Jurnal Eksis
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda
Volume 22 No 2 Oktober 2026
ISSN : 0216-6437 (Print)
ISSN 2722-9327 (online)
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

ANALISIS JUMLAH TUG BOAT DALAM TAHAP PEMELIHARAAN GALANGAN KAPAL MENGGUNAKAN METODE MATRIKS INVERS

Achmad Rudzali[1], Fariyanti[2], Sudarlan[3]
achmadrudzali@polnes.ac.id, fariyantipolnes@gmail.com, sudarlan@Polnes.ac.id

[123]) Program Studi Akuntansi, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia
[123])Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Samarinda Kaltim

Abstract

This study applies the inverse matrix method to estimate the number of tug boats being processed at three maintenance stages—cleaning, painting, and finishing—in a case of PT Galangan Jaya, Loa Bakung, Samarinda. The operational issue concerns limited shipyard space, berth availability, safety, and the need to control maintenance costs. A descriptive quantitative case-study approach is used. The supplied cost coefficients for raw materials, direct labor, and factory overhead are arranged in a three-by-three coefficient matrix, while the weekly available budgets are represented as a column vector. The determinant of the coefficient matrix is non-zero; therefore, an inverse exists and the system has a unique solution. The calculation produces five tug boats in cleaning, three in painting, and four in finishing, for a total of twelve vessels in process. The reconstructed budgets are IDR 77 million for raw materials, IDR 53 million for direct labor, and IDR 31 million for overhead, or IDR 161 million in total. The result demonstrates how matrix algebra can connect cost information with an operational estimate of work distribution. Neverthel2ess, the result relies on the assumption that each listed stage cost is a unit cost per vessel and that the full budgets are allocated to the three stages. The estimate must be checked against job orders, vessel movement records, and actual cost documents before being used for management decisions or financial reporting.
Keywords: inverse matrix; cost accounting; tug boat; ship maintenance; production planning

Abstrak

Penelitian ini menerapkan metode matriks invers untuk memperkirakan jumlah kapal tug boat yang sedang menjalani tiga tahap pemeliharaan, yaitu pembersihan, pengecatan, dan finishing, pada kasus PT Galangan Jaya di Loa Bakung, Samarinda. Permasalahan operasional berkaitan dengan keterbatasan ruang galangan, tempat sandar, keselamatan, dan kebutuhan pengendalian biaya pemeliharaan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan rancangan studi kasus. Koefisien biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead disusun ke dalam matriks koefisien berordo tiga kali tiga, sedangkan anggaran mingguan dinyatakan sebagai vektor kolom. Determinan matriks koefisien tidak sama dengan nol sehingga invers tersedia dan sistem memiliki solusi tunggal. Hasil perhitungan menunjukkan lima tug boat berada pada tahap pembersihan, tiga unit pada tahap pengecatan, dan empat unit pada tahap finishing, sehingga total terdapat dua belas kapal dalam proses. Rekonstruksi anggaran menghasilkan biaya bahan baku Rp77 juta, tenaga kerja langsung Rp53 juta, dan overhead Rp31 juta, atau Rp161 juta secara keseluruhan. Hasil ini menunjukkan bahwa aljabar matriks dapat menghubungkan informasi biaya dengan estimasi distribusi pekerjaan. Namun, hasil bergantung pada asumsi bahwa biaya setiap tahap merupakan biaya per kapal dan seluruh anggaran dialokasikan pada ketiga tahap. Estimasi perlu diverifikasi melalui surat perintah kerja, catatan perpindahan kapal, dan dokumen biaya aktual sebelum digunakan untuk keputusan manajerial atau pelaporan keuangan.
Kata kunci: matriks invers; akuntansi biaya; tug boat; pemeliharaan kapal; perencanaan produksi jasa

PENDAHULUAN

Industri pertambangan batu bara merupakan salah satu kegiatan ekonomi penting di Kalimantan Timur. Dalam rantai distribusi batu bara, kapal tunda (tug boat) berfungsi menarik tongkang atau ponton dari kawasan produksi menuju pelabuhan, titik transshipment, maupun lokasi tujuan lainnya. Keandalan armada tug boat berpengaruh

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026
terhadap kelancaran pengangkutan. Kapal yang tidak siap beroperasi karena kerusakan atau kebutuhan pemeliharaan dapat mengganggu jadwal distribusi dan menimbulkan biaya tambahan bagi pemilik armada.

Situasi tersebut menciptakan kebutuhan terhadap jasa galangan kapal yang mampu melaksanakan pemeliharaan secara terencana. Pemeliharaan badan kapal antara lain dapat meliputi pembersihan permukaan, pengecatan, dan pekerjaan finishing. Setiap tahap memerlukan kombinasi bahan, tenaga kerja, dan fasilitas pendukung. Tahap pembersihan dapat menggunakan bahan pembersih, air bertekanan, peralatan abrasif, serta tenaga operator. Tahap pengecatan membutuhkan cat primer, cat antikarat, cat lapisan utama, tukang cat khusus kelautan, kompresor, dan spray gun. Tahap finishing membutuhkan lapisan pelindung akhir, bahan pendukung, pemeriksaan kualitas, penerangan, serta tenaga kerja penyelesaian.

Dalam perspektif akuntansi biaya, pengelompokan pengeluaran ke dalam biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik (BOP) membantu perusahaan memahami sumber daya yang dikonsumsi dalam proses jasa. Informasi biaya tersebut dapat digunakan untuk menyusun anggaran, mengevaluasi efisiensi, menetapkan tarif jasa, dan mengendalikan penggunaan sumber daya. Horngren, Datar, dan Rajan (2015) menjelaskan bahwa informasi biaya memiliki peran penting dalam perencanaan, pengendalian, dan pengambilan keputusan manajerial. Pada perusahaan jasa pemeliharaan kapal, informasi biaya juga perlu dihubungkan dengan tahapan pekerjaan agar manajemen dapat mengetahui beban aktivitas pada setiap area galangan.

Masalah operasional tidak hanya berkaitan dengan besarnya biaya, tetapi juga jumlah kapal yang berada pada masing-masing tahap pekerjaan. Area galangan memiliki kapasitas fisik terbatas. Penempatan kapal perlu mempertimbangkan keselamatan kerja, ruang gerak, ketersediaan fasilitas, waktu pengerjaan, serta biaya sandar yang berlaku. Apabila jumlah kapal pada tahap tertentu tidak diketahui secara memadai, perusahaan berisiko mengalami penumpukan pekerjaan, penggunaan fasilitas yang tidak seimbang, dan pemborosan biaya.

Data biaya dalam kasus ini disusun berdasarkan tiga tahap pemeliharaan dan tiga kelompok biaya. Setiap tahap memiliki kebutuhan biaya yang berbeda. Dengan menganggap angka pada setiap sel sebagai biaya per unit tug boat, hubungan antara jumlah kapal pada tiap tahap dan total anggaran dapat dinyatakan sebagai sistem persamaan linear. Sistem tersebut dapat diselesaikan menggunakan eliminasi, substitusi, atau aljabar matriks. Penelitian ini memilih metode matriks invers karena metode tersebut memperlihatkan hubungan sistematis antara matriks koefisien biaya, vektor jumlah kapal, dan vektor anggaran.

Penggunaan matriks invers dalam konteks akuntansi biaya merupakan penerapan matematika terapan untuk membantu membaca persoalan operasional. Matriks bukan pengganti dokumen biaya atau pencatatan akuntansi, melainkan alat analisis untuk menyelesaikan sistem persamaan yang dibangun dari data. Anton dan Rorres (2014)

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026
menjelaskan bahwa sistem persamaan linear dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks dan, apabila matriks koefisien memiliki invers, solusi diperoleh melalui perkalian matriks invers dengan vektor konstanta.

Penelitian ini menggunakan kasus jasa pemeliharaan tug boat PT Galangan Jaya di kawasan Loa Bakung, perairan Sungai Mahakam, sebagaimana data kasus yang disediakan dalam tugas akhir mahasiswa Akuntansi POLNES (Rudz, 2022). Data yang digunakan menunjukkan kebutuhan biaya per tahap serta batas anggaran yang tersedia untuk satu periode pengamatan satu minggu. Karena dokumen pendukung transaksi, daftar kapal, dan surat perintah kerja tidak disertakan, angka dalam penelitian diperlakukan sebagai data kasus untuk demonstrasi perhitungan, bukan sebagai hasil audit atau verifikasi independen atas kegiatan perusahaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi klasifikasi biaya pada setiap tahap, menyusun model sistem persamaan linear dari data biaya dan anggaran, menghitung jumlah tug boat pada setiap tahap menggunakan metode matriks invers, serta menjelaskan kegunaan dan keterbatasan hasil perhitungan bagi perencanaan kapasitas galangan dan pengendalian biaya. Pertanyaan utama penelitian adalah berapa unit tug boat yang diperkirakan berada pada tahap pembersihan, pengecatan, dan finishing berdasarkan struktur biaya dan batas anggaran yang tersedia.

TINJAUAN PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Akuntansi Biaya Dan Klasifikasi Biaya

Akuntansi biaya merupakan bagian dari sistem informasi akuntansi yang mengidentifikasi, mengukur, mengakumulasi, dan melaporkan informasi biaya untuk kepentingan penentuan biaya serta pengambilan keputusan. Dalam kegiatan produksi maupun jasa, klasifikasi biaya membantu manajemen memahami jenis sumber daya yang digunakan dan kaitannya dengan objek biaya. Objek biaya dalam kasus ini adalah pekerjaan pemeliharaan tug boat pada masing-masing tahap.

Biaya bahan baku adalah biaya bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan dan dapat ditelusuri ke aktivitas atau objek biaya. Pada tahap pembersihan, bahan dapat berupa solvent, air tawar bertekanan tinggi, dan material abrasif. Pada tahap pengecatan, bahan meliputi primer, cat antikarat, dan cat lapisan utama. Pada tahap finishing, bahan dapat berupa top coat, solvent, dan pernis. Penentuan apakah seluruh bahan tersebut diklasifikasikan sebagai bahan langsung perlu mengikuti kebijakan akuntansi biaya perusahaan.

Biaya tenaga kerja langsung merupakan imbalan bagi pekerja yang terlibat langsung dalam pekerjaan pemeliharaan, seperti teknisi pembersihan, operator sandblasting, tukang cat kelautan, operator spray gun, dan pekerja finishing. Biaya overhead mencakup biaya produksi atau jasa yang tidak dapat ditelusuri secara ekonomis

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026
ke satu unit pekerjaan secara langsung, misalnya listrik, air, pemeliharaan alat, penggunaan fasilitas, ventilasi, penerangan, alat pelindung diri, pengawasan, dan pemeriksaan kualitas. Istilah overhead pabrik pada perusahaan jasa galangan dapat disesuaikan menjadi overhead jasa atau overhead operasi sepanjang definisinya dijelaskan secara konsisten.

Pengelompokan biaya menurut tahap pekerjaan memberi informasi mengenai struktur konsumsi sumber daya. Informasi tersebut dapat digunakan untuk membandingkan anggaran dengan realisasi, menilai efisiensi, dan mengidentifikasi tahap yang membutuhkan biaya paling besar. Namun, biaya per tahap tidak dengan sendirinya menunjukkan jumlah unit pekerjaan. Untuk memperoleh jumlah unit, diperlukan hubungan matematis antara biaya satu unit pada setiap tahap dan total anggaran.

Sistem persamaan linear dan matriks

Sistem persamaan linear adalah kumpulan dua atau lebih persamaan yang memiliki variabel tidak diketahui. Dalam kasus ini terdapat tiga variabel, yaitu jumlah tug boat pada tahap pembersihan (X), pengecatan (Y), dan finishing (Z). Tiga persamaan dibentuk berdasarkan total biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead yang tersedia. Koefisien setiap variabel menggambarkan biaya per kapal pada kelompok biaya tertentu.

Secara umum, sistem persamaan linear dapat dinyatakan sebagai $AX = B$. A merupakan matriks koefisien, X merupakan vektor variabel yang dicari, sedangkan B merupakan vektor konstanta atau anggaran. Apabila matriks A berbentuk persegi dan determinannya tidak sama dengan nol, matriks tersebut mempunyai invers. Solusi sistem dapat ditulis $X = A^{-1}B$ (Anton & Rorres, 2014).

Matriks invers bukan satu-satunya cara menyelesaikan sistem persamaan. Metode eliminasi Gauss, substitusi, atau perangkat lunak aljabar juga dapat digunakan. Keunggulan penyajian matriks invers dalam pembelajaran adalah mahasiswa dapat melihat proses pemodelan secara ringkas dan memahami syarat keberadaan solusi tunggal.

Perencanaan kapasitas dan pengendalian biaya galangan

Perencanaan kapasitas berkaitan dengan kemampuan fasilitas dan tenaga kerja menyelesaikan volume pekerjaan dalam periode tertentu. Pada galangan kapal, kapasitas tidak hanya ditentukan oleh luas area, tetapi juga ukuran kapal, durasi pekerjaan, urutan proses, peralatan, standar keselamatan, cuaca, dan ketersediaan tenaga ahli. Oleh karena itu, jumlah kapal pada setiap tahap merupakan salah satu informasi operasional, tetapi bukan satu-satunya indikator kapasitas.

Pengendalian biaya dilakukan dengan membandingkan biaya yang dianggarkan dengan biaya aktual serta menelusuri penyebab selisih. Estimasi jumlah kapal berbasis anggaran dapat menjadi alat pemeriksaan awal.

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026
Apabila jumlah kapal aktual berbeda jauh dari hasil model, manajemen perlu memeriksa apakah biaya satuan berubah, terdapat pekerjaan tambahan, penggunaan bahan tidak efisien, atau sebagian anggaran belum digunakan.

Kerangka pemikiran dan proposisi analitis

Kerangka pemikiran penelitian dimulai dari klasifikasi biaya menurut kelompok biaya dan tahap pemeliharaan. Biaya per unit pada setiap tahap digunakan sebagai koefisien matriks. Anggaran yang tersedia untuk bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead menjadi vektor konstanta. Hubungan tersebut membentuk sistem persamaan linear. Setelah syarat invers terpenuhi, matriks invers dikalikan dengan vektor anggaran untuk memperoleh estimasi jumlah tug boat pada setiap tahap.

Penelitian ini tidak menguji hipotesis statistik karena tidak menggunakan sampel observasi untuk menguji hubungan antarvariabel. Proposisi analitis yang digunakan adalah bahwa, dengan asumsi biaya per unit tetap dan seluruh anggaran dialokasikan pada tiga tahap, sistem persamaan linear dapat menghasilkan estimasi jumlah kapal yang konsisten dengan total anggaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan rancangan studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menyusun model matematis dan menghitung jumlah unit pekerjaan berdasarkan struktur biaya yang tersedia, bukan menguji pengaruh antarvariabel menggunakan inferensi statistik. Objek analisis adalah kegiatan pemeliharaan tug boat pada tiga tahap, yaitu pembersihan, pengecatan, dan finishing.

Data yang digunakan merupakan data kasus yang disampaikan dalam materi tugas akhir mahasiswa Akuntansi POLNES dan diberi atribusi Rudz (2022). Data terdiri atas uraian komponen bahan baku, tenaga kerja, dan overhead pada masing-masing tahap; biaya per unit pada setiap tahap; serta batas anggaran satu periode pengamatan yang disebut berlangsung selama satu minggu. Penelitian ini tidak memperoleh bukti transaksi, kartu biaya pesanan, daftar unit kapal, atau laporan realisasi perusahaan. Oleh sebab itu, hasil harus dibaca sebagai penyelesaian model berdasarkan data yang diberikan.

Variabel yang dicari adalah X, Y, dan Z. X menunjukkan jumlah tug boat pada tahap pembersihan; Y jumlah tug boat pada tahap pengecatan; dan Z jumlah tug boat pada tahap finishing. Koefisien biaya dinyatakan dalam juta rupiah agar perhitungan lebih ringkas. Anggaran bahan baku sebesar Rp77.000.000, tenaga kerja langsung sebesar Rp53.000.000, dan overhead sebesar Rp31.000.000. Total anggaran ketiga kelompok biaya adalah Rp161.000.000.

Asumsi utama model adalah: (1) angka biaya pada tiap tahap merupakan biaya untuk satu tug boat; (2) biaya satuan dianggap sama untuk setiap kapal pada tahap yang sama; (3) seluruh anggaran yang disajikan dialokasikan

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026
untuk tiga tahap yang dianalisis; (4) tidak terdapat biaya tahap lain di luar model; dan (5) satu kapal dihitung pada satu tahap pada saat pengamatan, sehingga X, Y, dan Z menunjukkan jumlah kapal pada area proses yang berbeda. Asumsi ini diperlukan agar sistem persamaan dapat dibentuk, tetapi harus diverifikasi sebelum model diterapkan pada keputusan operasional.

Analisis dilakukan melalui lima langkah. Pertama, mengidentifikasi komponen biaya dan mengelompokkannya ke dalam bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead. Kedua, menyusun koefisien biaya per kapal ke dalam matriks A. Ketiga, menyusun vektor anggaran B. Keempat, menghitung determinan dan invers matriks A. Kelima, mengalikan matriks invers dengan vektor anggaran untuk memperoleh X, Y, dan Z. Hasil kemudian diuji kembali dengan memasukkan jumlah unit ke persamaan biaya awal.

Definisi operasional dan pengukuran

Simbol/variabel	Definisi operasional	Satuan
X	Jumlah tug boat pada tahap pembersihan	Unit kapal
Y	Jumlah tug boat pada tahap pengecatan	Unit kapal
Z	Jumlah tug boat pada tahap finishing	Unit kapal
Aij	Biaya kelompok ke-i untuk satu kapal pada tahap ke-j	Juta rupiah/unit
B1	Anggaran biaya bahan baku	Juta rupiah
B2	Anggaran biaya tenaga kerja langsung	Juta rupiah
B3	Anggaran biaya overhead	Juta rupiah
T	Jumlah seluruh tug boat dalam proses (X+Y+Z)	Unit kapal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi komponen biaya pemeliharaan tug boat

Kegiatan pemeliharaan pada kasus ini dibagi menjadi tiga tahap. Pembagian tersebut digunakan untuk menelusuri kebutuhan sumber daya pada setiap bagian proses. Tabel 1 merangkum komponen biaya sebagaimana dinyatakan dalam data kasus.

Kelompok biaya	Pembersihan	Pengecatan	Finishing

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

Bahan baku	Solvent, air tawar bertekanan tinggi, bahan abrasif, wire brush	Cat primer, cat antikarat, cat lapisan utama	Top coat, solvent, pernis
Tenaga kerja langsung	Teknisi pembersihan manual/sandblasting dan operator alat	Tukang cat khusus kelautan dan operator spray gun	Tukang finishing dan pemeriksa kualitas akhir
Overhead	Perawatan/sewa sandblasting, listrik, air, APD	Kompresor, spray gun, ventilasi, keamanan bahan kimia	Penerangan tambahan, QA/QC, lembur bila diperlukan

Sumber: Data kasus pemeliharaan tug boat yang disampaikan dalam materi tugas akhir mahasiswa (Rudz, 2022).

Tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap tahap memiliki karakteristik biaya yang berbeda. Pembersihan relatif membutuhkan peralatan dan bahan untuk menghilangkan kotoran atau lapisan lama. Pengecatan membutuhkan material pelapis dan peralatan aplikasi. Finishing berfokus pada pelapisan akhir serta pemeriksaan mutu. Dalam pencatatan akuntansi, perusahaan perlu memastikan apakah biaya alat pelindung diri, listrik, air, dan pemeriksaan kualitas diklasifikasikan sebagai overhead, sedangkan bahan yang dapat ditelusuri langsung ke pekerjaan dicatat sebagai bahan langsung.

Data biaya per unit dan anggaran tersedia

Data kuantitatif yang digunakan disajikan pada Tabel 2. Nilai pada tiga kolom tahap diperlakukan sebagai biaya untuk satu unit tug boat pada tahap bersangkutan. Kolom terakhir menunjukkan anggaran maksimum yang tersedia untuk masing-masing kelompok biaya selama periode pengamatan.

Komponen biaya	Pembersihan (Rp)	Pengecatan (Rp)	Finishing (Rp)	Anggaran tersedia (Rp)
Bahan baku	5.000.000	12.000.000	4.000.000	77.000.000
Tenaga kerja langsung	4.000.000	7.000.000	3.000.000	53.000.000
Overhead	2.500.000	3.500.000	2.000.000	31.000.000
Total biaya per tahap	11.500.000	22.500.000	9.000.000	161.000.000

Sumber: Data kasus (Rudz, 2022); diolah.

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

Total biaya satu unit pada tahap pembersihan adalah Rp11.500.000, tahap pengecatan Rp22.500.000, dan tahap finishing Rp9.000.000. Jumlah ketiga anggaran kelompok biaya adalah Rp161.000.000. Penjumlahan biaya per tahap pada baris terakhir bukan berarti seluruh tahap harus dijumlahkan untuk satu kapal, karena setiap kolom menggambarkan tahap pekerjaan yang berbeda.

Formulasi sistem persamaan linear

Misalkan X adalah jumlah tug boat pada tahap pembersihan, Y jumlah tug boat pada tahap pengecatan, dan Z jumlah tug boat pada tahap finishing. Berdasarkan biaya bahan baku, persamaan pertama adalah:

$$\mathbf{5X + 12Y + 4Z = 77}$$

Persamaan biaya tenaga kerja langsung adalah:

$$\mathbf{4X + 7Y + 3Z = 53}$$

Persamaan biaya overhead adalah:

$$\mathbf{2{,}5X + 3{,}5Y + 2Z = 31}$$

Seluruh angka pada persamaan dinyatakan dalam juta rupiah. Persamaan ketiga memuat variabel Z; penulisan yang tepat adalah 2,5X + 3,5Y + 2Z = 31. Variabel Z tidak boleh dihilangkan karena biaya overhead tahap finishing sebesar Rp2.000.000 per kapal.

Ketiga persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk matriks AX = B, dengan:

$$\mathbf{A = [[5, 12, 4], [4, 7, 3], [2{,}5; 3{,}5; 2]]}$$

$$\mathbf{X = [X, Y, Z]^T \text{ dan } B = [77, 53, 31]^T.}$$

Matriks A merupakan matriks koefisien biaya, vektor X merupakan jumlah kapal pada setiap tahap, dan vektor B merupakan anggaran untuk tiga kelompok biaya. Notasi tersebut memperlihatkan bahwa persoalan operasional dapat direpresentasikan dalam model aljabar linear.

Penyelesaian dengan metode matriks invers

Untuk memperoleh solusi menggunakan matriks invers, langkah pertama adalah memastikan bahwa matriks A memiliki invers. Syaratnya adalah determinan matriks tidak sama dengan nol. Determinan matriks koefisien pada kasus ini adalah:

$$\mathbf{\det(A) = -2{,}5}$$

Karena determinan tidak sama dengan nol, matriks A mempunyai invers. Matriks inversnya adalah:

$$\mathbf{A^{-1} = [[-1{,}4; 4; -3{,}2], [0{,}2; 0; -0{,}4], [1{,}4; -5; 5{,}2]]}$$

Berdasarkan hubungan AX = B, kedua sisi dikalikan dengan A^{-1} dari sebelah kiri: $A^{-1}AX = A^{-1}B$. Karena $A^{-1}A = I$, dengan I merupakan matriks identitas, maka $IX = A^{-1}B$, sehingga $X = A^{-1}B$.

Perkalian matriks invers dengan vektor anggaran menghasilkan:



Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

$$X = [5, 3, 4]^T$$

Dengan demikian, estimasi jumlah tug boat adalah lima unit pada tahap pembersihan, tiga unit pada tahap pengecatan, dan empat unit pada tahap finishing.

Pemeriksaan kembali hasil perhitungan

Hasil matriks invers perlu diperiksa dengan memasukkan nilai X = 5, Y = 3, dan Z = 4 ke dalam setiap persamaan awal. Pemeriksaan ini memastikan bahwa solusi memenuhi seluruh batas anggaran.

Kelompok Biaya	Substitusi jumlah kapal	Hasil (Rp)	Anggaran (Rp)
Bahan baku	(5 × 5 jt) + (3 × 12 jt) + (4 × 4 jt)	77.000.000	77.000.000
Tenaga kerja	(5 × 4 jt) + (3 × 7 jt) + (4 × 3 jt)	53.000.000	53.000.000
Overhead	(5 × 2,5 jt) + (3 × 3,5 jt) + (4 × 2 jt)	31.000.000	31.000.000
Total	77 jt + 53 jt + 31 jt	161.000.000	161.000.000

Sumber: Hasil pengolahan data kasus.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa seluruh persamaan terpenuhi tepat sesuai anggaran yang tersedia. Jumlah tug boat yang sedang berada dalam proses pemeliharaan adalah X + Y + Z = 5 + 3 + 4 = 12 unit. Nilai tersebut merupakan jumlah unit pada tiga tahap yang diasumsikan berlangsung secara bersamaan dalam periode pengamatan.

Interpretasi hasil untuk perencanaan galangan

Hasil perhitungan memberikan gambaran distribusi pekerjaan, yaitu lima kapal pada area pembersihan, tiga kapal pada area pengecatan, dan empat kapal pada area finishing. Distribusi ini dapat menjadi informasi awal bagi pengelola galangan dalam mengatur ruang kerja dan kebutuhan sumber daya. Area pembersihan menampung jumlah kapal paling banyak, sehingga perlu diperhatikan kecukupan ruang, peralatan pembersih, pengendalian debu atau residu, serta keselamatan pekerja. Area pengecatan menampung tiga kapal, tetapi mempunyai biaya per unit tertinggi, yaitu Rp22.500.000. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan anggaran per kapal pada tahap pengecatan relatif besar dibandingkan tahap lainnya.

Area finishing menampung empat kapal dengan biaya per unit Rp9.000.000. Walaupun biaya per unitnya paling rendah, tahap ini tetap memerlukan pengaturan jadwal pemeriksaan kualitas dan penyelesaian pekerjaan agar tidak menjadi titik penumpukan sebelum kapal keluar dari galangan. Dengan mengetahui distribusi kapal, manajemen dapat mengatur tenaga kerja, peralatan, material, dan aliran pekerjaan secara lebih terarah.

9 772722 932006

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

Dari sisi pengendalian biaya, model menunjukkan bahwa anggaran bahan baku Rp77.000.000, tenaga kerja Rp53.000.000, dan overhead Rp31.000.000 seluruhnya teralokasi. Namun, karena persamaan menggunakan anggaran maksimum sebagai nilai total yang harus dipenuhi, hasil 5, 3, dan 4 hanya berlaku jika anggaran tersebut benar-benar digunakan seluruhnya sesuai tarif biaya satuan. Apabila angka pada kolom anggaran hanya merupakan plafon dan realisasi pengeluaran lebih rendah, sistem persamaan harus menggunakan realisasi aktual, bukan plafon anggaran.

Selain itu, jumlah kapal bukan satu-satunya ukuran kapasitas galangan. Satu tug boat dapat memerlukan luas area dan waktu pengerjaan yang berbeda dengan kapal lain. Kapal dengan kondisi badan lebih berat, kerusakan lebih besar, atau kebutuhan lapisan cat lebih banyak dapat mengonsumsi sumber daya di atas rata-rata. Oleh karena itu, model biaya rata-rata perlu dilengkapi dengan data ukuran kapal, jam kerja, lama pengerjaan, dan kebutuhan ruang untuk perencanaan yang lebih akurat.

Implikasi bagi akuntansi biaya dan pembelajaran vokasi

Kasus ini memperlihatkan bahwa kompetensi akuntansi biaya tidak berhenti pada pengelompokan dan penjumlahan biaya. Mahasiswa perlu memahami bagaimana data biaya dapat digunakan untuk menjawab persoalan operasional. Dengan menyusun persamaan dari biaya bahan, tenaga kerja, dan overhead, mahasiswa menghubungkan pencatatan biaya dengan estimasi volume pekerjaan. Keterampilan tersebut relevan bagi staf akuntansi biaya, staf anggaran, maupun bagian administrasi operasional perusahaan.

Pembelajaran metode matriks invers juga melatih mahasiswa menerjemahkan narasi pekerjaan menjadi model kuantitatif. Mahasiswa harus mengidentifikasi variabel, memastikan koefisien memiliki satuan yang konsisten, membentuk persamaan, memeriksa syarat determinan, dan menginterpretasikan hasil. Tahapan tersebut mengembangkan literasi numerasi sekaligus kemampuan komunikasi, karena hasil hitungan harus dijelaskan dalam bahasa manajerial yang dapat dipahami pengguna informasi.

Untuk penerapan di perusahaan, model dapat dikembangkan menjadi lembar kerja yang memuat biaya standar per tahap, anggaran, realisasi, jumlah kapal aktual, dan selisih. Perbandingan hasil estimasi dengan jumlah kapal aktual dapat digunakan sebagai alat kontrol. Jika ditemukan perbedaan, perusahaan dapat menelusuri penyebabnya melalui kartu biaya pesanan, laporan pemakaian bahan, daftar hadir dan jam kerja, serta catatan penggunaan fasilitas.

9 772722 932006

Jurnal Eksis ISSN : 0216-6437 (Print)
Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Samarinda ISSN 2722-9327 (online)
Volume 22 No 2 Oktober 2026
Received : 20 Oktober 2026 Revised : 26 Oktober 2026 Accepted : 31 Oktober 2026

Keterbatasan analisis

Pertama, data yang tersedia tidak disertai dokumen sumber seperti faktur pembelian, bukti pemakaian bahan, daftar upah, kartu biaya pesanan, dan catatan kapal. Oleh karena itu, validitas data biaya tidak dapat diverifikasi secara independen. Kedua, penelitian mengasumsikan biaya pada setiap sel merupakan biaya per satu unit kapal. Jika angka tersebut sebenarnya merupakan total biaya suatu tahap selama satu minggu, maka model dan interpretasinya harus diubah.

Ketiga, anggaran yang digunakan diperlakukan sebagai jumlah biaya yang terealisasi dan seluruhnya dialokasikan pada tiga tahap. Apabila anggaran merupakan batas maksimum yang belum tentu habis digunakan, persamaan tidak dapat langsung dipakai untuk menentukan jumlah kapal secara pasti. Keempat, model tidak memasukkan perbedaan ukuran kapal, tingkat kerusakan, lama pengerjaan, kapasitas area, dan urutan proses. Kelima, model menganggap jumlah kapal berupa bilangan bulat dan tidak membahas kapal yang berpindah tahap selama periode pengamatan.

Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa hasil 12 unit merupakan solusi matematis yang konsisten terhadap data dan asumsi model, bukan bukti faktual bahwa tepat 12 tug boat berada di galangan pada minggu pengamatan. Verifikasi lapangan tetap diperlukan sebelum hasil dijadikan dasar keputusan.

SIMPULAN

Penelitian ini menyusun model sistem persamaan linear untuk memperkirakan jumlah tug boat pada tiga tahap pemeliharaan, yaitu pembersihan, pengecatan, dan finishing. Biaya dikelompokkan ke dalam bahan baku, tenaga kerja langsung, dan overhead. Dengan menggunakan biaya per unit pada setiap tahap serta anggaran masing-masing kelompok biaya, diperoleh matriks koefisien yang memiliki determinan −2,5. Karena determinan tidak sama dengan nol, matriks invers dapat digunakan untuk memperoleh solusi tunggal.

Hasil perhitungan menunjukkan lima unit tug boat berada pada tahap pembersihan, tiga unit pada tahap pengecatan, dan empat unit pada tahap finishing. Dengan demikian, jumlah keseluruhan kapal yang diperkirakan sedang dalam proses pemeliharaan adalah dua belas unit. Hasil tersebut menghasilkan penggunaan anggaran bahan baku Rp77.000.000, tenaga kerja langsung Rp53.000.000, dan overhead Rp31.000.000, sehingga total biaya sebesar Rp161.000.000.

Secara manajerial, informasi distribusi kapal dapat menjadi masukan awal untuk pengaturan area kerja, tenaga kerja, peralatan, dan kebutuhan material. Biaya per unit yang relatif tinggi pada tahap pengecatan juga perlu

9 772722 932006

menjadi perhatian dalam pengendalian anggaran. Meskipun demikian, hasil perhitungan harus diperlakukan sebagai estimasi berbasis asumsi, bukan sebagai pengganti catatan operasional dan bukti biaya aktual.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data aktual beberapa periode, mencakup jumlah kapal, ukuran kapal, lama pengerjaan, pemakaian bahan, jam tenaga kerja, dan biaya overhead. Penelitian juga dapat membandingkan hasil estimasi matriks dengan catatan produksi atau job order perusahaan. Dengan data yang lebih rinci, model dapat dikembangkan untuk mendukung perencanaan kapasitas galangan dan pengendalian biaya secara lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Anton, H., & Rorres, C. (2014). Elementary linear algebra: Applications version (11th ed.). Wiley.

Blocher, E. J., Stout, D. E., Juras, P. E., & Smith, S. (2019). Cost management: A strategic emphasis (8th ed.). McGraw-Hill Education.

Faizal Muhammad. (2022). "Analisis Harga Pokok Produksi Jasa Reparasi Tug Boat PT Galangan Jaya, Loa Bakung, Samarinda", pembimbing utama E. Retno Maninggarjati. [Data tugas akhir mahasiswa, tidak diterbitkan]. Program Studi Akuntansi, Politeknik Negeri Samarinda.

Fariyanti. Buku Ajar Dasar Akuntansi 2, Awal tahun 2026. [Buku digunakan di kalangan terbatas, belum diterbitkan]. Program Studi Akuntansi, Politeknik Negeri Samarinda.

Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2015). Cost accounting: A managerial emphasis (15th ed.). Pearson.

Rudzali Achmad. (2017). Rudzali Achmad, Kumpulan Soal Matematika Bisnis, Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Samarinda, ISBN 978-602-401-813-9, Yogyakarta: Deepublish, Februari 2017.

Rudzali Achmad. (2022). Data kasus biaya jasa pemeliharaan galangan kapal tunda (tug boat) PT Galangan Jaya, Loa Bakung [Data tugas akhir mahasiswa, tidak diterbitkan]. Program Studi Akuntansi, Politeknik Negeri Samarinda.

