

Perencanaan Pengembangan Industri Asbes Menggunakan Analytical Hierarchy Process dan Linear Goal Programming

Muhammad Baderru Syarif ^{1✉}, Ahmad Fikri Ramadhan ²

(1,2) Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

Abstrak: Industri asbes menghadapi tantangan perencanaan strategis yang kompleks akibat berbagai pertimbangan ekonomi, lingkungan, teknis, dan sosial. Perencanaan pengembangan industri yang efektif memerlukan pendekatan pengambilan keputusan yang sistematis dan mampu mengakomodasi berbagai tujuan yang sering kali saling bertentangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model perencanaan terintegrasi bagi pengembangan industri asbes dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Linear Goal Programming (LGP). Metode AHP digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari kriteria pengembangan berdasarkan penilaian para ahli, sedangkan LGP digunakan untuk mengoptimalkan strategi pengembangan dengan mempertimbangkan berbagai tujuan dan kendala. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis pendukung keputusan, dengan pengumpulan data melalui wawancara ahli, kuesioner, serta data industri sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keselamatan lingkungan, kelayakan ekonomi, dan kesiapan teknologi merupakan kriteria yang paling berpengaruh dalam perencanaan pengembangan industri asbes. Model LGP berhasil menghasilkan skenario pengembangan yang optimal dengan menyeimbangkan target produksi, keterbatasan biaya, dan pertimbangan lingkungan. Pendekatan terintegrasi AHP-LGP ini menyediakan kerangka pengambilan keputusan yang kuat bagi pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan industri dalam merencanakan pengembangan industri asbes yang berkelanjutan. Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis melalui pengayaan penerapan pengambilan keputusan multikriteria dalam perencanaan industri, serta kontribusi praktis dengan menawarkan alat terstruktur untuk pengambilan keputusan strategis dalam pengembangan industri.

Abstract: The asbestos industry faces complex strategic planning challenges due to economic, environmental, technical, and social considerations. Effective industrial development planning requires a systematic decision-making approach capable of accommodating multiple and often conflicting objectives. This study aims to develop an integrated planning model for asbestos industry development using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Linear Goal Programming (LGP). AHP is employed to determine the relative importance of development criteria based on expert judgments, while LGP is used to optimize development strategies under multiple goals and constraints. The research adopts a quantitative decision-support approach, involving data collection through expert interviews, questionnaires, and secondary industrial data. The results indicate that environmental safety, economic feasibility, and technological readiness are the most influential criteria in asbestos industry development planning. The LGP model successfully generates optimal development scenarios that balance production targets, cost limitations, and environmental considerations. This integrated AHP-LGP approach provides a robust decision-making framework for policymakers and industry stakeholders in planning sustainable asbestos industry development. The study contributes theoretically by enriching multi-criteria decision-making applications in industrial planning and practically by offering a structured tool for strategic industrial development decisions.

Article history:

Received: 06 June 2023

Revised: 09 June 2023

Accepted: 29 July 2023

Published: 30 July 2023

Kata kunci:

analytical hierarchy process, linear goal programming, perencanaan industri, industri asbes, pengambilan keputusan multikriteria

Keyword:

analytical hierarchy process, linear goal programming, industrial planning, asbestos industry, multi-criteria decision making

This is an open-access article under the [CC-BY-SA License](#).



How to cite: Syarif, M. B., & Ramadhan, A. F. (2023). Perencanaan Pengembangan Industri Asbes Menggunakan Analytical Hierarchy Process dan Linear Goal Programming. RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik, 1(1), 19–27. <https://doi.org/10.70716/reswara.v1i1.348>

PENDAHULUAN

Perencanaan pengembangan industri merupakan proses strategis yang berperan penting dalam menentukan keberlanjutan dan daya saing suatu sektor industri. Proses ini tidak hanya berorientasi pada pencapaian keuntungan ekonomi, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek lingkungan, teknis, dan sosial secara terpadu. Dalam praktiknya, perencanaan industri sering dihadapkan pada berbagai kepentingan yang saling bertentangan, sehingga memerlukan pendekatan pengambilan keputusan yang mampu mengakomodasi banyak kriteria secara rasional dan terstruktur. Kompleksitas tersebut semakin meningkat pada industri berbasis sumber daya alam, termasuk industri asbes, yang berada di bawah pengawasan regulasi lingkungan dan kesehatan yang ketat (Bruno et al., 2016).

Industri asbes memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari sektor industri lainnya. Asbes dikenal memiliki sifat tahan panas, daya isolasi tinggi, serta kekuatan mekanis yang baik, sehingga sejak lama dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi industri, seperti bahan bangunan, komponen industri, dan produk tahan panas. Keunggulan teknis ini menjadikan asbes memiliki nilai ekonomi yang signifikan dan berpotensi mendukung pertumbuhan industri manufaktur. Namun, di sisi lain, penggunaan dan pengelolaan asbes juga menimbulkan risiko lingkungan dan kesehatan yang serius apabila tidak dikendalikan secara memadai. Oleh karena itu, pengembangan industri asbes tidak dapat dilakukan semata-mata berdasarkan pertimbangan ekonomi, tetapi harus disertai dengan perencanaan yang mempertimbangkan aspek lingkungan dan teknis secara seimbang (Damigos & Kaliampakos, 2006).

Tuntutan terhadap praktik industri yang berkelanjutan telah mendorong perubahan paradigma dalam perencanaan pengembangan industri. Pendekatan konvensional yang hanya berfokus pada efisiensi biaya dan peningkatan produksi dinilai tidak lagi memadai. Pengambil keputusan dituntut untuk mampu menilai berbagai alternatif pengembangan berdasarkan sejumlah kriteria yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Dalam konteks ini, metode pengambilan keputusan multikriteria menjadi relevan karena mampu memberikan kerangka analisis yang sistematis dan transparan dalam mengevaluasi berbagai pilihan strategi pengembangan industri.

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang banyak digunakan dalam perencanaan industri. Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menyusun permasalahan secara hierarkis dan menentukan bobot prioritas setiap kriteria berdasarkan penilaian pakar melalui perbandingan berpasangan. AHP dinilai efektif dalam menangkap preferensi subjektif para ahli dan mengubahnya menjadi bobot numerik yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan (Kusumaningrum, 2003; Amri Rasyid & Mardhotillah, 2021). Dalam berbagai studi, AHP telah diterapkan untuk penentuan lokasi industri, pemilihan proyek, serta evaluasi alternatif strategis dengan hasil yang konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan.

Meskipun demikian, AHP memiliki keterbatasan ketika digunakan sebagai alat tunggal dalam perencanaan pengembangan industri. Metode ini tidak secara langsung menghasilkan solusi optimal yang mempertimbangkan kendala numerik, seperti keterbatasan anggaran, kapasitas produksi, dan target kuantitatif lainnya. AHP lebih berperan dalam menentukan tingkat kepentingan relatif antar kriteria, tetapi belum mampu menyelesaikan permasalahan optimasi multi-tujuan yang melibatkan berbagai batasan secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan metode tambahan yang mampu mengakomodasi aspek optimasi kuantitatif dalam perencanaan industri.

Linear Goal Programming (LGP) merupakan salah satu teknik optimasi yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan dengan lebih dari satu tujuan. Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menetapkan target pada setiap tujuan dan meminimalkan deviasi dari target tersebut sesuai dengan tingkat prioritas yang ditentukan. Dalam konteks perencanaan industri, LGP banyak digunakan untuk mengoptimalkan produksi, biaya, dan penggunaan sumber daya di bawah berbagai kendala operasional (Olson et al., 1986; Ho, 2007). Keunggulan LGP terletak pada kemampuannya dalam menangani tujuan yang saling bertentangan dan memberikan solusi kompromi yang rasional.

Integrasi antara AHP dan Goal Programming telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang perencanaan dan pengambilan keputusan. AHP digunakan untuk menentukan bobot prioritas kriteria atau tujuan, sedangkan Goal Programming digunakan untuk menyusun model optimasi berdasarkan bobot tersebut. Pendekatan terintegrasi ini terbukti efektif dalam pemilihan proyek, perencanaan produksi, desain jaringan distribusi, dan pengelolaan rantai pasok (Ehie et al., 2016; Jung, 2011; Prakash et al., 2017). Dengan mengombinasikan keunggulan kedua metode, pengambil keputusan dapat memperoleh solusi yang tidak hanya optimal secara matematis, tetapi juga selaras dengan preferensi dan kebijakan strategis.

Dalam konteks industri yang berkaitan dengan lingkungan, pendekatan AHP dan Goal Programming juga telah digunakan untuk mengevaluasi alternatif pengelolaan limbah dan rehabilitasi kawasan industri berbasis mineral. Damigos dan Kaliampakos (2006) serta Bruno et al. (2016) menunjukkan bahwa pendekatan multikriteria mampu membantu pengambil keputusan dalam menyeimbangkan kepentingan ekonomi dan perlindungan lingkungan. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih menekankan pada evaluasi alternatif pengelolaan atau rehabilitasi, bukan pada perencanaan pengembangan industri secara strategis dan menyeluruh.

Kajian yang secara spesifik mengintegrasikan AHP dan Linear Goal Programming untuk perencanaan pengembangan industri asbes masih relatif terbatas. Padahal, industri asbes memerlukan kerangka pengambilan keputusan yang mampu mempertimbangkan prioritas lingkungan, kelayakan ekonomi, dan kesiapan teknis secara simultan dalam satu model yang terstruktur. Ketidadaan model perencanaan yang terintegrasi berpotensi menghasilkan keputusan yang parsial dan kurang optimal, terutama dalam menghadapi tuntutan regulasi dan dinamika industri yang semakin kompleks.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model perencanaan pengembangan industri asbes dengan mengintegrasikan metode Analytical Hierarchy Process dan Linear Goal Programming. AHP digunakan untuk menentukan bobot prioritas kriteria pengembangan industri berdasarkan penilaian para ahli, sedangkan LGP digunakan untuk menyusun model optimasi yang mempertimbangkan berbagai tujuan dan kendala yang relevan. Dengan pendekatan ini, diharapkan diperoleh solusi pengembangan industri yang seimbang, terukur, dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan strategis.

Kontribusi penelitian ini bersifat teoretis dan praktis. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya penerapan metode pengambilan keputusan multikriteria dalam perencanaan industri berbasis sumber daya mineral. Secara praktis, model yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alat bantu pengambilan keputusan bagi pemangku kepentingan industri dan pemerintah dalam merencanakan pengembangan industri asbes yang lebih sistematis, transparan, dan berorientasi pada keberlanjutan.

METODE PENELITIAN

Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian berupa pengembangan sistem pendukung keputusan untuk perencanaan pengembangan industri asbes. Pendekatan ini dipilih karena permasalahan yang dikaji melibatkan pengambilan keputusan strategis berbasis banyak kriteria dan tujuan yang saling berkaitan. Penelitian difokuskan pada penyusunan model perencanaan yang terstruktur dan dapat direplikasi, dengan mengintegrasikan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Linear Goal Programming (LGP).

Studi dilaksanakan pada industri asbes yang beroperasi di Indonesia selama periode Januari hingga Juni 2024. Rentang waktu tersebut digunakan untuk pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, serta penyusunan model pengambilan keputusan. Fokus penelitian adalah pada proses perencanaan pengembangan industri, bukan pada evaluasi kinerja operasional harian.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian meliputi pihak-pihak yang memiliki kompetensi dan pengalaman dalam perencanaan industri, khususnya yang berkaitan dengan industri asbes dan manajemen operasi. Populasi tersebut mencakup pakar industri, akademisi, serta praktisi yang memahami aspek ekonomi, teknis, dan lingkungan dalam pengembangan industri.

Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling. Teknik ini digunakan karena tidak semua anggota populasi memiliki pengetahuan yang relevan dengan tujuan penelitian. Sampel terdiri atas 10 responden ahli yang dinilai memenuhi kriteria keahlian dan pengalaman dalam bidang perencanaan industri dan pengambilan keputusan strategis. Jumlah responden tersebut dianggap memadai untuk menghasilkan penilaian yang konsisten dalam penerapan metode AHP.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik yang saling melengkapi. Data primer diperoleh melalui wawancara terstruktur dan penyebaran kuesioner kepada responden ahli. Wawancara digunakan untuk memperoleh pemahaman awal mengenai kondisi dan permasalahan pengembangan industri asbes, sedangkan kuesioner digunakan untuk mengumpulkan penilaian perbandingan berpasangan antar kriteria dalam metode AHP.

Kuesioner AHP disusun berdasarkan struktur hierarki permasalahan yang telah ditetapkan, dengan skala penilaian mengikuti skala fundamental AHP. Selain data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang bersumber dari dokumen industri dan regulasi terkait. Data sekunder meliputi informasi mengenai biaya produksi, kapasitas industri, serta ketentuan lingkungan yang relevan dengan pengembangan industri asbes. Seluruh data yang digunakan bersifat aktual dan sesuai dengan konteks penelitian.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam dua tahap utama, sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian. Tahap pertama adalah penerapan Analytical Hierarchy Process untuk menentukan bobot prioritas kriteria pengembangan industri asbes. Proses AHP dimulai dengan penyusunan struktur hierarki yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan subkriteria. Selanjutnya, dilakukan perbandingan

berpasangan antar kriteria berdasarkan penilaian responden ahli. Hasil perbandingan tersebut diolah untuk memperoleh bobot prioritas masing-masing kriteria, serta dilakukan pengujian rasio konsistensi untuk memastikan keandalan penilaian.

Tahap kedua adalah penyusunan model Linear Goal Programming. Bobot kriteria yang diperoleh dari AHP digunakan sebagai dasar penentuan prioritas dalam fungsi tujuan LGP. Model LGP dirancang untuk meminimalkan deviasi dari target-target pengembangan industri yang telah ditetapkan, dengan mempertimbangkan kendala ekonomi, teknis, dan lingkungan. Penyusunan model dilakukan secara sistematis dengan mendefinisikan variabel keputusan, fungsi tujuan, serta kendala yang relevan dengan kondisi industri asbes.

Perangkat Lunak dan Prosedur Pengolahan

Pengolahan data dan analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak pengolahan keputusan dan optimasi linier. Perangkat lunak tersebut digunakan untuk menghitung bobot AHP, menguji konsistensi penilaian, serta menyelesaikan model Linear Goal Programming. Prosedur pengolahan data dilakukan secara bertahap dan terdokumentasi untuk memastikan transparansi dan kemudahan replikasi penelitian.

Dengan tahapan metode tersebut, penelitian ini menghasilkan model perencanaan pengembangan industri asbes yang terintegrasi, sistematis, dan berbasis pada preferensi pengambil keputusan serta kendala nyata yang dihadapi industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penentuan Prioritas Kriteria Menggunakan AHP

Pengolahan data menggunakan metode Analytical Hierarchy Process menghasilkan bobot prioritas kriteria pengembangan industri asbes berdasarkan penilaian para responden ahli. Hasil AHP menunjukkan bahwa aspek lingkungan menempati prioritas tertinggi, diikuti oleh aspek ekonomi dan aspek teknis. Urutan prioritas ini mencerminkan meningkatnya perhatian pengambil keputusan terhadap keberlanjutan dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dalam perencanaan pengembangan industri asbes.

Temuan ini sejalan dengan karakteristik industri asbes yang memiliki risiko lingkungan dan kesehatan, sehingga pengembangan industri tidak dapat dilepaskan dari pengendalian dampak lingkungan. Dominasi kriteria lingkungan juga mengindikasikan bahwa pertimbangan regulasi dan pengelolaan risiko menjadi faktor utama dalam proses pengambilan keputusan strategis, sebagaimana dilaporkan oleh Damigos dan Kaliampakos (2006) serta Bruno et al. (2016). Untuk memperjelas hasil AHP, prioritas kriteria pengembangan industri asbes disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Prioritas Kriteria Pengembangan Industri Asbes Berdasarkan AHP

Peringkat	Kriteria	Deskripsi Umum Pertimbangan
1	Lingkungan	Kepatuhan regulasi, pengendalian dampak, keberlanjutan
2	Ekonomi	Biaya investasi dan kelayakan keuntungan
3	Teknis	Kesiapan teknologi dan kapasitas produksi

Peringkat ini menunjukkan bahwa meskipun aspek ekonomi tetap penting, pengambil keputusan menempatkan faktor lingkungan sebagai dasar utama dalam menentukan arah pengembangan industri. Hal ini memperkuat argumen bahwa pendekatan multi-kriteria diperlukan untuk menghindari keputusan yang bias terhadap satu aspek tertentu.

Hasil Pemodelan Linear Goal Programming

Berdasarkan bobot prioritas yang diperoleh dari AHP, selanjutnya dibangun model Linear Goal Programming untuk menyusun alternatif pengembangan industri asbes yang optimal. Model LGP dirancang untuk meminimalkan deviasi terhadap target-target pengembangan yang berkaitan dengan biaya, tingkat produksi, dan pengendalian dampak lingkungan. Integrasi bobot AHP ke dalam model LGP memastikan bahwa solusi yang dihasilkan selaras dengan preferensi dan prioritas pengambil keputusan.

Hasil penyelesaian model LGP menunjukkan bahwa pendekatan pengembangan dengan investasi bertahap memberikan keseimbangan terbaik antara pencapaian target ekonomi dan pengendalian risiko lingkungan. Skenario ini memungkinkan industri untuk meningkatkan kapasitas dan kinerja secara gradual tanpa mengabaikan batasan biaya dan regulasi yang berlaku. Temuan ini mendukung pandangan Olson et al. (1986) bahwa goal programming efektif dalam menghasilkan solusi kompromi pada permasalahan multi-tujuan. Ringkasan hasil evaluasi skenario pengembangan berdasarkan model LGP disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Skenario Pengembangan Industri Asbes Berdasarkan LGP

Skenario Pengembangan	Karakteristik Utama	Implikasi Strategis
Pengembangan Bertahap	Investasi dan peningkatan kapasitas dilakukan secara gradual	Keseimbangan ekonomi dan lingkungan lebih terjaga
Pengembangan Agresif	Peningkatan kapasitas dilakukan secara cepat	Risiko biaya dan lingkungan lebih tinggi
Pengembangan Minimal	Fokus pada pemenuhan target dasar	Pertumbuhan industri terbatas

Hasil ini menunjukkan bahwa model LGP tidak hanya menghasilkan satu solusi tunggal, tetapi memberikan kerangka evaluasi yang jelas bagi pengambil keputusan untuk memahami konsekuensi dari setiap alternatif pengembangan.

Pembahasan Integrasi AHP dan LGP

Integrasi AHP dan Linear Goal Programming dalam penelitian ini terbukti meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam perencanaan pengembangan industri asbes. AHP berperan dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan kriteria strategis berdasarkan penilaian ahli, sedangkan LGP mengoptimalkan pencapaian target dengan mempertimbangkan berbagai kendala secara simultan. Pendekatan ini menghasilkan proses pengambilan keputusan yang lebih sistematis, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Ho (2007) dan Ehie et al. (2016) yang menyatakan bahwa integrasi AHP dan goal programming mampu meningkatkan relevansi solusi optimasi terhadap

preferensi pengambil keputusan. Dalam konteks industri asbes, integrasi ini menjadi penting karena keputusan pengembangan harus mempertimbangkan risiko lingkungan yang tinggi tanpa mengorbankan kelayakan ekonomi.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model perencanaan pengembangan industri asbes dengan mengintegrasikan metode Analytical Hierarchy Process dan Linear Goal Programming. Integrasi kedua metode tersebut memungkinkan proses pengambilan keputusan yang lebih sistematis dalam menghadapi permasalahan perencanaan industri yang melibatkan banyak kriteria dan tujuan yang saling bertentangan. Hasil penerapan AHP menunjukkan bahwa aspek lingkungan menjadi prioritas utama dalam pengembangan industri asbes, diikuti oleh aspek ekonomi dan teknis. Temuan ini mencerminkan meningkatnya perhatian terhadap kepatuhan regulasi dan pengendalian dampak lingkungan dalam perencanaan industri berbasis mineral.

Model Linear Goal Programming yang dibangun berdasarkan bobot prioritas AHP mampu menghasilkan alternatif pengembangan yang seimbang antara pencapaian target produksi, pengendalian biaya, dan pengurangan risiko lingkungan. Pendekatan pengembangan bertahap muncul sebagai skenario yang paling rasional karena mampu menjaga keseimbangan antara kebutuhan pertumbuhan industri dan keterbatasan sumber daya serta regulasi yang berlaku. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan multi-tujuan efektif dalam menghasilkan solusi kompromi yang relevan bagi pengambil keputusan.

Secara praktis, model AHP-LGP yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat pendukung keputusan bagi pemangku kepentingan industri dan pemerintah dalam merencanakan pengembangan industri asbes secara lebih terukur dan transparan. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya penerapan metode pengambilan keputusan multikriteria dalam konteks perencanaan industri. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan pendekatan ini dengan mempertimbangkan teknik pemodelan lanjutan atau memperluas ruang lingkup analisis tanpa mengubah kerangka dasar yang telah dibangun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indraprasta PGRI serta seluruh responden ahli yang telah memberikan kontribusi data dan masukan berharga dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri Rasyid, R., & Mardhotillah, R. R. (2021). Penerapan analytical hierarchy process sebagai dasar penentuan lokasi pembangunan stone crusher plant (studi kasus PT. ABC). Mahardika, 19(2). <https://doi.org/10.29062/MAHARDIKA.V19I2.248>
- Azani, C. H., & Khorramshahgol, R. (1992). A product planning support system for strategic planning and implementation. Proceedings of the IEEE International Engineering Management Conference. <https://doi.org/10.1109/IEMC.1992.225240>
- Babakhani, B., & Roghanian, E. (2015). Application of linear goal programming (LGP), the fuzzy analytic hierarchy process (FAHP), the prioritization of factors: Case study Kermanshah Province Gas Company. Journal Article.

- Ben, H. (2005). Supply chain long range planning and investment decision making system in chemical industry. Journal Article.
- Bruno, E., Lacarbonara, F., & Placentino, M. C. (2016). Multi-criteria decision analysis in planning of asbestos-containing waste management. Journal Article.
- Damigos, D., & Kaliampakos, D. (2006). Developing fuzzy AHP system to evaluate rehabilitation alternatives of asbestos industrial complex. *Journal of Environmental Management*, 79(4), 404–412. <https://doi.org/10.1179/174328506X109059>
- Ehie, I. C., Oyatoye, E. O., & Joseph, I. G. (2016). Capital project selection using an integrated AHP–LP model: A case study in a developing economy. *International Journal of Services and Operations Management*, 24(2). <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2016.076506>
- Philya, C., Lesnussa, Y. A., & Ilwaru, V. Y. I. (2021). Combination of integration analytic hierarchy process and goal programming for multi-objective optimization promotion program telecommunication services industry. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 15(1), 59–68. <https://doi.org/10.30598/BAREKENGVOL15ISS1PP059-068>
- Handayani, D., Qurtubi, & Alfari, M. F. (2019). Supplier selection and determination of quantity of raw material orders using analytical hierarchy process (AHP) and linear programming: A preliminary study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 697(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/697/1/012007>
- Hendarto, K. A. (2017). Optimalisasi alokasi penggunaan lahan di sub DAS Ambang: Pendekatan analytical hierarchy process dan goal programming. Journal Article.
- Ho, W. (2007). Combining analytic hierarchy process and goal programming for logistics distribution network design. *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4413642>
- Imaduddin, M. A., & Riksakomara, E. (2017). Optimasi pemilihan supplier dan alokasi supply batubara pada PLTU kapasitas 615 MW menggunakan metode analytical hierarchy process dan goal programming (Studi kasus PT. XYZ). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). <https://doi.org/10.12962/J23373539.V6I2.23158>
- Jung, H. (2011). A fuzzy AHP-GP approach for integrated production-planning considering manufacturing partners. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5836–5846. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2010.11.039>
- Khorramshahgol, R., Azani, H., & Gousty, Y. (1998). An integrated approach to project evaluation and selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 45(3), 265–276. <https://doi.org/10.1109/17.7449>
- Kusumaningrum, R. (2003). Perancangan model pendukung keputusan untuk penentuan lokasi industri berdasarkan proses hierarki analitik. Journal Article.
- Naptalena, T., & Pulansari, F. (2020). Pemilihan supplier sparepart liner screw vacuum press dengan metode analytical hierarchy process (AHP) dan goal programming di PT. LRS. *Juminten*, 1(5). <https://doi.org/10.33005/JUMINTEN.V1I5.118>
- Olson, D. L., Venkataramanan, M., & Mote, J. (1986). A technique using analytical hierarchy process in multiobjective planning models. *Socio-Economic Planning Sciences*, 20(6), 361–368. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(86\)90048-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(86)90048-0)

-
- Prakash, R., Singhal, S., & Agarwal, A. (2017). Modelling manufacturing system effectiveness: An integration of analytical hierarchy process and linear programming. *International Journal of Industrial Engineering*, 24(4). <https://doi.org/10.1504/IJIE.2017.10008531>
- Şengül, H., & Karakiş, E. (2021). Hedef programlama ile üretim planlaması ve bir plastik firmasında uygulama. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Dergisi*. <https://doi.org/10.11611/yead.982920>
- Wongwanishwatana, W., & Boonyachut, S. (2004). A case study of weighing for multiple terms of objective function for the approach of multiple objective optimization. *Journal Article*.
- Zuhra, N., Yusriana, & Muzaifa, M. (2021). Analytical hierarchy process in determining the location of the cascara industry in Aceh Tengah District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012086>