

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY*  
MENGUNAKAN METODE *ADVANCED APPROXIMATION*  
(Studi Kasus: Pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas*)**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Matematika*



Disusun oleh:  
Zahra Ananda Putri  
NIM 2102947

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2025**

## LEMBAR HAK CIPTA

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY*  
MENGUNAKAN METODE *ADVANCED APPROXIMATION*  
(Studi Kasus: Pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas*)**

Oleh:

Zahra Ananda Putri

NIM 2102947

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana  
Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Zahra Ananda Putri

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dicetak ulang,  
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

## LEMBAR PENGESAHAN

ZAHRA ANANDA PUTRI (2102947)

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI *FUZZY*  
MENGUNAKAN METODE *ADVANCED APPROXIMATION*  
(Studi Kasus: Pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas*)**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I

07/07/2015



**Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.**

**NIP. 197711282008122001**

Pembimbing II



**Dr. Al Azhary Masta, M.Si.**

**NIP. 199006102015041001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



**Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.**

**NIP. 198207282005012001**

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI FUZZY  
MENGUNAKAN METODE *ADVANCED APPROXIMATION*  
(STUDI KASUS: PENDISTRIBUSIAN *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*)**

**ABSTRAK**

Adanya persaingan pasar yang semakin kompetitif, mengakibatkan terjadinya tekanan pada perusahaan agar dapat menemukan cara untuk berinovasi menjadi lebih baik lagi, seperti bagaimana mengirimkan barang kepada pelanggan dengan biaya pengiriman yang optimal menjadi tantangan tersendiri. Penelitian ini membahas masalah transportasi yang merupakan salah satu permasalahan optimisasi, dengan tujuan utama untuk meminimumkan biaya transportasi dari berbagai sumber ke sejumlah tujuan. Pada penelitian ini, biaya transportasi, jumlah permintaan, dan jumlah penawaran diasumsikan tidak pasti, sehingga digunakan bilangan *fuzzy* trapesium sebagai pendekatan untuk menangani ketidakpastian tersebut. Untuk menyelesaikan model dari masalah transportasi *fuzzy*, digunakan metode *advanced approximation* (AAM). Metode tersebut dapat menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* tidak seimbang tanpa mengubahnya menjadi masalah transportasi *fuzzy* seimbang. Penyelesaian dilakukan melalui tahapan defuzzifikasi, reduksi biaya *fuzzy*, perhitungan *penalty*, serta alokasi berdasarkan biaya minimum hingga diperoleh solusi optimal. Penelitian ini membangun model optimisasi untuk masalah transportasi *fuzzy* dan mengimplementasikannya pada sebuah studi kasus yang berfokus pada salah satu agen pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) di Kecamatan Bojongsoang. Hasil implementasi menunjukkan total waktu pengiriman minimum, yaitu 633,167 menit, dengan 13 iterasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa AAM dapat memberikan solusi optimal dalam menyelesaikan masalah transportasi *fuzzy* yang tidak seimbang dari pengalokasian tersebut.

**Kata Kunci:** Masalah Transportasi *Fuzzy*, *Advanced Approximation Method*, Bilangan *Fuzzy* Trapesium, Optimisasi, Pendistribusian Gas LPG.

# ***SOLVING FUZZY TRANSPORTATION PROBLEM USING ADVANCED APPROXIMATION METHOD***

***(Case Study: Distribution of Liquefied Petroleum Gas)***

## ***ABSTRACT***

*The increasing competitiveness of the market has resulted in pressure on companies to find ways to innovate further, such as how to deliver goods to customers with optimal shipping costs, which presents its own challenges. This study discusses the transportation problem, which are one of the optimization issues, with the main purpose is minimizing transportation costs from various sources to multiple destinations. In this study, transportation costs, demand quantities, and supply quantities are assumed to be uncertain, thus trapezoidal fuzzy numbers are used as an approach to address this uncertainty. To solve the model of fuzzy transportation problem, the Advanced Approximation Method (AAM) is used. This method can solve unbalanced fuzzy transportation problem without converting it into the balanced fuzzy transportation problem. The solution process involves several stages, including defuzzification, fuzzy costs reduction, penalty calculation, and allocation based on minimum costs until an optimal solution is achieved. This research builds an optimization model for fuzzy transportation problem and implements it in a case study focusing on the distribution of Liquefied Petroleum Gas (LPG) in Bojongsoang. The implementation results show a minimum total delivery time of 633.167 minutes, with 13 iterations. The result indicates that AAM can provide an optimal solution in addressing unbalanced fuzzy transportation problem.*

***Keywords:*** *Fuzzy Transportation Problem, Advanced Approximation Method, Trapezoidal Fuzzy Numbers, Optimization, LPG Distribution.*

## DAFTAR ISI

|                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR HAK CIPTA .....                                                   | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                  | iii  |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....                                       | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                                                     | v    |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....                                                | vi   |
| ABSTRAK .....                                                            | vii  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                    | viii |
| DAFTAR ISI .....                                                         | ix   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                      | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                                                       | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                    | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                 | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                | 4    |
| 1.3 Tujuan .....                                                         | 4    |
| 1.4 Manfaat .....                                                        | 4    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                                              | 5    |
| 2.1 Masalah Transportasi .....                                           | 5    |
| 2.2 Model Transportasi .....                                             | 6    |
| 2.3 Keseimbangan Model Transportasi .....                                | 7    |
| 2.4 Penyelesaian Masalah Transportasi .....                              | 8    |
| 2.5 Metode <i>Advanced Approximation</i> (AAM) .....                     | 9    |
| 2.6 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....                                          | 10   |
| 2.7 Fungsi Keanggotaan ( <i>Membership Function</i> ) <i>Fuzzy</i> ..... | 11   |
| 2.8 Bilangan <i>Fuzzy</i> Trapezium .....                                | 13   |
| 2.9 Operasi Aritmetika pada Bilangan <i>Fuzzy</i> .....                  | 14   |
| 2.10 Metode <i>Graded Mean Integration</i> .....                         | 14   |
| 2.11 Penelitian yang Relevan .....                                       | 15   |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....                                      | 18   |
| 3.1 Deskripsi Masalah .....                                              | 18   |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Tahapan Penelitian .....                                            | 18 |
| 3.3 Asumsi.....                                                         | 19 |
| 3.4 Model Optimisasi .....                                              | 20 |
| 3.5 Metode Penyelesaian .....                                           | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                       | 26 |
| 4.1 Penyelesaian Masalah Transportasi <i>Fuzzy</i> Menggunakan AAM..... | 26 |
| 4.1.1 Contoh Kasus .....                                                | 26 |
| 4.1.2 Implementasi Penyelesaian Masalah Transportasi <i>Fuzzy</i> ..... | 36 |
| 4.1.3 Data Penelitian .....                                             | 37 |
| 4.1.4 Model Optimisasi .....                                            | 40 |
| 4.1.5 Validasi .....                                                    | 40 |
| 4.1.6 Tahapan Implementasi Pada Studi Kasus .....                       | 41 |
| 4.2 Hasil Implementasi.....                                             | 42 |
| 4.2.1 Analisis Hasil Implementasi .....                                 | 44 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                                         | 46 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                     | 46 |
| 5.2 Saran.....                                                          | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                    | 48 |
| LAMPIRAN.....                                                           | 50 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Representasi Linier Naik.....                    | 11 |
| Gambar 2.2 Representasi Linier Turun.....                   | 12 |
| Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga .....                | 12 |
| Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium .....               | 13 |
| Gambar 3.1 Flowchart AAM .....                              | 25 |
| Gambar 4.1 Hasil Keluaran Program <i>Google Colab</i> ..... | 41 |
| Gambar 4.2 Hasil Implementasi Studi Kasus Pada Program..... | 43 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Tabel Transportasi.....                                                                                                       | 7  |
| <b>Tabel 2.2</b> Perbedaan Penelitian .....                                                                                                    | 17 |
| <b>Tabel 3.1</b> Tabel Transportasi Fuzzy .....                                                                                                | 22 |
| <b>Tabel 4.1</b> Tabel Awal Transportasi Fuzzy .....                                                                                           | 27 |
| <b>Tabel 4.2</b> Elemen Terkecil Setiap Baris Setelah Defuzzifikasi.....                                                                       | 28 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengurangan Setiap Elemen Biaya Setiap Baris Terhadap Elemen Biaya Terkecil Pada Setiap Baris .....                     | 29 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Dari Pengurangan Setiap Elemen Biaya Pada Setiap Kolom Terhadap Elemen Biaya Terkecil Setiap Kolom.....                 | 30 |
| <b>Tabel 4.5</b> Pemilihan Biaya Fuzzy Terkecil Yang Tidak Sama Dengan Nol Setelah Defuzzifikasi .....                                         | 30 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengurangan Elemen Biaya Fuzzy Terpilih Terhadap Dirinya Sendiri .....                                                  | 31 |
| <b>Tabel 4.7</b> Penalti Pada Masing-Masing Baris .....                                                                                        | 32 |
| <b>Tabel 4.8</b> Pilih Baris Dengan Penalti Terbesar .....                                                                                     | 32 |
| <b>Tabel 4.9</b> Sesuaikan Jumlah Penawaran Fuzzy Dan Tutup Baris 2 (Iterasi 1).....                                                           | 33 |
| <b>Tabel 4.10</b> Iterasi 2 Pada AAM.....                                                                                                      | 33 |
| <b>Tabel 4.11</b> Sesuaikan Penawaran Dan Permintaan Fuzzy Dan Tutup Baris Atau Kolom Yang Sudah Memenuhi Penawaran Dan Permintaan Fuzzy ..... | 33 |
| <b>Tabel 4.12</b> Pilih Baris 3 Dan Alokasikan Penawaran Dan Permintaan Fuzzy .....                                                            | 34 |
| <b>Tabel 4.13</b> Alokasi Layak Dari Masalah Transportasi Fuzzy .....                                                                          | 35 |
| <b>Tabel 4.14</b> Data Penawaran Setiap Agen .....                                                                                             | 38 |
| <b>Tabel 4.15</b> Data Permintaan Setiap Pelanggan.....                                                                                        | 38 |
| <b>Tabel 4.16</b> Data Waktu Pengiriman Dari Setiap Agen Ke Setiap Pelanggan Per Minggu .....                                                  | 39 |
| <b>Tabel 4.17</b> Tabel Transportasi Fuzzy Data Pendistribusian Gas LPG .....                                                                  | 39 |
| <b>Tabel 4.18</b> Hasil Percobaan Dengan Berbagai Ukuran Matriks.....                                                                          | 45 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1</b> Tampilan Program Google Colab Untuk AAM..... | 50 |
|----------------------------------------------------------------|----|

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, A. N., Shodiqin, A., & Wulandari, D. (2021). Solving Fuzzy Transportation Problems Using ASM Method and Zero Suffix Method. *Enthusiastic : International Journal of Applied Statistics and Data Science*, 1, 28-35. <https://journal.uui.ac.id/ENTHUSIASTIC/article/view/18376>
- Candra, P. F. S. (2025). *Penyelesaian Masalah Transportasi Fuzzy Melalui Pendekatan Perhitungan yang Efisien dan Uji Optimasi Dengan Metode MODI*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta. Retrieved from <http://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/71760>
- Chen, S. H., Wang, S. T., & Chang, S. M. (2006). Some Properties of Graded Mean Integration Representation of LR Type Fuzzy Numbers. *Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences*, 185-208.
- Giarcarlo, F. A., Barbara, C. X. C. A., & Volmir, E. W. (2015). New Methodology To Find Initial Solution For Transportation Problems: A Case Study With Fuzzy Parameter. *Applied Mathematical Sciences*, 9, 915-927. doi: <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2015.4121018>
- Ibnas, R. (2017). Implementasi Metode Transportasi Dalam Optimasi Biaya Distribusi Roti Pada PT. Gradenia Makassar. *Jurnal Teknosains*, 11. doi: <https://doi.org/10.24252/teknosains.v11i1.7589>
- Jayaraman, P. & Jahirhussian, R. (2013). Fuzzy Optimal Transportation Problems by Improved Zero Suffix Method via Robust Rank Techniques. *International Journal of Fuzzy Mathematics and Systems*, 3, 303-311.
- Panda, A., & Pal, M. (2015). A Study On Pentagonal Fuzzy Number And Its Corresponding Matrices. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psrb.2016.08.001>
- Pandian, P., & Natarajan, G. (2010). A New Algorithm For Finding A Fuzzy Optimal Solution For Fuzzy Transportation Problems. *Applied Mathematical Sciences*, 4(2), 79-90.
- Pratiwi, E. L. & Irawanto, B. (2016). Masalah Transportasi Fuzzy Bilangan Trapezoidal Dengan Metode Zero Point. *Jurnal Matematika*, 5(3). Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/matematika/article/view/13919>
- Putra, A. W. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Mustahik Zakat Berbasis Web Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto*. (Tesis). Universitas Komputer Indonesia. Retrieved from <http://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3183>
- Raja, P., Samuel, A. E. (2017). Advanced Approximation Method for Finding an Optimal Solution of Unbalanced Fuzzy Transportation Problems. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*.
- Ramya, S, & Presitha, J (2019). Solving An Unbalanced Fuzzy Transportation Problem Using A Heptagonal Fuzzy Number By Robust Ranking Method. *International Review of Pure and Applied Mathematics*.
- Rani, D., Gulati, T. R., & Kumar, A. (2014). A Method For Unbalanced Transportation Problems In Fuzzy Environment. *Sadhana - Academy*

- Proceedings in Engineering Sciences*, 39(3), 573–581. doi: <https://doi.org/10.1007/s12046-014-0243-8>
- Saini, R. K., Sangal, A., & Prakash, O. (2015). Unbalanced Transportation Problems In Fuzzy Environment Using Centroid Ranking Technique. *International Journal of Computer Applications*, 110(11), 27-32. doi: <https://doi.org/10.5120/19363-0998>
- Sam'an, M. (2019). Modifikasi Algoritma Transportasi Fuzzy Menggunakan New Function Ranking. *JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA (KUDUS)*, 1(2). doi: <https://doi.org/10.21043/jpm.v1i2.4876>
- Septiana, A. R., Solikhin, S., & Ratnasari, L. (2017). Metode ASM Pada Masalah Transportasi Seimbang. *Jurnal Matematika*, 20(2), 71-78. Retrieved from <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/matematika/article/view/16676>
- Septianti, A. (2018). *Penyelesaian Masalah Transportasi Fuzzy Menggunakan Advanced Approximation Method (AAM), Modified Vogel's Approximation Method (MVAM) dan Metode ASM*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung. Retrieved from <https://etheses.uinsgd.ac.id/id/eprint/14787>
- Widodo, S. (2017). *Penyelesaian Masalah Transportasi Fuzzy Menggunakan Fuzzy Russel's Method Dan Uji Optimasi Fuzzy Stepping Stone*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Wijayanti, D. K. (2011). *Aplikasi Metode Transportasi Dengan Program Solver Dalam Meminimumkan Biaya Pengiriman Produk (Studi Kasus PT. Rajaa Tunggal)*. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang.