



**OPTIMASI PENGGUNAAN TENAGA KERJA MENGGUNAKAN INTEGER LINEAR
PROGRAMMING
(STUDI KASUS: PROSES GRADING PADA PERUSAHAAN X)**

**WORKFORCE UTILIZATION OPTIMIZATION USING INTEGER LINEAR
PROGRAMMING (A CASE STUDY OF THE GRADING PROCESS AT COMPANY X)**

Izzul Wahyudi*, Prodi Matematika FMIPA UNY

Husna Arifah, Prodi Matematika FMIPA UNY

*e-mail: izzulwahyudi.2019@student.uny.ac.id

Abstrak

Perencanaan tenaga kerja yang efektif diperlukan untuk memastikan target pekerjaan dapat diselesaikan secara optimal dengan penggunaan sumber daya yang efisien. Penelitian ini bertujuan menentukan jumlah tenaga kerja optimal pada proses grading di Perusahaan X menggunakan metode *Integer Linear Programming (ILP)*. Data yang digunakan berupa produktivitas 57 tenaga kerja dan jumlah pekerjaan harian selama periode pengamatan. Produktivitas tenaga kerja dinyatakan dalam satuan set per jam dengan asumsi jam kerja standar selama 8 jam per hari. Model optimasi dibangun menggunakan Binary Integer Programming dengan tujuan meminimumkan jumlah tenaga kerja yang digunakan serta memenuhi target pekerjaan harian. Penyelesaian model dilakukan menggunakan Microsoft Excel Solver. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Integer Linear Programming* mampu menghasilkan kombinasi tenaga kerja optimal yang memenuhi target pekerjaan dengan penggunaan tenaga kerja yang lebih efisien dibandingkan kondisi aktual perusahaan. Hasil optimasi menunjukkan rata-rata efisiensi penggunaan tenaga kerja sebesar 16,13%. Dengan demikian, metode *Integer Linear Programming* dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perencanaan kebutuhan tenaga kerja sehingga mendukung peningkatan efisiensi operasional perusahaan.

Kata kunci: Integer Linear Programming, optimasi, produktivitas, tenaga kerja, grading.

Abstract

Effective workforce planning is required to ensure that work targets can be completed optimally while maintaining efficient resource utilization. This study aims to determine the optimal workforce allocation in the grading process at Company X using the Integer Linear Programming (ILP) method. The data consisted of productivity records of 57 workers and daily workload targets during the observation period. Worker productivity was measured in sets per hour with a standard working time assumption of 8 hours per day. The optimization model was developed using Binary Integer Programming with the objective of minimizing the number of workers while satisfying daily workload requirements. The model was solved using Microsoft Excel Solver. The results showed that Integer Linear Programming was able to generate an optimal workforce combination that met workload targets more efficiently than the company's actual workforce allocation. The optimization results indicated an average workforce efficiency improvement of 16.13%. Therefore, Integer Linear Programming can be utilized as a decision-support tool for workforce planning and operational efficiency improvement within the company.

Keywords: grading, Integer Linear Programming, optimization, productivity, workforce.

A. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri yang semakin kompetitif menuntut perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan sumber daya yang dimiliki. Salah satu sumber daya yang memiliki peranan penting dalam mendukung keberhasilan kegiatan

operasional perusahaan adalah tenaga kerja. Pengelolaan tenaga kerja yang tepat dapat membantu perusahaan mencapai target pekerjaan secara optimal, meningkatkan produktivitas, serta meminimalkan pemborosan sumber daya. Sebaliknya, penggunaan tenaga kerja yang berlebihan dapat menyebabkan inefisiensi operasional, sedangkan jumlah tenaga kerja yang kurang dapat menghambat pencapaian target pekerjaan yang telah ditetapkan.

Perencanaan kebutuhan tenaga kerja merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen operasional karena berkaitan langsung dengan kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan pekerjaan. Menurut Dessler (2020), perencanaan tenaga kerja dilakukan untuk memastikan ketersediaan sumber daya manusia yang sesuai dengan kebutuhan organisasi sehingga tujuan operasional dapat tercapai secara efektif. Dalam praktiknya, kebutuhan tenaga kerja sering kali dipengaruhi oleh perubahan beban pekerjaan dan perbedaan produktivitas antar tenaga kerja sehingga diperlukan suatu pendekatan yang mampu menghasilkan keputusan yang lebih objektif dan terukur.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan adalah optimasi. Optimasi merupakan proses untuk memperoleh solusi terbaik dari sejumlah alternatif yang tersedia dengan mempertimbangkan tujuan tertentu dan berbagai kendala yang ada (Taha, 2017). Dalam bidang riset operasi, optimasi banyak diterapkan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan seperti perencanaan produksi, distribusi, transportasi, penjadwalan, dan alokasi sumber daya. Penggunaan metode optimasi memungkinkan perusahaan memanfaatkan sumber daya yang terbatas secara lebih efisien sehingga dapat meningkatkan kinerja operasional perusahaan.

Metode optimasi yang banyak digunakan dalam pengalokasian sumber daya adalah Linear Programming. Linear Programming merupakan metode matematis yang digunakan untuk menentukan solusi optimal dari suatu fungsi tujuan dengan memperhatikan berbagai kendala yang dinyatakan dalam bentuk hubungan linear (Hillier & Lieberman, 2015). Namun, dalam berbagai permasalahan nyata, variabel keputusan sering kali harus dinyatakan dalam bentuk bilangan bulat. Sebagai contoh, jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam suatu aktivitas operasional tidak mungkin bernilai pecahan. Oleh karena itu, diperlukan Integer Linear Programming (ILP), yaitu pengembangan dari Linear Programming yang mensyaratkan sebagian atau seluruh variabel keputusan bernilai bilangan bulat (Nemhauser & Wolsey, 1999). Penggunaan ILP dinilai lebih realistis dalam menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya karena mampu merepresentasikan kondisi nyata yang bersifat diskrit.

Perusahaan X merupakan perusahaan yang memiliki aktivitas grading sebagai salah satu proses operasional utama. Grading merupakan kegiatan pemeriksaan dan koreksi lembar kerja yang harus diselesaikan sesuai target harian perusahaan. Hasil pekerjaan dinyatakan dalam satuan set, yaitu sejumlah lembar kerja yang telah selesai diperiksa dan dikoreksi oleh tenaga kerja. Dalam pelaksanaannya, setiap tenaga kerja memiliki tingkat produktivitas yang berbeda-beda yang diukur berdasarkan jumlah set yang mampu diselesaikan dalam satu jam kerja. Selain itu, jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan setiap hari mengalami fluktuasi sesuai dengan beban pekerjaan yang diterima perusahaan. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan tenaga kerja berubah-ubah dari waktu ke waktu sehingga diperlukan perencanaan tenaga kerja yang tepat.

Berdasarkan data operasional perusahaan, proses grading melibatkan 57 tenaga kerja dengan tingkat produktivitas yang berbeda-beda. Selama ini penentuan jumlah tenaga kerja dilakukan berdasarkan pertimbangan operasional dan pengalaman manajemen. Pendekatan tersebut belum mempertimbangkan produktivitas masing-masing tenaga kerja secara matematis sehingga berpotensi menghasilkan penggunaan tenaga kerja yang belum optimal. Padahal produktivitas tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kapasitas

penyelesaian pekerjaan dan efisiensi penggunaan sumber daya manusia dalam organisasi (Sinungan, 2014).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Integer Linear Programming efektif digunakan dalam permasalahan alokasi sumber daya dan tenaga kerja. Irsyad dkk. (2019) menerapkan Integer Linear Programming untuk mengoptimalkan penjadwalan tenaga kerja dan memperoleh peningkatan efisiensi operasional. Azizah dkk. (2024) melalui studi literatur menyimpulkan bahwa Integer Linear Programming merupakan metode yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan dan alokasi sumber daya. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada penjadwalan tenaga kerja atau penentuan jumlah tenaga kerja secara umum. Penelitian yang menggunakan produktivitas individu tenaga kerja sebagai parameter utama dalam menentukan kebutuhan tenaga kerja pada proses grading masih relatif terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan membentuk model Integer Linear Programming untuk menentukan jumlah tenaga kerja minimum yang diperlukan dalam proses grading di Perusahaan X berdasarkan produktivitas tenaga kerja dan target pekerjaan harian. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi penggunaan tenaga kerja yang lebih efisien dibandingkan kondisi aktual perusahaan serta menjadi dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan kebutuhan tenaga kerja yang lebih objektif dan berbasis data.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan menentukan jumlah tenaga kerja optimal pada proses grading di Perusahaan X menggunakan metode Integer Linear Programming (ILP). Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan data operasional perusahaan yang terdiri atas data produktivitas tenaga kerja dan jumlah pekerjaan harian.

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari dokumentasi operasional Perusahaan X. Data tersebut meliputi produktivitas 57 tenaga kerja pada proses grading dan jumlah pekerjaan harian selama 23 hari pengamatan. Produktivitas tenaga kerja dinyatakan dalam satuan set per jam, sedangkan jumlah pekerjaan harian dinyatakan dalam jumlah set yang harus diselesaikan setiap hari. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa seluruh tenaga kerja memiliki jam kerja yang sama, yaitu 8 jam per hari.

Kapasitas kerja harian masing-masing tenaga kerja dihitung berdasarkan produktivitas tenaga kerja menggunakan persamaan

$$K_i = 8s_i$$

dengan K_i menyatakan kapasitas kerja harian tenaga kerja ke-(i) (set/hari) dan s_i menyatakan produktivitas tenaga kerja ke-(i) (set/jam).

Model optimasi dibangun menggunakan Binary Integer Programming. Variabel keputusan yang digunakan adalah

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{Jika tenaga kerja ke-} i \text{ digunakan} \\ 0, & \text{Jika tenaga kerja ke-} i \text{ tidak digunakan} \end{cases}$$

Tujuan model adalah meminimumkan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk memenuhi target pekerjaan harian. Fungsi tujuan dirumuskan sebagai

$$Z_{min} = \sum_{j=1}^{57} c_j x_j$$

dengan Z menyatakan jumlah tenaga kerja yang digunakan.

Kendala model dibentuk berdasarkan kapasitas kerja tenaga kerja dan target pekerjaan harian sehingga diperoleh

$$\sum_{i=1}^{57} (8s_i)x_i \geq D_j$$

dengan D_j menyatakan jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan pada hari ke-(j).

Selain itu, setiap variabel keputusan harus memenuhi kendala biner

$x_i \in \{0,1\}$ dengan $i = 1,2,3, \dots, 57$

Model Integer Linear Programming yang telah dibentuk selanjutnya diselesaikan menggunakan Microsoft Excel Solver. Hasil optimasi berupa jumlah tenaga kerja minimum yang mampu memenuhi target pekerjaan harian. Untuk mengevaluasi kinerja model, hasil optimasi dibandingkan dengan penggunaan tenaga kerja aktual perusahaan. Tingkat efisiensi penggunaan tenaga kerja dihitung menggunakan persamaan

$$Efisiensi = \frac{A - O}{A} \times 100\%$$

dengan A menyatakan jumlah tenaga kerja aktual dan O menyatakan jumlah tenaga kerja optimal yang diperoleh dari hasil optimasi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif Data

Penelitian ini menggunakan data produktivitas 57 tenaga kerja pada proses grading dan data jumlah pekerjaan harian selama 23 hari pengamatan. Produktivitas tenaga kerja menunjukkan kemampuan tenaga kerja dalam menyelesaikan pekerjaan grading yang dinyatakan dalam satuan set per jam.

Berdasarkan data yang diperoleh, produktivitas minimum tenaga kerja adalah 46,45 set/jam, sedangkan produktivitas maksimum mencapai 71,18 set/jam. Rata-rata produktivitas tenaga kerja sebesar 57,42 set/jam. Dengan asumsi jam kerja standar selama 8 jam per hari, rata-rata kapasitas kerja harian tenaga kerja dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\bar{K}_i &= (8 \times 57,42) \text{ Set/hari} \\ \bar{K}_i &= 459,36 \text{ Set/hari}\end{aligned}$$

Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan kapasitas kerja antar tenaga kerja sehingga pemilihan tenaga kerja berdasarkan produktivitas menjadi faktor penting dalam memenuhi target pekerjaan secara efisien.

Selain data produktivitas, penelitian ini juga menggunakan data jumlah pekerjaan harian selama periode pengamatan. Berdasarkan data tersebut, target pekerjaan minimum yang harus diselesaikan adalah 13.386 set, sedangkan target maksimum mencapai 30.193 set. Rata-rata jumlah pekerjaan harian sebesar 18.532 set. Variasi jumlah pekerjaan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja tidak selalu sama setiap hari sehingga diperlukan suatu model yang mampu menyesuaikan penggunaan tenaga kerja dengan beban pekerjaan yang dihadapi.

Pembentukan Model Integer Linear Programming

Permasalahan optimasi tenaga kerja pada proses grading dimodelkan menggunakan Binary Integer Programming. Variabel keputusan yang digunakan adalah variabel biner yang menunjukkan apakah tenaga kerja tertentu digunakan atau tidak digunakan dalam proses grading.

Fungsi tujuan model adalah meminimumkan jumlah tenaga kerja yang digunakan, yang dirumuskan sebagai:

$$\min Z = \sum_{j=1}^{57} c_j x_j$$

dengan x_i bernilai 1 apabila tenaga kerja ke-(i) digunakan dan bernilai 0 apabila tidak digunakan.

Kendala model dibentuk berdasarkan kapasitas kerja harian tenaga kerja dan target pekerjaan yang harus diselesaikan, yaitu:

$$\sum_{i=1}^{57} (8s_i) x_i \geq D_j$$

dengan s_i merupakan produktivitas tenaga kerja ke-(i) dan D_j merupakan target pekerjaan harian.

Model tersebut memastikan bahwa kapasitas total tenaga kerja yang dipilih harus mampu memenuhi atau melebihi target pekerjaan yang telah ditetapkan perusahaan.

Hasil Optimasi

Model Integer Linear Programming diselesaikan menggunakan Microsoft Excel Solver dengan metode Branch and Bound yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan integer. Hasil optimasi menunjukkan bahwa model mampu menentukan kombinasi tenaga kerja yang memenuhi target pekerjaan harian dengan jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit dibandingkan kondisi aktual perusahaan.

Tenaga kerja yang memiliki tingkat produktivitas lebih tinggi cenderung lebih sering terpilih dalam solusi optimal karena memberikan kontribusi kapasitas yang lebih besar terhadap pemenuhan target pekerjaan. Sebaliknya, tenaga kerja dengan produktivitas yang relatif rendah hanya akan dipilih apabila kapasitas tenaga kerja yang lebih produktif belum mencukupi untuk memenuhi target pekerjaan.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja optimal pada sebagian besar hari pengamatan lebih rendah dibandingkan jumlah tenaga kerja yang digunakan perusahaan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan tenaga kerja aktual masih dapat ditingkatkan efisiensinya melalui pendekatan optimasi matematis.

Analisis Efisiensi Penggunaan Tenaga Kerja

Untuk mengetahui efektivitas model yang dibangun, dilakukan perbandingan antara jumlah tenaga kerja aktual dan jumlah tenaga kerja optimal hasil optimasi. Tingkat efisiensi dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{rata - rata efisiensi} = \frac{A - O}{A} \times 100\%$$

dengan A adalah jumlah tenaga kerja aktual dan O adalah jumlah tenaga kerja optimal.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rata-rata efisiensi penggunaan tenaga kerja sebesar 16,13%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perusahaan masih memiliki peluang untuk mengurangi penggunaan tenaga kerja tanpa mengurangi kemampuan dalam memenuhi target pekerjaan harian.

Peningkatan efisiensi tersebut diperoleh karena model Integer Linear Programming mempertimbangkan produktivitas masing-masing tenaga kerja dalam proses pemilihan tenaga kerja. Dengan demikian, tenaga kerja yang dipilih merupakan kombinasi tenaga kerja yang mampu menghasilkan kapasitas kerja terbesar dengan jumlah tenaga kerja yang minimum.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Integer Linear Programming merupakan metode yang efektif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi penggunaan tenaga kerja pada proses grading. Model yang dibangun mampu menghasilkan solusi yang lebih efisien dibandingkan pendekatan konvensional yang hanya didasarkan pada pengalaman dan pertimbangan operasional.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Irsyad dkk. (2019) yang menunjukkan bahwa penerapan Integer Linear Programming mampu meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja melalui pemilihan kombinasi tenaga kerja yang optimal. Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Azizah dkk. (2024) yang menyimpulkan bahwa Integer Linear Programming efektif digunakan dalam berbagai permasalahan alokasi sumber daya dan penjadwalan.

Perbedaan utama penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penggunaan produktivitas individu tenaga kerja sebagai parameter utama dalam model optimasi. Dengan mempertimbangkan produktivitas masing-masing tenaga kerja, model yang dibangun mampu menghasilkan keputusan yang lebih akurat dibandingkan model yang hanya mempertimbangkan jumlah tenaga kerja secara agregat.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perencanaan tenaga kerja pada proses grading. Penggunaan model optimasi memungkinkan perusahaan menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan berdasarkan target pekerjaan harian sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi pemborosan sumber daya manusia.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Integer Linear Programming berhasil diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi penggunaan tenaga kerja pada proses grading di Perusahaan X. Model optimasi dibangun menggunakan pendekatan Binary Integer Programming dengan tujuan meminimumkan jumlah tenaga kerja yang digunakan tanpa mengurangi kemampuan perusahaan dalam memenuhi target pekerjaan harian.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi tenaga kerja yang diperoleh dari model mampu memenuhi target pekerjaan harian dengan penggunaan tenaga kerja yang lebih efisien dibandingkan kondisi aktual perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas tenaga kerja merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan kebutuhan tenaga kerja. Dengan mempertimbangkan produktivitas individu, perusahaan dapat menentukan kombinasi tenaga kerja yang memberikan kapasitas kerja optimal dengan jumlah tenaga kerja minimum.

Perbandingan antara kondisi aktual dan hasil optimasi menunjukkan adanya rata-rata efisiensi penggunaan tenaga kerja sebesar 16,13%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan tenaga kerja pada proses grading masih dapat ditingkatkan efisiensinya melalui penerapan model optimasi matematis. Oleh karena itu, Integer Linear Programming dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perencanaan tenaga kerja yang lebih objektif, terukur, dan berbasis data.

Untuk penelitian selanjutnya, model optimasi dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan faktor lain seperti biaya tenaga kerja, tingkat kelelahan pekerja, kualitas hasil pekerjaan, maupun variasi jam kerja sehingga model yang dihasilkan dapat merepresentasikan kondisi operasional perusahaan secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazaraa, M. S., Sherali, H. D., & Shetty, C. M. (2010). *Nonlinear programming: Theory and algorithms* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Becker, T. (2020). A decomposition heuristic for rotational workforce scheduling. *European Journal of Operational Research*, 284(2), 598–610. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.12.026>
- Caricato, P., Grieco, A., Arigliano, A., & Rondone, M. (2021). Workforce influence on manufacturing machines schedules. *Computers & Industrial Engineering*, 157, Article 107321. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107321>
- Dessler, G. (2020). *Human resource management* (16th ed.). Pearson.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to operations research* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Nemhauser, G. L., & Wolsey, L. A. (1999). *Integer and combinatorial optimization*. John Wiley & Sons.
- Öztürkoğlu, Y., & Özsakallı, M. (2023). A generic workforce scheduling and routing problem with vehicle sharing and drop-off and pick-up policies. *Computers & Industrial Engineering*, 176, Article 108964. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108964>
- Render, B., Stair, R. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2020). *Quantitative analysis for management* (14th ed.). Pearson.
- Sedarmayanti. (2017). *Perencanaan dan pengembangan sumber daya manusia*. Refika Aditama.
- Sinungan, M. (2014). *Produktivitas: Apa dan bagaimana* (2nd ed.). Bumi Aksara.
- Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
- Taylor, B. W. (2019). *Introduction to management science* (13th ed.). Pearson.
- Winston, W. L. (2004). *Operations research: Applications and algorithms* (4th ed.). Thomson Brooks/Cole.