Science and Education Journal
Vol 5 No 2 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Integrasi *Activity Based Costing* Dan Analisis Data Untuk Meningkatkan Akurasi Estimasi Biaya Produk Pada Industri Manufaktur

Ardin Dolok Saribu[1], Ribka Paulina Ambarita[2], Kevin Jetro Ginting[3], Eka Kristiani Laia[4], Helen Yulida Sigalingging[5], Lasmaria Pasaribu[6], Nadia Marintan Sirait[7]
[1]Universitas HKBP Nommensen, ardindoloksaribu@uhn.ac.id
[2]Universitas HKBP Nommensen, ribka.ambarita@student.uhn.ac.id
[3]Universitas HKBP Nommensen, kevinginting@student.uhn.ac.id
[4]Universitas HKBP Nommensen, eka.laia@student.uhn.ac.id
[5]Universitas HKBP Nommensen, helen.sigalingging@student.uhn.ac.id
[6]Universitas HKBP Nommensen, lasmaria.pasaribu@student.uhn.ac.id
[7]Universitas HKBP Nommensen, nadia.sirait@student.uhn.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan melakukan tinjauan kritis secara sistematis terhadap model estimasi biaya berbasis proses yang dikembangkan oleh Tang et al. (2012) serta mengidentifikasi peluang integrasi pendekatan *Activity-Based Costing* (ABC) dengan teknologi analitik data modern. Kajian dilakukan melalui analisis mendalam terhadap konsep, struktur, keunggulan, keterbatasan, dan relevansi model dalam pengembangan sistem estimasi biaya manufaktur. Hasil kajian menunjukkan bahwa model Tang et al. mampu meningkatkan akurasi estimasi biaya dibandingkan metode ABC tradisional melalui pemanfaatan analisis *input-output* untuk memodelkan hubungan konsumsi timbal balik antaraktivitas dan sumber daya. Model ini juga mengintegrasikan faktor kualitas, seperti tingkat cacat, penolakan, keberhasilan pengerjaan ulang, biaya, dan waktu proses, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih akurat. Selain itu, model menyediakan kerangka terintegrasi yang mencakup estimasi biaya komponen, perakitan produk, hingga penetapan harga. Secara teoritis, kajian ini memperluas pengembangan model estimasi biaya melalui integrasi ABC dengan *machine learning*, *data mining*, dan pemodelan statistik. Secara praktis, temuan penelitian memberikan rekomendasi bagi industri untuk meningkatkan akurasi estimasi biaya dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif serta berkelanjutan.

Kata Kunci: *Activity-Based Costing, estimasi biaya berbasis proses, analisis input-output, machine learning, akuntansi biaya, industri manufaktur.*

Abstract

This study aims to conduct a systematic critical review of the process-based cost estimation model developed by Tang et al. (2012) and to identify opportunities for integrating Activity-Based Costing (ABC) approaches with modern data analytics technologies. The review examines the model's conceptual framework, structure, strengths, limitations, and relevance to manufacturing cost estimation systems. The findings indicate that the model improves cost estimation accuracy compared with traditional ABC methods by utilizing input–output analysis to capture reciprocal consumption relationships among activities and internal resources. The model also incorporates quality-related factors, including defect rates, rejection rates, rework success probabilities, rework costs, and processing times, resulting in more accurate cost estimates. Furthermore, it provides an integrated framework covering component cost estimation, product assembly, and pricing decisions. Theoretically, this review contributes to the advancement of cost estimation research by highlighting the potential integration of ABC with machine learning, data mining, and statistical modeling. Practically, the findings offer recommendations for manufacturing organizations to improve cost estimation accuracy and support more effective and sustainable decision-making.

Keywords: *Activity-Based Costing, process-based cost estimation, input–output analysis, machine learning, cost accounting, manufacturing industry.*

Corresponding Author:
Ardin Dolok Saribu
Universitas HKBP Nommensen; ardindoloksaribu@uhn.ac.id

.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Dalam era persaingan global yang semakin intensif,industri manufaktur dihadapkan pada tantangan besar untuk mempertahankan daya saing melalui efisiensi biaya dan kualitas produk. Salah satu aspek krusial yang menentukan keberhasilan perusahaan manufaktur adalah ketepatan dalam mengestimasi dan mengalokasikan biaya produksi. Kesalahan dalam estimasi biaya tidak hanya berdampak pada penetapan harga jual yang tidak kompetitif, tetapi juga dapat menyebabkan perusahaan mengambil keputusan strategis yang keliru, seperti melanjutkan produksi produk yang sebenarnya tidak menguntungkan.

Sistem akuntansi biaya tradisional, yang umumnya berbasis volume produksi, terbukti memiliki kelemahan signifikan dalam lingkungan manufaktur modern yang ditandai dengan diversifikasi produk, otomasi dan kompleksitas proses produksi. Metode tradisional seperti *full costing* dan *variable costing* cenderung mengalokasikan biaya overhead secara merata berdasarkan jam kerja langsung atau volume produksi, sehingga menghasilkan distorsi biaya produk yang dapat menyesatkan manajemen dalam pengambilan keputusan.

Activity Based Costing (ABC) hadir sebagai solusi atas kelemahan metode tradisional tersebut. Sistem ABC mengalokasikan biaya overhead berdasarkan aktivitas yang sesungguhnya dikonsumsi oleh setiap produk, sehingga menghasilkan informasi biaya yang lebih akurat dan releva. Sejak diperkenalkan oleh Cooper dan Kaplan pada akhir tahun 1980-an, metode ABC telah diadopsi secara luas oleh perusahaan-perusahaan manufaktur di seluruh dunia sebagai alat manajemen biaya yang efektif.

Namun demikian, penerapan model tersebut dalam praktik masih menghadapi tantangan, terutama dalam pengolahan data dengan jumlah yang besar dan kompleks. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan telah membuka peluang baru dalam pengelolaan data seperti *machine learning*, *data mining* dan *stastical modelling*. Hal ini memungkinkan perusahaan dapat meningkatkan kemampuan dalam mengolah, menganalisis dan memanfaatkan data biaya lebih efektif dan real-time. Integrasi antara metode ABC dengan analisis data modern berpotensi menghasilkan sistem estimasi biaya yang jauh lebih akurat, adaptif dan responsif terhadap peruabahan kondisi operasional.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan model perkiraan biaya dan penetapan harga berbasis proses yang mempertimbangkan hubungan konsumsi tidak langsung serta elemen kualitas adalah suatu keharusan yang sangat penting dalam menyikapi tantangan bisnis saat ini. Oleh karena itu, penelitian dan analisis terhadap model ini menjadi penting untuk dilaksanakan guna mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi kepustakaan (library research) dengan pendekatan critical review terhadap artikel utama karya Tang et al. (2012) yang berjudul *A New Process-Based Cost Estimation and Pricing Model Considering the Influences of Indirect Consumption Relationship and Quality Factors*. Pendekatan critical review dipilih karena penelitian ini tidak bertujuan menghasilkan model baru melalui pengumpulan data lapangan, melainkan melakukan analisis mendalam terhadap konsep, metodologi, hasil penelitian, serta kontribusi ilmiah yang ditawarkan oleh jurnal utama.

Sumber data penelitian terdiri atas data sekunder yang diperoleh dari artikel utama Tang et al. (2012) sebagai objek kajian utama, serta berbagai artikel ilmiah pendukung yang relevan dengan topik Activity-Based Costing (ABC), estimasi biaya berbasis proses, analisis input-output, faktor kualitas dalam manufaktur, machine learning, data mining, dan sistem estimasi biaya modern. Literatur pendukung diperoleh dari jurnal nasional dan internasional bereputasi yang dipublikasikan dalam basis data ilmiah seperti Scopus, ScienceDirect, Springer, Emerald, dan Google Scholar.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui proses identifikasi, seleksi, dan telaah literatur yang relevan dengan fokus penelitian. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) dan analisis kritis (*critical analysis*). Tahapan analisis meliputi:

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

(1) identifikasi tujuan, konsep, metode, dan temuan utama pada artikel Tang et al. (2012); (2) analisis keunggulan model estimasi biaya berbasis proses yang dikembangkan; (3) identifikasi keterbatasan metodologis dan konseptual penelitian; (4) perbandingan hasil penelitian dengan penelitian-penelitian terdahulu dan penelitian terkini yang relevan; serta (5) identifikasi kesenjangan penelitian (*research gap*) dan perumusan peluang pengembangan model melalui integrasi Activity-Based Costing dengan teknologi analisis data modern seperti machine learning, data mining, dan statistical modelling.

Untuk meningkatkan validitas kajian, dilakukan proses triangulasi sumber dengan membandingkan temuan dari artikel utama terhadap berbagai literatur pendukung yang memiliki tema serupa. Hasil analisis kemudian disintesis secara sistematis untuk menghasilkan kesimpulan yang komprehensif mengenai kontribusi teoretis, implikasi praktis, serta arah pengembangan penelitian di bidang estimasi biaya manufaktur berbasis proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil kajian menunjukkan bahwa model estimasi biaya berbasis proses yang dikembangkan oleh Tang et al. (2012) merupakan pengembangan dari metode *Activity-Based Costing* (ABC) tradisional yang dirancang untuk mengatasi dua kelemahan utama, yaitu ketidakmampuan dalam menangani hubungan konsumsi tidak langsung antar aktivitas serta pengabaian faktor kualitas dalam proses produksi. Model tersebut mengintegrasikan pendekatan analisis input-output dengan parameter kualitas aktivitas sehingga mampu menghasilkan estimasi biaya yang lebih akurat dibandingkan metode ABC konvensional.

Berdasarkan hasil validasi empiris pada perusahaan manufaktur peralatan pendingin di Tiongkok Timur Laut, model yang dikembangkan menghasilkan tingkat kesalahan estimasi biaya sebesar 1,87% pada tingkat komponen dan 1,98% pada tingkat produk jadi. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan metode ABC tradisional yang menghasilkan tingkat kesalahan sebesar 5,70% dan 5,06%. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi hubungan konsumsi tidak langsung dan faktor kualitas memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan akurasi estimasi biaya produk.

Selain itu, model mampu mengidentifikasi bahwa sekitar 57% kesalahan estimasi biaya pada metode ABC tradisional berasal dari ketidakmampuan menangani hubungan konsumsi timbal balik antar aktivitas, sedangkan sekitar 10% kesalahan lainnya disebabkan oleh pengabaian faktor kualitas seperti rework, scrap, dan tingkat penolakan produk. Dengan demikian, kedua faktor tersebut secara bersama-sama menyumbang sekitar 67% dari total kesalahan estimasi biaya pada metode ABC tradisional.

Pembahasan

Akurasi Estimasi Biaya yang Lebih Tinggi

Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan oleh Tang et al. (2012) mampu meningkatkan akurasi estimasi biaya secara signifikan dibandingkan metode ABC tradisional. Peningkatan akurasi tersebut terjadi karena model tidak hanya mempertimbangkan konsumsi sumber daya secara langsung, tetapi juga memperhitungkan hubungan konsumsi timbal balik yang terjadi antar aktivitas produksi. Dalam lingkungan manufaktur modern yang semakin kompleks, hubungan semacam ini sering kali menyebabkan distorsi biaya apabila tidak dimasukkan ke dalam proses perhitungan.

Hasil ini memperkuat pandangan bahwa sistem estimasi biaya modern harus mampu menangkap seluruh aktivitas yang memengaruhi pembentukan biaya produk secara komprehensif. Ketika hubungan antar aktivitas dapat dimodelkan dengan baik, maka informasi biaya yang dihasilkan menjadi lebih relevan untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial, penetapan harga, dan perencanaan produksi.

Inovasi Penggunaan Analisis Input-Output

Kontribusi metodologis utama dari penelitian Tang et al. (2012) terletak pada penggunaan metode analisis input-output yang sebelumnya lebih banyak digunakan dalam

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

bidang ekonomi makro. Pendekatan ini memungkinkan pemodelan hubungan konsumsi timbal balik antar aktivitas dan sumber daya melalui sistem persamaan simultan.

Penggunaan analisis input-output memberikan kemampuan untuk menghitung tarif biaya aktivitas secara lebih realistis karena mempertimbangkan seluruh aliran konsumsi biaya yang terjadi dalam sistem manufaktur. Pendekatan tersebut menjadi solusi terhadap keterbatasan metode ABC tradisional yang hanya mengalokasikan biaya berdasarkan hubungan langsung antara aktivitas dan sumber daya tanpa memperhatikan keterkaitan antar aktivitas.

Integrasi Faktor Kualitas dalam Estimasi Biaya

Keunggulan lain dari model yang dikembangkan adalah integrasi parameter kualitas ke dalam proses estimasi biaya. Faktor kualitas yang dimaksud meliputi tingkat kelayakan produk, tingkat cacat, tingkat penolakan, probabilitas keberhasilan rework, biaya rework, dan waktu yang diperlukan untuk proses perbaikan.

Hasil kajian menunjukkan bahwa faktor kualitas memberikan kontribusi sekitar 10% terhadap total kesalahan estimasi biaya yang dihasilkan metode ABC tradisional. Temuan ini mengindikasikan bahwa kualitas bukan hanya isu operasional, tetapi juga memiliki dampak langsung terhadap akurasi informasi biaya. Oleh karena itu, integrasi faktor kualitas dalam sistem estimasi biaya menjadi langkah penting untuk menghasilkan perhitungan biaya yang lebih mendekati kondisi aktual di lapangan.

Model Terintegrasi dari Estimasi Biaya hingga Penetapan Harga

Model yang dikembangkan Tang et al. (2012) tidak hanya berhenti pada tahap estimasi biaya produk, tetapi juga menyediakan kerangka kerja yang terintegrasi hingga proses penetapan harga jual. Proses dimulai dari analisis tarif biaya aktivitas, dilanjutkan dengan estimasi biaya komponen per proses, perakitan komponen, perakitan produk akhir, hingga perhitungan harga jual berdasarkan biaya non-produksi dan target keuntungan perusahaan.

Pendekatan ini memberikan manfaat praktis yang besar bagi perusahaan karena seluruh proses penentuan harga dapat dilakukan dalam satu sistem yang terpadu. Dengan demikian, risiko terjadinya undercosting maupun overcosting dapat diminimalkan sehingga keputusan penetapan harga menjadi lebih akurat dan kompetitif.

Keterbatasan Model dan Research Gap

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, hasil kajian juga menunjukkan beberapa keterbatasan penting pada model Tang et al. (2012). Pertama, validasi model hanya dilakukan pada satu perusahaan manufaktur sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Kedua, model bersifat statis karena menggunakan data historis dalam satu periode tertentu dan belum mampu melakukan pembaruan parameter secara otomatis ketika kondisi produksi berubah.

Ketiga, model belum mempertimbangkan biaya lingkungan yang saat ini menjadi aspek penting dalam konsep sustainable manufacturing. Keempat, tidak tersedia mekanisme integrasi dengan sistem informasi manufaktur modern yang memungkinkan pembaruan data secara real-time. Keterbatasan tersebut membuka peluang penelitian lanjutan untuk mengembangkan model estimasi biaya yang lebih adaptif dan dinamis.

Berdasarkan hasil kajian kritis, research gap yang paling menonjol adalah belum adanya integrasi antara model Activity-Based Costing berbasis proses dengan teknologi analisis data modern seperti machine learning, data mining, dan statistical modelling. Integrasi tersebut berpotensi menghasilkan sistem estimasi biaya yang mampu memperbarui tarif biaya aktivitas, memprediksi parameter kualitas, serta menyesuaikan estimasi biaya secara otomatis berdasarkan data produksi terkini. Dengan demikian, pengembangan model estimasi biaya berbasis ABC dan machine learning menjadi arah penelitian yang menjanjikan bagi pengembangan sistem akuntansi manajemen pada era Industri 4.0.

SIMPULAN

Berdasarkan kajian kritis yang dilakukan secara sistematis terhadap artikel Tang et al. (2012) berjudul *"A New Process-Based Cost Estimation and Pricing Model Considering the*

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Influences of Indirect Consumption Relationship and Quality Factors", dapat disimpulkan bahwa model yang dikembangkan merupakan salah satu kontribusi penting dalam literatur estimasi biaya manufaktur modern. Keunggulan utama model ini terletak pada kemampuannya meningkatkan akurasi estimasi biaya secara signifikan dibandingkan metode *Activity-Based Costing* (ABC) tradisional. Peningkatan akurasi tersebut dicapai melalui integrasi dua aspek yang selama ini kurang mendapat perhatian dalam model konvensional, yaitu hubungan konsumsi tidak langsung (*indirect consumption relationships*) dan faktor kualitas aktivitas produksi. Dengan tingkat kesalahan estimasi yang jauh lebih rendah dibandingkan ABC tradisional, model ini menunjukkan bahwa kedua aspek tersebut merupakan determinan penting dalam menghasilkan estimasi biaya yang lebih realistis dan andal.

Kontribusi metodologis yang paling menonjol dari model ini adalah penerapan analisis *input–output* yang diadaptasi dari bidang makroekonomi ke dalam konteks sistem manufaktur. Pendekatan ini memungkinkan pemodelan hubungan konsumsi timbal balik yang kompleks antaraktivitas produksi dan sumber daya internal melalui sistem persamaan simultan. Selain itu, model secara eksplisit memasukkan parameter kualitas, seperti tingkat kelayakan, tingkat cacat, tingkat penolakan, probabilitas keberhasilan pengerjaan ulang (*rework*), biaya *rework*, dan waktu proses, sehingga menghasilkan estimasi biaya yang lebih komprehensif. Model juga menawarkan kerangka kerja yang terintegrasi secara vertikal, mulai dari analisis tarif biaya aktivitas, estimasi biaya komponen, proses perakitan produk, hingga penetapan harga jual dengan mempertimbangkan biaya nonproduksi dan target keuntungan. Didukung oleh validasi empiris pada perusahaan manufaktur nyata, model ini menunjukkan potensi implementasi yang tinggi dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Meskipun demikian, kajian ini juga mengidentifikasi sejumlah keterbatasan yang perlu menjadi perhatian. Validasi model yang hanya dilakukan pada satu perusahaan dan satu jenis produk membatasi generalisasi temuan ke berbagai sektor industri. Selain itu, model masih bersifat statis karena bergantung pada data historis dan belum mampu menyesuaikan diri secara otomatis terhadap perubahan kondisi operasional, seperti fluktuasi biaya, variasi kualitas material, maupun perubahan kapasitas produksi. Beberapa asumsi metodologis, seperti pengabaian faktor kualitas pada proses *loose assembly*, juga menunjukkan adanya inkonsistensi dalam penerapan konsep kualitas secara menyeluruh. Di samping itu, keterbatasan ukuran sampel evaluasi, ketiadaan dimensi biaya lingkungan, serta belum adanya mekanisme pembaruan parameter biaya dan kualitas secara real-time melalui integrasi dengan sistem informasi manufaktur modern menjadi tantangan yang perlu diatasi.

Secara keseluruhan, model Tang et al. (2012) berhasil memperluas cakupan dan akurasi estimasi biaya manufaktur dibandingkan pendekatan ABC tradisional. Namun, berbagai keterbatasan yang masih melekat pada model tersebut menunjukkan bahwa pengembangan lebih lanjut sangat diperlukan. Oleh karena itu, integrasi pendekatan *process-based ABC* dengan teknologi analitik data modern, seperti *machine learning*, *data mining*, *statistical modeling*, serta sistem manufaktur berbasis data real-time, merupakan arah penelitian yang menjanjikan. Integrasi tersebut tidak hanya berpotensi meningkatkan akurasi dan adaptabilitas estimasi biaya, tetapi juga memungkinkan pengembangan model yang lebih responsif terhadap dinamika industri dan tuntutan keberlanjutan di era manufaktur cerdas (*smart manufacturing*).

DAFTAR PUSTAKA

Berkat, R., Waruwu, P., Sormin, W. P., Saribu, A. D., & Amanda, P. R. (2024). *Penerapan Harga Pokok Produksi Dengan Metode Activity Based Costing (Abc) Sebagai Alternatif Metode Tradisional*. *6*, 30–46.

Filzah Lina, M. safeiee. (2023). *Integration of Mahalanobis-Taguchi system and time-driven activity-based costing in production environment*.

HuiFang Liang. (2025). *Modern Technology's role in accounting cost calculation of industrial enterprises: Information as a key strategy to improve management efficiency*.

Ifeyinwa Orji, S. W. (2016). *A Detaild Calculation Model For Costing of Green Manufacturing*.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Jinlian Zha. (2024). *Metode Akuntansi Biaya Berbasis Aktivitas: Sebuah Studi tentang pengendalian Biaya Manufaktur di Perusahaan*.

Marpaung, A. L., Silaban, N., Saribu, A. D., Simamora, D. S., Nababan, S., & Butar-butar, M. A. (2024). *Implementasi Activity Based Costing dalam Menentukan Target Costing Sebagai Alternatif Pengendalian Harga Pokok Produksi*. *4*, 16781–16791.

Pérez, R. S. (n.d.). *Actualización del Modelo A.B.Q.C. de medida y control de los costes de calidad*.

Qureshi, Fareeha Javed Mudassar Hussain, K. A. Q. K. (2025). *Measuring the Cost of Quality Through Activity-Based Costing & amp; Taguchi Method: Case Study of a Pakistani Manufacturing Firm*.

Saribu, A. D. (2025). *Akuntansi Manajemen Lanjutan*. 21.

Sinaga, A., Gea, R. S., Doloksaribu, A., Lumbangaol, H., Nainggolan, D. A., Sinaga, E., Panjaitan, R., & Sirait, Y. (1980). *Efisiensi penerapan abc terhadap sektor publik*.

Situngkir, T. L., Ramadan, A. S., Saputra, A. R., Zhafira, A. N., & Putri, A. (2024). *Analisis Penerapan Metode Activity-Based Costing dalam Penentuan Harga Pokok Produksi pada Perusahaan Aneka Foam*. *8*, 45965–45975.

Tang, S., Wang, D., & Ding, F.-Y. (2012). A new process-based cost estimation and pricing model considering the influences of indirect consumption relationships and quality factors. *Computers & Industrial Engineering*, *63*(4), 985–993. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.06.010