* Isian Substansi Proposal l*

PENELITIAN TESIS MAGISTER (PTM)

Petunjuk:Pengusul hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

Tuliskan judul usulan penelitian

JUDUL USULAN

Optimization Model for Supplier Selection and Raw-Material Composition

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

RINGKASAN

Optimization Model for Supplier Selection and Raw-Material Composition adalah judul penelitian yang dilakukan oleh tim pengusul dalam rangka penyusunan tesis magister riset Sains Komputasi ITB. Masalah yang diteliti adalah masalah yang dihadapi oleh produsen bubuk minuman yang memproduksi lebih dari tiga puluh varian rasa dari bubuk minuman tersebut. Bahan baku utama dari bubuk minuman yang diroduksi oleh perusahaan tersebut adalah beberapa bentuk gula (fructose, galactose, sucralose). Mayoritas dari varian bubuk minuman yang diproduksi memerlukan dua jenis gula, sisanya dapat dibuat dari satu jenis gula atau lebih. Terdapat enam pemasok gula yang masing-masing dapat memasok suatu jenis gula dengan harga per ton yang berbeda-beda pula. Gula dipesan tiap bulan, dengan pengiriman dari pemasok ke produsen dilakukan selama empat kali yaitu seminggu setelah pemesanan, dua minggu setelah pemesanan, tiga minggu setelah pemesanan, dan empat minggu setelah pemesanan.

Penentuan pemasok mana saja yang dipilih, berapa volume gula yang dibeli dari pemasok tersebut, dan kapan gula dipesan dari pemasok tersebut dikenal dengan nama supplier selection problem. Di perusahaan yang mana masalah pengadaan gulanya diteliti, supplier selection problem tidak dapat dipisahkan dari penentuan komposisi gula seperti apakah tiap varian bubuk minuman harus diproduksi agar permintaan barang tiap minggu terpenuhi dengan total biaya produksi minimum. Karena itu, masalah yang diteliti dapat dikatakan sebagai masalah Supplier Selection and Raw-Material Composition. Masalah ini adalah masalah kompleks dengan ukuran masalah yang besar karena:

Terdapat lebih dari 30 varian rasa bubuk minuman yang diproduksi,

Permintaan/Demand untuk tiap varian bubuk minuman tiap minggu berbeda,

Untuk memastikan kualitas komposisi gula, produsen melakukan proses inspeksi barang dan proses pencampuran dua jenis gula. Proses ini memerlukan waktu 17 hari sejak gula diterima produsen.

Produsen memiliki tempat penyimpanan gula yang terbatas.

Dengan kompleksitas seperti itu, pengambilan keputusan di produsen bubuk minuman ini menjadi satu proses yang menguras energi yang cukup besar dan kadang menimbulkan delay produksi varian tertentu karena sebagian bahan baku tidak tersedia ketika produksi akan dimulai. Hal ini akan membuat kerugian langsung berupa proses pembelian gula yang lebih mahal dari luar enam pemasok yang telah berkontrak untuk penyediaan bahan baku gula, serta membuat kerugian tidak langsung berupa hilangnya kesempatan pembelian barang karena barang tidak tersedia di pasaran pada selang waktu tertentu.

Penelitian yang dikerjakan oleh tim peneliti bertujuan untuk:

menurunkan masalah optimisasi yang menjadi model proses pengambilan keputusan,

mencari teknik penyelesaian masalah optimisasi,

melakukan validasi hasil dan penyempurnaan model optimisasi dan teknik penyelesaiannya, serta

membuat disain user interface untuk software yang akan dibangun berdasarkan model optimisasi dan teknik penyelesaiannya.

Dengan luaran yang ditargetkan, di akhir penelitian akan tercipta inovasi berdasarkan masalah optimisasi (optimization-based software) yang berada pada Tingkat Kesiapan Teknologi 2.

Penelitian akan dilakukan oleh tim peneliti yang telah mempunyai banyak pengalaman dalam melakukan kolaborasi riset akademisi – industri yang berfokus pada pembuatan software/decision support system untuk menyelesaikan masalah nyata di industry. Mahasiswa program magister yang terlibat di penelitian ini adalah praktisi di industry yang ditugaskan untuk mengambil program magister by research dengan masalah yang berasal dari tempat dia bekerja.

Kata kunci maksimal 5 kata

KATA KUNCI

Optimization model; supplier selection;raw-material composition;solution technique;decision support system.

Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus dan studi kelayakannya. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi keterkaitan skema dengan bidang fokus atau renstra penelitian PT.

LATAR BELAKANG

Di sebagian besar industri makanan dan minuman, biaya bahan baku merupakan biaya utama (bisa mencapai 60%) dari biaya produksi keseluruhan. Karenanya, bagian pengadaan memainkan peran penting dalam upaya efisiensi biaya produksi yang salah satu caranya adalah dengan pembelian bahan baku yang optimal. Masalah pembelian bahan baku dari beberapa pemasok juga dihadapi oleh satu produsen bubuk minuman yang memproduksi lebih dari tiga puluh varian rasa. Bahan baku utama dari bubuk minuman yang diroduksi oleh perusahaan tersebut adalah beberapa bentuk gula (fructose, galactose, sucralose). Mayoritas dari varian bubuk minuman yang diproduksi memerlukan dua jenis gula, sisanya dapat dibuat dari satu jenis gula atau lebih. Terdapat enam pemasok gula yang masing-masing dapat memasok suatu jenis gula dengan harga per ton yang berbeda-beda pula. Gula dipesan tiap bulan, dengan pengiriman dari pemasok ke produsen dilakukan selama empat kali yaitu seminggu setelah pemesanan, dua minggu setelah pemesanan, tiga minggu setelah pemesanan, dan empat minggu setelah pemesanan.

Penentuan pemasok mana saja yang dipilih, berapa volume gula yang dibeli dari pemasok tersebut, dan kapan gula dipesan dari pemasok tersebut dikenal dengan nama supplier selection problem. Di perusahaan yang mana masalah pengadaan gulanya diteliti, supplier selection problem tidak dapat dipisahkan dari penentuan komposisi gula seperti apakah tiap varian bubuk minuman harus diproduksi agar permintaan barang tiap minggu terpenuhi dengan total biaya produksi minimum. Karena itu, masalah yang diteliti dapat dikatakan sebagai masalah Supplier Selection and Raw-Material Composition. Masalah ini adalah masalah kompleks dengan ukuran masalah yang besar karena:

Terdapat lebih dari 30 varian rasa bubuk minuman yang diproduksi,

Permintaan/Demand untuk tiap varian bubuk minuman tiap minggu berbeda,

Untuk memastikan kualitas komposisi gula, produsen melakukan proses inspeksi barang dan proses pencampuran dua jenis gula. Proses ini memerlukan waktu 17 hari sejak gula diterima produsen.

Produsen memiliki tempat penyimpanan gula yang terbatas.

Dengan kompleksitas seperti itu, pengambilan keputusan di produsen bubuk minuman ini menjadi satu proses yang menguras energi yang cukup besar dan kadang menimbulkan delay produksi varian tertentu karena sebagian bahan baku tidak tersedia ketika produksi akan dimulai. Hal ini akan membuat kerugian langsung berupa proses pembelian gula yang lebih mahal dari luar enam pemasok yang telah berkontrak untuk penyediaan bahan baku gula, serta membuat kerugian tidak langsung berupa hilangnya kesempatan pembelian barang karena barang tidak tersedia di pasaran pada selang waktu tertentu.

Penelitian yang dikerjakan oleh tim peneliti bertujuan untuk membantu perusahan tersebut menyediakan satu software/decision support system(DSS) yang dapat digunakan untuk mengeluarkan keputusan dalam penyediaan gula. Software/DSS ini dibuat berdasarkan masalah optimisasi yang menjadi model proses pengambilan keputusan serta Teknik penyelesaiannya.

Masalah optimisasi yang menjadi model pengambilan keputusan dapat berupa program linear dengan beberapa fungsi objektif. Masing-masing fungsi objektif ini mewakili satu kriteria pemilihan pemasok. Secara umum, kriteria-kriteria ini saling bertentangan/berlawanan arah, seperti kriteria pemasok yang menyediakan gula terbaik dan kriteria pemasok yang menawaran gula dengan harga yang murah. Kriteria lain yang dapat muncul adalah kriteria pemasok dengan ketepatan waktu pasokan. Karena kriteria-kriteria ini saling bertentangan/berlawanan arah, maka tidak mungkin kita menuliskan semua fungsi objektih yang mewakili kriteria-kriteria tersebut menjadi satu fungsi objektif.

Tinjauan pustaka tidak lebih dari 1000 kata dengan mengemukakan *state of the art* dalam bidang yang diteliti/teknologi yang dikembangkan. Sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini.

TINJAUAN PUSTAKA

Masalah supplier selection pada awalnya berfokus pada m penentuan pemasok dengan satu kriteria saja yaitu harga bahan yang ditawarkan. Makalah ilmiah tentang supplier selection dengan satu kriteria ini diantaranya adalah makalah Reck & Long[24], Monckza & Trecha[16], & Porter[23], dan Harding[11]. Tetapi kemudian disadari bahwa hanya menggunakan satu kriteria, yaitu harga, tidak menjawab masalah secara komprehensih. Maka penelitian supplier selection berkembang menjadi masalah dengan multi kriteria, seperti kriteria kualitas barang, ketepatan waktu pengiriman, layanan setelah penjualan, maupun kriteria tentang lingkungan dan sosial politik pemasok (lihat Smytka & Clemens[26], Gray, Helper & Osborn[9]). Yang menarik adalah secara umum kriteria-kriteria ini saling bertolak belakang, contohnya adalah barang yang ditawarkan dengan harga yang murah (nilai positif untuk kriteria harga) mungkin memiliki nilai negatif untuk kriteria ketepatan waktu pengiriman. Kompleksitas masalah ini ditambah dengan fakta bahwa beberapa kriteria bersifat kuantitatif (harga, ketepatan waktu pengiriman, spesifikasi/kualitas barang, dan lainnya), tetapi kriteria lain bersifat kualitatif (layanan setelah penjualan, kriteria tentang lingkungan dan sosial politik pemasok).

Makalah Weber, Current & Benton[27] merupakan makalah di awal penelitian tentang multi-criteria supplier selection ini, yang menampilkan hasil riset dengan empat kriteria yaitu Price, Quality, Delivery and Service (PDQS). Makalah ini bersama makalah Hurkens, van der Valk, Wynstra[12] memperkenalkan masalah supplier selection di bawah konsep Total Cost Ownership (TCO), suatu alat analisis keuangan untuk menelaah biaya langsung dan biaya tak langsung dari suatu produksi barang. Biaya langsung dan biaya tak langsung inilah yang kmeudian menjadi kriteria-kriteria dalam proses supplier selection. Makalah-makalah tentang TCO ini diantaranya adalah Ferrin & Plank[8], Degraeve & Roodhooft[5],

Setelah maraknya penelitian konseptual tentang supplier selection dengan multi kriteria, kemudian kita dengan cukup mudah menemukan usulan penggunaan Analytic Hierarchy Process (AHP), suatu metode pengambilan keputusan ketika harus membuat peringkat dari banyak kriteria(lihat Dyer[6]), sebagai metode penyelesaian masalah supplier selection. AHP menyediakan kerangka kerja untuk mengatasi berbagai kriteria yang melibatkan intuitif, rasional, aspek kualitatif dan kuantitatif. Makalah lain yang membahas pendekatan AHP untuk penyelesaian supplier selection diantaranya adalah Bard[2], Belton[3], Bhutta & Huq[4], Nydick & Hill[20].

Metode lain yang diusulkan sebagai penyelesaian masalah supplier selection adalah metode optimisasi atau mathematical programming seperti yang diusulkan Degraeve dan Roodhooft[5],Khalifa & Mohammed Al-Shabi[10], dan Nispeling[19]. Metode optimisai yang khusus, yaitu multi-objective goal programming, diusulkan oleh Weber & Ellram[28]. Multi objective programming ini sangat cocok digunakan untuk mengatasi konflik diantara kriteria-kriteria yang ada dan adanya just-in-time scenario. Sementara Masella & A. Rangone[15] menawarkan metode dynamic programming sebagai metode penyelesaian supplier selection ini, dimana variabel input diatur sebagai kontrol dan variabel lingkungan serta variable status diatur sebagai cara kerja internal organisasi, dan variable output dipandang sebagai kinerja yang perusahaan. Metode optimisasi lain yang digunakan sebagai metode penyelesaian adalah Data Envelopment Analysis (DEA), seperti yang diusulkan di makalah Pitchipoo, et al.[22] and Shahrzad, et al.[25]. Di luar metode-metode tersebut, kita mendapatkan penggunaan gabungan dua metode di atas (metode hybrid), sepeti yang diusulkan oleh Li, Wong, & Kwong[13] yang menggabungkan metode AHP dan multiobjective programming. Pendekatan lainnya adalah metode metaheuristic yang diusulkan oleh Alejo-Reyes, et al.[1]. Metode heuristic ini kemungkinan akan menjadi metode yang banyak digunakan sebagai metode penyelesaian masalah supplier selection mengingat metode heuristic telah terbukti menjadi metode yang efektif dan efisien sebagai metode penyelesaian masalah-maslaah optimisasi, walaupun tidak ada jaminan metode ini akan memberikan solusi optimal tetapi dijamin memberikan solusi ‘near optimal’. Untuk masalah supplier selection yang mana divisi pengadaan harus dapat membuat keputusan secara cepat, solusi near optimal ini seringkali dianggap cukup karena pengambilan keputusan kadang-kadang harus dilakukan berkali-kali karena adanya gangguan dari luar perusahaan seperti adanya ketidak-tepatan waktu pengiriman oleh salah satu supplier.

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 600 kata. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Bagan penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, semua tahapan untuk mecapai luaran beserta indikator capaian yang ditargetkan. Pada bagian ini harus juga dijelaskan tugas masing-masing anggota pengusul sesuai tahapan penelitian yang diusulkan.

METODA

Masalah Supplier Selection and Raw-Material Composition yang dipertimbangkan adalah masalah dengan satu kriteria, yaitu total harga pengadaan, tetapi ukuran masalahnya lebih besar karena penentuan supplier mana yang akan dipilih dan berapa volume yang akan dipesan hanya sebagian dari variabel keputusan. Variabel keputusanlainnya adalah bagaimana distribusi pengiriman dari tiap supplier dan komposisi dari tiap varian bubuk minuman. Karena itu, masalah krusial pertama dari penyelesaian masalah ini adalah menurunkan masalah optimisasi yang tepat yang dapat menjadi model dari masalah ini. Penurunan masalah optimisasi ini akan mengambil artikel Nispeling[18] sebagai rujukan.

Pengambilan data-data produksi yang akan dijadikan parameter di masalah optimisasi akan dilakukan paralel terhadap proses penurunan masalah optimisasi. Proses ini cukup menyita waktu dan energi, tetapi tim peneliti akan dibantu oleh beberapa petugas survei di perusahaan produsen bubuk minuman yang masalahnya diteliti.

Setelah masalah optimisasi diperoleh daan parameter-parameter di dalamnya telah tercatat dengan baik, langkah selanjutnya adalah menentukan atau mencari metode penyelesaian yang efektif dan efisien. Kemungkinan besar, tim peneliti akan menggunakan metode metaheuristic, seperti yang dilakukan oleh Alejo-Reyes, et.al[1]. Tetapi tentu saja metode heuristic di makalah tersebut belum tentu tepat digunakan sebagai metode penyelesaian dari masalah optimisasi yang diturunkan oleh tim peneliti. Karena itu, tim peneliti akan menentukan atau membuat metode sendiri selama penelitian.

Proses berikutnya dalah melakukan validasi hasil, untuk meyakinkan bahwa penyelesaian yang diperoleh adalah penyelesaian yang benar-benar memenuhi kondisi produksi di perusahaan bubuk minuman. Jika iya, maka kita tidak perlu melakukan proses refinement dari masalah optimisasi yang telah diturunkan dan kita dapat melangkah ke proses penulisan laporan dan membuat disain dari software/decision support system berdasarkan masalah optimisasi dan metode penyelesaiannya. Jika tidak, maka penelitian akan kembali ke (refinement) dari masalah optimisasi, pencarian solusi dan validasi hasil.

Di tahun 2022 ini, penelitian akan ditargetkan sampai disain software/decision support system dan penulisan draft artikel ilmiah yang ditulis dari masalah yang diteliti. Berikut adalah tahapan penelitian, luaran per tahapan dan peran masing-masing anggota peneliti.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Tahapan penelitian | Luaran | Anggota yang terlibat |
| 1 | Penurunan masalah optimisasi | Masalah optimisasi | Saladin Uttunggadewa, Sri Redjeki Pudjaprasetya,. M. Rizka Fadhli |
| 2 | Pengambilan data-data produksi/parameter masalah optimisasi | Parameter masalah optimisasi | M. Rizka Fadhli dibanti tim survei lapangan |
| 3 | Pembuatan metode penyelesaian maslaah optimisasi | metode penyelesaian maslaah optimisasi | Saladin Uttunggadewa, Sri Redjeki Pudjaprasetya,. M. Rizka Fadhli |
| 4 | Validasi hasil | Acceptance dari penyelesaian | Saladin Uttunggadewa, Sri Redjeki Pudjaprasetya,. M. Rizka Fadhli, nara sumber di perusahaan |
| 5 | Refinement masalah optimisasi | masalah optimisasi hasil refinement | Saladin Uttunggadewa, Sri Redjeki Pudjaprasetya,. M. Rizka Fadhli, nara sumber di perusahaan |
| 6 | Penulisan draft artikel ilmiah | Draft artikel ilmiah | Saladin Uttunggadewa, Sri Redjeki Pudjaprasetya, M. Rizka Fadhli, nara sumber di perusahaan |
| 7 | Disain software/decision support system | Disain software/decision support system | M. Rizka Fadhli, nara sumber di perusahaan |

Jadwal penelitian disusun dengan mengisi langsung tabel berikut dengan memperbolehkan penambahan baris sesuai banyaknya kegiatan.

JADWAL PENELITIAN

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama Kegiatan | Tahun 2022, Bulan | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Persiapan penelitian |  | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Penurunan masalah optimisasi |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Pengambilan data-data produksi/parameter masalah optimisasi |  | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Pembuatan metode penyelesaian maslaah optimisasi |  |  | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Validasi hasil |  |  |  |  |  | x |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Refinement masalah optimisasi |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |  |  |
| 7 | Penulisan draft artikel ilmiah |  |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |  |
| 8 | Disain software/decision support system |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |
| 9 | Pelaporan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Alejo-Reyes, E. Cuevas, A. Rodriguez, A. Mendoza, & E. Olivares-Benitez, An Improved GreyWolf Optimizer for a Supplier Selection and Order Quantity Allocation Problem, Mathematics, 8, 2020

2. J. F. Bard, A comparison of the AHP process with Multi-Attribute Utility Theory: A case study, IIE transaction. 24(5), -121, 1992.

3. V. Belton, A comparison of the analytic hierarchy process and simple multi-attribute value function, European Journal of operational Research, 26, 7-21, 1986.

4. K. S Bhutta & F. Huq , Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process, Supply Chain Management: An International journal, Vol 17(3), 2002.

5. Z. Degraeve, F. Roodhooft, A mathematical programming approach for procurement using activity based costing. Journal of Business Finance and Accounting 27 (1 - 2), 69 – 98, 2000.

6. J. S. Dyer, Remarks on the analytic hierarchy Process, Management Science, 36, 249-258, 1990.

7. L. M. Ellram LM, Total cost of ownership: elements and implementation, International Journal of Purchasing and Materials Management, 29(2), 3-11, 1993.

8. B. G. Ferrin & R. E. Plank, Total Cost of Ownership Models: An Exploratory Study, Journal of Supply Management, Volume 8, Issue 2, 18 – 29, 2002.

9. J. V. Gray, S. Helper, B. Osborn, Value first, cost later: Total value contribution as a new approach to sourcing decisions, Journal of Operations Management, Volume 66, Issue 6, 735 – 750, 2020.

10. H. Abd El- Wahed Khalifa & M. A. Al-Shabi, Solving the inexact rough intervals vendor selection problems, European Journal of Scientific Research, Vol 150(3):265-272, 2018.

11. M. L. Harding ML, How to Calculate total purchase cost, Hospital Management Quarterly, Volume 19(4):9-13, 1998.

12. [K. Hurkens](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Hurkens%2C+Krisje), [W. van der Valk](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Valk%2C+Wendy), [F. Wynstra](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorRaw=Wynstra%2C+Finn), Total Cost of Ownership in the Services Sector: A Case Study, Journal of Supply Chain Management, Volume 29, Issue 3, 2 – 11, 1993.

13. Z. Li, W. K. Wong, and C. K. Kwong, An Integrated Model of Material Supplier Selection and Order Allocation Using Fuzzy Extended AHP and Multi-objective Programming, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2013, Article ID 362718, Hindawi Publishing Corporation, 2013.

15. C. Masella & A. Rangone, A Contingent Approach to the Design of Vendor Selection Systems for Different Types of Co-Operative Customer/Supplier Relationships. International Journal of Operations & Production Management, Vol 20(1), 70-84, 2000.

16. R.M. Monckza & S. J. Trecha, Cost-based supplier performance evaluation, Journal of Purchasing and Materials Management, 24(1), 2-7, 1988.

17. Mouli, K. V. V. C , Subbaiah, K. V., Rao, K. M. and Acharyulu, S. G.(2006), “Particle Swarm Optimization Approach for Vendors Selection”, IE(I) Journal-PR, Vol. 87,pp.3-6.

18. K. Mukherjee, B. Sarkar, and A. Bhattacharyya, Supplier selection by F-compromise method: a case study of cement industry of NE India, Int. J. Computational Systems Engineering, Vol. 1, No. 3, 2013.

19. Nispeling, T., Multi-Criteria Supplier Selection in the Edible Oil Industry: The Case of a New Oils & Fats Plant in China , Master Thesis, TU Delf, 2015

20. R. L. Nydick & R. P. Hill, Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure, International Journal of Purchasing and Materials Management, Volume 28, Issue2, 31-36, 1992.

21. O. Pal, A. K. Gupta, R. K. Garg, Supplier Selection Criteria and Methods in Supply Chains: A Review, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Economics and Management Engineering Vol:7, No:10, 2013.

22. P. Pitchipoo, R. Ragavan, P. Venkumar, R. Sivaprakasam, Development of DEA Decision Model for Supplier Selection, Proceeding of IEEE – International Conference on Research and Development Prospects on Engineering and Technology, EGS Pillay Engineering College, Nagapattinam, India, 2013.

23. A. M. Porter Supplier Evaluation Revisited. Purchasing, 111(6), 58-68, 1991.

24. Reck, R. F., & Long, B. G. (1988). Purchasing: A competitiveweapon.Journal of Purchasing and Materials Management,24(3), 2–8.

25. T. Shahrzad, E. Mohammad, R. S. M. Reza, Integration of DEA (Data Envelopment Analysis) Approach for Supplier Selection with Hierarchical Analysis Process and Risk Considerations, presented at INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT, TOURISM AND TECHNOLOGY, Malaysia, November 2021.

26. D. L. Smytka & M. W. Clemens, Total Cost Supplier Selection Model: A Case Study, International Journal of Purchasing and Materials Management, Volume 29, Issue 4, 42 – 49, 1993.

27. C.A. Weber, J.R. Current JR & W. C. Benton, Vendor Selection Criteria and Methods, European Journal of operational research, 50 (1), 2-18, 1991.

28. C.A. Weber & L. M. Ellram , Supplier selection using multi-objective programming: A decision support system approach, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 23(2), 3-14, 1993.