* untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan karakteristik pengambilan keputusan bertahap (*multistage decision*).[2] Metode ini sangat efektif digunakan pada permasalahan yang memiliki keterkaitan antar keputusan di setiap tahap, di mana keputusan yang diambil pada suatu tahap akan memengaruhi keputusan pada tahap berikutnya.[3]

Prinsip dasar dari dynamic programming adalah memecah suatu permasalahan kompleks menjadi beberapa submasalah yang lebih kecil dan terstruktur dalam beberapa tahap (*stage*).[4] Setiap tahap memiliki sejumlah alternatif keputusan yang dapat dipilih, dengan tujuan untuk memperoleh hasil optimal secara keseluruhan. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip optimalitas (*principle of optimality*), yaitu suatu kebijakan optimal memiliki sifat bahwa keputusan yang diambil pada setiap tahap harus tetap optimal, terlepas dari keputusan yang telah diambil sebelumnya.[5]

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah program dinamik deterministik, di mana kondisi (*state*) pada tahap berikutnya dapat ditentukan secara pasti berdasarkan kondisi dan keputusan pada tahap saat ini.[6] Dengan kata lain, tidak terdapat unsur probabilitas atau ketidakpastian dalam proses transisi antar tahap. Hal ini sesuai dengan kondisi nyata di lapangan, di mana jumlah operator dan kapasitas produksi dapat diukur secara pasti.

Secara matematis, model program dinamik dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

$$f_n^*(s_n) = \max_{x_n \in X_n} \{p_n(x_n) + f_{n+1}^*(s_n - x_n)\}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa nilai optimal pada tahap ke-n dengan state tertentu diperoleh dengan memilih keputusan terbaik yang memaksimalkan jumlah kontribusi pada tahap tersebut dan nilai optimal dari tahap berikutnya. Adapun keterangan dari variabel dalam model tersebut adalah sebagai berikut:[7]

1.  $f_n^*(s_n)$  merupakan nilai optimal pada tahap ke-n dengan kondisi sumber daya  $s_n$
2.  $x_n$  adalah variabel keputusan pada tahap ke-n
3.  $p_n(x_n)$  adalah kontribusi hasil atau output produksi pada tahap ke-n
4.  $f_{n+1}^*(s_n - x_n)$  adalah nilai optimal pada tahap berikutnya
5.  $s_n$  adalah jumlah sumber daya yang tersedia pada tahap ke-n

Dalam konteks penelitian ini, komponen-komponen tersebut diinterpretasikan sebagai berikut. *State* ( $s_n$ ) merepresentasikan jumlah operator yang tersedia untuk dialokasikan pada setiap tahap. Variabel keputusan ( $x_n$ ) adalah jumlah operator yang ditempatkan pada masing-masing line produksi.

Tahap (*stage*) dalam model ini terdiri dari tiga bagian, yaitu line produksi 1, line produksi 2, dan line produksi 3. Sementara itu, fungsi hasil (*return function*)  $p_n(x_n)$  menunjukkan jumlah produksi yang dihasilkan oleh masing-masing line berdasarkan jumlah operator yang dialokasikan.

Proses penelitian diawali dengan pengumpulan data kuantitas produksi pada setiap line produksi dengan variasi jumlah operator dari 1 hingga 5 orang. Data ini sangat penting karena menjadi dasar dalam membentuk fungsi hasil pada setiap tahap. Dengan adanya data tersebut, hubungan antara jumlah operator dan output produksi dapat dianalisis secara kuantitatif.

Selanjutnya, dilakukan identifikasi terhadap variabel-variabel yang terlibat dalam model, yaitu variabel *state* dan variabel keputusan. Identifikasi ini bertujuan untuk menyusun struktur model program dinamik yang sesuai dengan kondisi sistem produksi yang diteliti. Setelah itu, disusun fungsi tujuan yang bertujuan untuk memaksimalkan total produksi dari seluruh line dengan mempertimbangkan keterbatasan jumlah operator.[7]

Tahapan berikutnya adalah melakukan perhitungan menggunakan metode *backward recursion*, yaitu perhitungan dimulai dari tahap terakhir (line produksi ke-3) kemudian dilanjutkan ke tahap sebelumnya hingga tahap pertama. Pada tahap terakhir, nilai optimal dihitung berdasarkan kontribusi langsung dari line tersebut. Kemudian, pada tahap sebelumnya, nilai optimal diperoleh dengan mempertimbangkan hasil optimal dari tahap berikutnya. Proses ini dilakukan secara berulang hingga mencapai tahap pertama.[8]

Metode *backward recursion* ini dipilih karena mampu mengurangi kompleksitas perhitungan, terutama pada masalah dengan banyak kemungkinan kombinasi keputusan. Dengan pendekatan ini, tidak semua kombinasi harus dihitung secara langsung, melainkan cukup dengan menyimpan hasil optimal dari setiap submasalah.[9]

Setelah seluruh proses perhitungan selesai, diperoleh kombinasi alokasi operator yang menghasilkan nilai produksi maksimum. Hasil ini kemudian dianalisis untuk mengetahui pola distribusi operator yang paling efisien. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil optimasi yang telah diperoleh.

Dengan menggunakan pendekatan *dynamic programming*, penelitian ini mampu memberikan solusi optimal secara sistematis dan terstruktur.[10] Metode ini tidak hanya efisien dalam menyelesaikan permasalahan optimasi dengan banyak variabel, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antar keputusan dalam sistem produksi. Oleh karena itu, metode ini sangat relevan untuk diterapkan dalam pengambilan keputusan manajerial, khususnya dalam pengalokasian sumber daya yang terbatas di lingkungan industri manufaktur.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Percobaan Alokasi Jumlah Operator Pada Line Produksi

Jumlah Operator yang dialokasikan	Jumlah Kuantitas Produksi/hari (ribuan pcs)		
	Line Produksi		
	1	2	3
0	0	0	0
1	3	4	2
2	4	5	3
3	5	7	5
4	6	8	6
5	7	9	7

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang tertera pada tabel diatas, diperoleh informasi mengenai hubungan antara jumlah operator yang dialokasikan pada setiap line produksi dengan kuantitas output

yang dihasilkan. Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel, yang menunjukkan variasi jumlah produksi pada masing-masing line dengan kombinasi jumlah operator yang berbeda-beda. Dari tabel tersebut dapat diamati bahwa setiap line memiliki karakteristik produktivitas yang berbeda, tergantung pada jumlah operator yang ditempatkan.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan jumlah operator yang optimal pada setiap line produksi sehingga total kuantitas produksi dapat dimaksimalkan. Mengingat jumlah operator yang tersedia terbatas, yaitu sebanyak 5 orang, maka diperlukan suatu metode optimasi yang mampu menghasilkan keputusan terbaik. Oleh karena itu, digunakan metode program dinamik yang mampu menyelesaikan persoalan pengambilan keputusan secara bertahap (*multistage decision*).

Dalam penelitian ini, persoalan dibagi menjadi tiga tahap (stage), yang masing-masing merepresentasikan line produksi, yaitu line 1 ( $n=1$ ), line 2 ( $n=2$ ), dan line 3 ( $n=3$ ). Setiap tahap memiliki variabel keputusan berupa jumlah operator yang akan dialokasikan pada line tersebut, sedangkan *state* menunjukkan jumlah operator yang tersisa untuk dialokasikan ke tahap berikutnya. Fungsi tujuan yang digunakan adalah memaksimalkan total produksi dari seluruh line.

Proses penyelesaian dilakukan dengan pendekatan *backward recursion*, yaitu dimulai dari tahap terakhir (stage  $n=3$ ) kemudian bergerak mundur ke tahap sebelumnya hingga tahap pertama. Pada tahap ketiga ( $n=3$ ), dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah produksi maksimum yang dapat dihasilkan berdasarkan jumlah operator yang tersedia pada tahap tersebut. Karena tahap ini merupakan tahap terakhir, maka nilai fungsi tujuan hanya bergantung pada kontribusi produksi di line 3.

Tabel 2. Iterasi Pertama

n=3	<b>s</b>	<b>f<sub>3</sub>*(s)</b>	<b>X<sub>3</sub>*</b>
	0	0	0
	1	2	1
	2	3	2
	3	5	3
	4	6	4
	5	7	5

Selanjutnya, pada tahap kedua ( $n=2$ ), dilakukan evaluasi terhadap setiap kemungkinan alokasi operator dengan mempertimbangkan hasil optimal dari tahap ketiga. Pada tahap ini, setiap keputusan yang diambil akan mempengaruhi jumlah operator yang tersisa untuk tahap berikutnya. Oleh karena itu, perhitungan dilakukan dengan menggabungkan hasil produksi pada line 2 dengan nilai optimal yang telah diperoleh dari line 3.

Tabel 3. Iterasi ke Dua

n=2	s \ X <sub>2</sub>	f <sub>2</sub> (s, X <sub>2</sub> ) = p <sub>2</sub> (X <sub>2</sub> ) + f <sub>3</sub> *(s - X <sub>2</sub> )						f <sub>2</sub> *(s)	X <sub>2</sub> *
		0	1	2	3	4	5		
	0	0						0	0
	1	2	4					4	1
	2	3	6	5				6	1
	3	5	7	7	7			7	1,2,3
	4	6	9	8	9	8		9	1,3
	5	7	10	10	10	10	9	10	1,2,3,4

Tahap terakhir dalam proses perhitungan adalah tahap pertama ( $n=1$ ). Pada tahap ini, seluruh kemungkinan alokasi operator dievaluasi dengan mempertimbangkan hasil optimal dari tahap kedua.

Dengan demikian, keputusan yang diambil pada tahap pertama akan menentukan keseluruhan hasil optimal dari sistem produksi.

Tabel 4. Iterasi ke Tiga

n=1	s \ x <sub>1</sub>	f <sub>1</sub> (s,x <sub>1</sub> ) = p <sub>1</sub> (x <sub>1</sub> ) + f <sub>2</sub> <sup>*</sup> (s-x <sub>1</sub> )					f <sub>1</sub> <sup>*</sup> (s)	x <sub>1</sub> <sup>*</sup>
		0	1	2	3	4		
	0	0					0	0
	1	4	3				4	0
	2	6	7	4			7	1
	3	7	9	8	5		9	1
	4	9	10	10	9	6	10	1,2
	5	10	12	11	11	10	12	1

Berdasarkan hasil perhitungan program dinamik yang telah dilakukan, diperoleh solusi optimal sebagai berikut. Pada tahap pertama (n=1), jumlah operator yang dialokasikan adalah sebanyak 1 orang (x<sub>1</sub><sup>\*</sup> = 1). Dengan demikian, jumlah operator yang tersisa untuk tahap berikutnya adalah sebanyak 4 orang. Pada tahap kedua (n=2), dari 4 operator yang tersedia, dialokasikan 1 orang operator (x<sub>2</sub> = 1), sehingga tersisa 3 operator untuk tahap terakhir. Pada tahap ketiga (n=3), seluruh sisa operator, yaitu 3 orang, dialokasikan pada line 3.

Dengan kombinasi alokasi operator tersebut, yaitu (1, 1, 3), diperoleh nilai fungsi tujuan optimal sebesar f<sub>1</sub><sup>\*</sup>(5) = 12.000 pcs per hari. Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi operator yang tidak merata justru memberikan hasil produksi yang maksimal, di mana line 3 membutuhkan lebih banyak operator dibandingkan line lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh kapasitas produksi line 3 yang lebih besar atau tingkat efisiensi yang lebih tinggi ketika ditangani oleh lebih banyak operator.

Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode program dinamik sangat efektif dalam menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya yang terbatas. Metode ini mampu memberikan solusi optimal dengan mempertimbangkan keterkaitan antar keputusan pada setiap tahap. Selain itu, hasil penelitian ini juga memberikan implikasi praktis bagi perusahaan, khususnya dalam pengambilan keputusan terkait penempatan tenaga kerja agar dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Dengan demikian, penerapan metode optimasi yang tepat tidak hanya membantu dalam meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja, tetapi juga dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan output produksi perusahaan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa didapatkan, bahwa dengan mengalokasikan operator pada line 1 adalah 1 orang, line 2 adalah 1 orang, dan line 3 adalah 3 orang akan didapatkan jumlah kuantitas produksi yang optimal adalah 12,000 pcs/hari.

#### REFERENSI

- [1] F. A. Rudiawarni, B. Tjahjadi, N. Soewarno, and D. Agustia, "Business strategy and industrial competition: the case of manufacturing companies," *International Journal of Business Environment*, vol. 12, no. 4, pp. 347–367, Oct. 2021.
- [2] R. Bellman, *Dynamic Programming*. Princeton, NJ, USA: Princeton Univ. Press, 1957.
- [3] S. Dutta, *Optimization of Staged and Discrete Processes*. New Delhi, India: PHI Learning, 2016
- [4] R. Yi, "Optimizing Operations Management and Business Analytics Strategies under Uncertainty: Dynamic Programming," *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, vol. 3, pp. 1–7, 2023.

- [5] A. A. Sitinjak, E. Pasaribu, J. E. Simarmata, T. Putra, and H. Mawengkang, "The Analysis of Forward and Backward Dynamic Programming for Multistage Graph," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 300, 2018.
- [6] E. A. Rachma, "Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di PT X," *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [7] T. T. Dimiyati and A. Dimiyati, *Operation Research: Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2004.
- [8] M. K. So and S. L. Kek, "Workforce size problem in manufacturing with dynamic programming approach," *Proceedings of the International Conference on Applied Mathematics*, 2020.
- [9] A. Elsa, A. M. Panjaitan, and T. N. Sipayung, "Penerapan Program Dinamik dalam Menentukan Jalur Perjalanan Optimum dengan Prosedur Backward Recursive Equation," *Journal on Education*, vol. 5, no. 1, pp. 457–466, Jan. 2023.
- [10] P. V. S. Kumar, M. B. Reddy, and V. Venu, "Problem Solving Optimization using Dynamic Programming Approach," *Int. J. for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 8, no. 6, pp. 1403–1408, Jun. 2020.