

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1. Manajemen Operasional

Manajemen operasional merupakan kegiatan pengelolaan sumber daya dan proses dalam organisasi untuk menghasilkan barang atau jasa secara efektif dan efisien (Agustino et al., 2023). Kegiatan ini meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian aktivitas operasional agar tujuan organisasi dapat tercapai secara optimal. Dalam organisasi jasa seperti perguruan tinggi, manajemen operasional tidak hanya berfokus pada proses layanan, tetapi juga pada pengelolaan sumber daya manusia sebagai faktor utama dalam menunjang keberhasilan operasional. Selain itu, manajemen operasional juga berkaitan dengan bagaimana suatu organisasi merancang sistem kerja, mengatur kapasitas, serta memastikan bahwa seluruh sumber daya yang dimiliki dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan output yang berkualitas.

Dalam konteks pendidikan, manajemen operasional berperan dalam mengatur sumber daya dosen sebagai bagian dari sistem produksi jasa pendidikan. Pengelolaan tersebut mencakup perencanaan kebutuhan dosen berdasarkan beban pengajaran, pembagian beban mengajar sesuai kapasitas dan kompetensi, serta pengendalian biaya pengajaran agar tetap efisien tanpa mengurangi kualitas pembelajaran. Selain itu, pengambilan keputusan terkait jumlah dan alokasi dosen, baik dosen tetap maupun tidak tetap, perlu dilakukan secara sistematis agar seluruh kebutuhan pengajaran dapat terpenuhi secara optimal sesuai dengan kebijakan akademik yang berlaku. Proses ini juga melibatkan penyesuaian antara jumlah dosen yang tersedia dengan jumlah kelas dan mata kuliah yang harus diampu, sehingga tidak terjadi ketimpangan beban kerja yang dapat berdampak pada kualitas pembelajaran.

Lebih lanjut, manajemen operasional dalam perguruan tinggi juga berkaitan erat dengan konsep efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan sumber daya. Efisiensi menekankan pada penggunaan sumber daya seminimal mungkin untuk mencapai hasil tertentu, sedangkan efektivitas berkaitan dengan tingkat pencapaian tujuan yang telah

ditetapkan. Dalam hal ini, pengelolaan dosen yang baik harus mampu mencapai keseimbangan antara kedua aspek tersebut, yaitu memastikan bahwa kebutuhan pengajaran terpenuhi dengan jumlah dosen yang optimal serta biaya yang terkendali. Ketidaktepatan dalam pengelolaan ini dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan tenaga pengajar, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan biaya operasional atau penurunan kualitas layanan akademik.

Selain itu, manajemen operasional juga menuntut adanya pengambilan keputusan yang berbasis data dan analisis yang tepat. Dalam pengelolaan dosen, keputusan yang diambil tidak hanya mempertimbangkan jumlah tenaga pengajar, tetapi juga mempertimbangkan berbagai kendala seperti batas maksimum beban mengajar, kompetensi dosen, serta kebijakan institusi yang berlaku. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis dan terstruktur agar keputusan yang dihasilkan dapat memberikan solusi terbaik bagi organisasi. Pendekatan ini menjadi penting mengingat kompleksitas permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan sumber daya dosen, terutama ketika jumlah mata kuliah dan kelas yang harus dilayani semakin meningkat.

Dengan demikian, manajemen operasional dalam perguruan tinggi tidak hanya berperan sebagai fungsi administratif, tetapi juga sebagai alat strategis dalam meningkatkan kinerja organisasi. Pengelolaan sumber daya dosen yang efektif dan efisien akan memberikan dampak positif terhadap kualitas pembelajaran, kepuasan mahasiswa, serta keberlanjutan operasional institusi pendidikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan analitis dalam mendukung pengambilan keputusan operasional, sehingga pengelolaan dosen dapat dilakukan secara optimal dan sesuai dengan tujuan organisasi.

2.1.2. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Perencanaan sumber daya manusia merupakan proses strategis yang bertujuan untuk memastikan ketersediaan tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan organisasi, baik dari segi jumlah maupun kompetensi. Menurut (Roberto et al., 2022) perencanaan SDM berfokus pada bagaimana organisasi memprediksi kebutuhan tenaga kerja di masa depan serta menyusun strategi untuk memenuhi kebutuhan tersebut secara efektif. Dalam pelaksanaannya, perencanaan sumber daya manusia tidak hanya bersifat jangka pendek, tetapi juga mencakup perencanaan jangka panjang yang mempertimbangkan perkembangan organisasi, perubahan lingkungan, serta dinamika kebutuhan tenaga kerja.

Oleh karena itu, perencanaan SDM menjadi salah satu fungsi penting dalam manajemen yang berperan dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan tenaga kerja dan ketersediaan sumber daya yang dimiliki.

Dalam konteks perguruan tinggi, perencanaan SDM berkaitan langsung dengan pengelolaan dosen sebagai tenaga pengajar utama. Hal ini mencakup penentuan jumlah dosen berdasarkan beban pengajaran, distribusi dosen ke dalam mata kuliah, serta penyesuaian antara dosen tetap dan dosen tidak tetap. Selain itu, perencanaan sumber daya dosen juga mempertimbangkan aspek kompetensi, kualifikasi akademik, serta bidang keahlian yang dimiliki oleh masing-masing dosen agar sesuai dengan kebutuhan mata kuliah yang diajarkan. Proses ini menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya jumlah mahasiswa, bertambahnya kelas paralel, serta adanya tuntutan peningkatan kualitas pendidikan yang harus dipenuhi oleh perguruan tinggi.

Lebih lanjut, perencanaan sumber daya manusia dalam lingkungan pendidikan juga berkaitan dengan efisiensi penggunaan tenaga pengajar. Penentuan jumlah dosen yang tidak tepat dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti beban kerja yang tidak seimbang, pemborosan biaya, atau bahkan penurunan kualitas pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sistematis dalam menentukan kebutuhan tenaga pengajar agar dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia. Perencanaan yang baik juga akan membantu institusi dalam mengantisipasi kekurangan atau kelebihan dosen di masa mendatang, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan lancar tanpa hambatan yang berarti.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, perencanaan sumber daya dosen menjadi dasar penting dalam menentukan alokasi tenaga pengajar yang optimal agar kebutuhan pengajaran terpenuhi secara efisien dan sesuai dengan kebijakan akademik. Dengan adanya perencanaan yang tepat, diharapkan pengelolaan dosen dapat dilakukan secara lebih terstruktur, terukur, dan mampu mendukung pencapaian tujuan institusi pendidikan secara keseluruhan.

2.1.3. Beban Kerja Dosen (*Workload Analysis*)

Beban kerja dosen merupakan ukuran jumlah tugas yang harus dilaksanakan oleh dosen dalam menjalankan fungsi tridharma perguruan tinggi, yang meliputi pendidikan dan pengajaran, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat. Beban kerja ini

mencerminkan tanggung jawab akademik yang harus dipenuhi oleh setiap dosen dalam mendukung penyelenggaraan pendidikan tinggi yang berkualitas. Dalam praktiknya, beban kerja dosen tidak hanya terbatas pada kegiatan mengajar di kelas, tetapi juga mencakup kegiatan persiapan materi, evaluasi pembelajaran, pembimbingan mahasiswa, serta aktivitas ilmiah lainnya yang mendukung pengembangan keilmuan. Oleh karena itu, pengukuran beban kerja dosen menjadi penting untuk memastikan bahwa seluruh aktivitas akademik dapat dilaksanakan secara seimbang dan sesuai dengan kapasitas individu dosen.

Dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia, beban kerja dosen umumnya dinyatakan dalam satuan kredit semester (SKS) yang mencerminkan jumlah waktu dan usaha yang diperlukan dalam melaksanakan kegiatan akademik. Sistem SKS ini digunakan sebagai acuan dalam mengukur intensitas pekerjaan dosen sekaligus sebagai dasar dalam perencanaan distribusi tugas mengajar. Menurut (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2019.) beban kerja dosen sekurang-kurangnya 12 SKS dan sebanyak-banyaknya 16 SKS per semester untuk kegiatan utama. Ketentuan ini menunjukkan bahwa terdapat batasan minimum dan maksimum beban kerja yang harus dipenuhi oleh dosen, sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara proporsional. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan beban kerja dosen harus dilakukan secara proporsional agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan beban kerja yang dapat memengaruhi kinerja dosen.

Meskipun ketentuan Beban Kerja Dosen (BKD) menetapkan beban kerja utama dosen sebesar 12–16 SKS per semester, besaran tersebut merupakan akumulasi pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi yang meliputi kegiatan pendidikan dan pengajaran, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, serta tugas penunjang lainnya. Dengan demikian, jumlah SKS tersebut tidak seluruhnya dialokasikan untuk kegiatan mengajar di kelas. Dalam penelitian ini, beban mengajar dosen tetap dibatasi pada rentang 8-12 SKS karena penelitian hanya berfokus pada perencanaan kebutuhan pengajaran. Penetapan rentang tersebut merupakan asumsi penelitian yang disesuaikan dengan kondisi program studi, sehingga dosen tetap masih memiliki alokasi waktu untuk melaksanakan penelitian, pengabdian kepada masyarakat, pembimbingan mahasiswa, serta tugas akademik lainnya. Oleh karena itu, batas beban mengajar 8-12 SKS digunakan sebagai salah satu kendala dalam model *Integer Linear Programming* untuk memperoleh

distribusi beban mengajar yang lebih proporsional tanpa mengabaikan kewajiban dosen dalam melaksanakan unsur Tridharma Perguruan Tinggi.

Dalam perspektif manajemen operasional, beban kerja dosen menjadi salah satu faktor penting dalam perencanaan dan pengalokasian sumber daya manusia. Beban kerja yang tidak seimbang dapat menyebabkan penurunan kualitas pembelajaran serta ketidakefisienan dalam penggunaan tenaga pengajar. Selain itu, ketidaksesuaian dalam distribusi beban kerja juga dapat menimbulkan ketidakmerataan kinerja antar dosen, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas layanan akademik yang diberikan kepada mahasiswa. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang tepat dalam mendistribusikan beban mengajar kepada dosen sesuai dengan kapasitas dan kompetensinya. Proses ini melibatkan pertimbangan terhadap jumlah kelas, jumlah mahasiswa, serta kompleksitas mata kuliah yang diampu oleh masing-masing dosen.

Menurut (Utami et al., 2020.), analisis beban kerja dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan tenaga kerja secara optimal serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam organisasi pendidikan. Dengan adanya analisis beban kerja yang sistematis, institusi pendidikan dapat mengidentifikasi kebutuhan dosen secara lebih akurat, baik dalam kondisi kekurangan maupun kelebihan tenaga pengajar. Selain itu, analisis ini juga dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang kebijakan alokasi dosen yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan demikian, pengukuran dan pengelolaan beban kerja dosen menjadi elemen penting dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan akademik, serta mendukung tercapainya tujuan pendidikan secara optimal.

2.1.4. Optimasi

Optimasi merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk memperoleh hasil terbaik dari suatu permasalahan dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan yang ada. Dalam konteks pengambilan keputusan, optimasi digunakan untuk menentukan nilai terbaik dari suatu fungsi tujuan, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya, dengan tetap memperhatikan batasan atau kendala yang berlaku (Anshari et al., 2024). Optimasi juga menjadi proses pencarian solusi terbaik dari sekumpulan alternatif solusi yang tersedia berdasarkan kriteria tertentu. Dengan demikian, optimasi berperan penting dalam membantu pengambilan keputusan yang lebih

rasional dan terstruktur. Proses ini umumnya melibatkan identifikasi variabel keputusan, penentuan fungsi tujuan, serta perumusan kendala yang harus dipenuhi agar solusi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi nyata yang dihadapi.

Dalam praktiknya, optimasi tidak hanya berfokus pada pencapaian hasil terbaik, tetapi juga mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh suatu organisasi. Setiap permasalahan optimasi biasanya memiliki lebih dari satu alternatif solusi, sehingga diperlukan suatu pendekatan analitis untuk memilih solusi yang paling optimal di antara alternatif tersebut. Oleh karena itu, penggunaan metode optimasi menjadi sangat penting dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan melibatkan banyak variabel serta kendala. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan secara lebih objektif dan berbasis perhitungan, sehingga dapat mengurangi subjektivitas dalam proses penentuan solusi.

Dalam penerapannya, optimasi banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen operasional, untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya. Optimasi memungkinkan organisasi untuk mengalokasikan sumber daya secara tepat sehingga tujuan yang diinginkan dapat tercapai dengan penggunaan input yang minimum. Selain itu, optimasi juga berperan dalam meningkatkan produktivitas serta mengurangi pemborosan yang mungkin terjadi akibat pengelolaan sumber daya yang kurang tepat. Dalam lingkungan organisasi yang dinamis, kemampuan untuk melakukan optimasi menjadi salah satu faktor penting dalam menjaga daya saing dan keberlanjutan operasional.

Dalam konteks penelitian ini, optimasi berkaitan dengan upaya menentukan alokasi sumber daya dosen yang paling efisien dalam memenuhi kebutuhan pengajaran, dengan tetap memperhatikan berbagai kendala yang ada, seperti batasan beban kerja, jumlah kelas, serta kebijakan akademik yang berlaku. Dengan menggunakan pendekatan optimasi, diharapkan dapat diperoleh solusi yang mampu menyeimbangkan antara kebutuhan pengajaran dan ketersediaan dosen, sehingga tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan tenaga pengajar. Oleh karena itu, penerapan optimasi dalam penelitian ini menjadi dasar dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat, terukur, dan mampu memberikan hasil yang optimal bagi institusi pendidikan.

2.1.5. Analisis Biaya dan *Shadow Price*

Biaya merupakan kas atau nilai setara kas yang dikorbankan untuk barang atau jasa yang diharapkan memberikan manfaat pada saat ini atau di masa mendatang bagi organisasi (Kartika, 2019). Dalam konteks manajemen, biaya tidak hanya dipandang sebagai pengeluaran semata, tetapi juga sebagai elemen penting dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan efisiensi dan efektivitas operasional. Oleh karena itu, pemahaman terhadap struktur dan komponen biaya menjadi sangat penting agar organisasi dapat mengelola sumber daya yang dimiliki secara optimal. Selain itu, biaya juga dapat digunakan sebagai indikator dalam menilai kinerja suatu organisasi, terutama dalam hal kemampuan mengendalikan pengeluaran serta mencapai target yang telah ditetapkan.

Sejalan dengan hal tersebut, analisis biaya dapat didefinisikan sebagai suatu proses sistematis untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, mengukur, serta mengevaluasi berbagai komponen biaya yang timbul dalam suatu aktivitas atau operasi organisasi. Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai besarnya biaya yang dikeluarkan, sumber-sumber biaya, serta hubungan antara biaya dengan output yang dihasilkan. Dengan adanya analisis biaya, organisasi dapat melakukan pengendalian biaya, meningkatkan efisiensi, serta merencanakan anggaran secara lebih tepat dan rasional. Selain itu, analisis biaya juga membantu dalam mengidentifikasi potensi pemborosan serta peluang penghematan yang dapat dilakukan tanpa mengurangi kualitas hasil yang diharapkan.

Dalam praktiknya, analisis biaya sering digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan strategis, seperti penentuan alokasi sumber daya, penetapan anggaran, serta evaluasi kinerja operasional. Informasi biaya yang akurat dan relevan memungkinkan manajemen untuk membandingkan berbagai alternatif keputusan dan memilih opsi yang paling menguntungkan bagi organisasi. Oleh karena itu, analisis biaya tidak hanya berfungsi sebagai alat pengendalian, tetapi juga sebagai alat perencanaan yang mendukung keberlangsungan dan perkembangan organisasi dalam jangka panjang.

Dalam konteks perguruan tinggi, analisis biaya memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pengelolaan kegiatan akademik, khususnya yang berkaitan dengan biaya pengajaran. Biaya pengajaran mencakup berbagai komponen, seperti gaji dosen tetap, honorarium dosen tidak tetap, serta biaya lain yang berhubungan dengan proses

pembelajaran, termasuk tunjangan, insentif, dan fasilitas pendukung kegiatan akademik. Selain itu, terdapat pula biaya tidak langsung yang turut memengaruhi kegiatan pengajaran, seperti biaya administrasi, pemeliharaan sarana dan prasarana, serta penggunaan teknologi pembelajaran. Pengelolaan biaya pengajaran yang baik akan membantu perguruan tinggi dalam menjaga keseimbangan antara kualitas pendidikan yang diberikan dengan efisiensi penggunaan anggaran.

Oleh karena itu, analisis biaya menjadi salah satu alat penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait alokasi tenaga pengajar secara optimal. Dengan adanya analisis biaya yang tepat, institusi pendidikan dapat menentukan kombinasi penggunaan dosen tetap dan dosen tidak tetap secara lebih efisien, sehingga biaya pengajaran dapat diminimalkan tanpa mengurangi kualitas layanan akademik. Selain itu, analisis ini juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih rasional dalam menentukan jumlah dosen yang dibutuhkan, sehingga tercapai keseimbangan antara kebutuhan pengajaran dan kemampuan anggaran yang dimiliki oleh perguruan tinggi.

Pada penelitian ini berkaitan dengan Shadow price atau nilai bayangan merupakan konsep dalam optimasi yang digunakan untuk menunjukkan nilai ekonomis suatu sumber daya atau kendala dalam model. Shadow price menggambarkan besarnya perubahan nilai fungsi tujuan yang terjadi akibat perubahan satu satuan pada sisi kanan (*right-hand side*) suatu kendala, dengan asumsi parameter lain tetap dan solusi masih berada dalam rentang yang diizinkan. Oleh karena itu, shadow price dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat sensitivitas suatu kendala terhadap solusi optimal yang dihasilkan. Semakin besar nilai shadow price, maka semakin besar pula pengaruh kendala tersebut terhadap perubahan nilai fungsi tujuan sehingga informasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait alokasi sumber daya secara lebih efisien (Kuosmanen & Zhou, 2021).

2.1.6. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan teknik dalam riset operasi yang digunakan untuk mengetahui bagaimana perubahan parameter dalam model mempengaruhi solusi optimal yang telah diperoleh. Parameter yang dianalisis dapat berupa koefisien fungsi tujuan, nilai ruas kanan pada kendala, maupun koefisien dalam fungsi kendala. Analisis sensitivitas bertujuan untuk memastikan seberapa jauh model yang digunakan bergantung pada faktor

input yang telah dimodelkan (Sitinjak & Silalahi, 2023). Dengan kata lain, analisis ini membantu dalam mengevaluasi tingkat kepekaan suatu model terhadap perubahan nilai parameter yang mungkin terjadi dalam kondisi nyata. Hal ini menjadi penting karena dalam praktiknya, nilai parameter yang digunakan dalam model sering kali bersifat dinamis dan tidak selalu tetap.

Dalam konteks Integer *Linear Programming*, analisis sensitivitas digunakan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan seperti biaya tenaga kerja, kapasitas kerja, atau kebutuhan beban kerja terhadap hasil optimasi. Analisis sensitivitas ini memberikan informasi mengenai rentang perubahan parameter yang masih mempertahankan solusi optimal. Selain itu, analisis ini juga dapat menunjukkan parameter mana yang memiliki pengaruh paling besar terhadap perubahan solusi, sehingga dapat menjadi fokus utama dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, metode ini sangat penting dalam pengambilan keputusan karena kondisi nyata sering mengalami perubahan.

Lebih lanjut, analisis sensitivitas juga berfungsi sebagai alat evaluasi terhadap keandalan model yang telah dibangun. Dengan mengetahui batas toleransi perubahan parameter, pengambil keputusan dapat memahami apakah solusi yang dihasilkan masih dapat digunakan ketika terjadi perubahan kondisi, atau perlu dilakukan perhitungan ulang. Hal ini sangat berguna dalam situasi yang penuh ketidakpastian, di mana faktor-faktor seperti biaya, permintaan, dan kapasitas dapat berubah sewaktu-waktu. Oleh karena itu, analisis sensitivitas tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis tambahan, tetapi juga sebagai bagian penting dalam proses validasi model optimasi.

Dengan adanya analisis sensitivitas, pengambil keputusan dapat memahami tingkat kestabilan solusi yang dihasilkan serta mengetahui batas toleransi perubahan parameter. Hal ini memungkinkan perencanaan yang lebih fleksibel dan adaptif, terutama dalam pengelolaan sumber daya seperti penentuan jumlah dosen yang optimal. Selain itu, hasil analisis sensitivitas juga dapat digunakan sebagai dasar dalam menyusun strategi alternatif apabila terjadi perubahan kondisi yang signifikan, sehingga keputusan yang diambil tetap relevan dan mampu memberikan hasil yang optimal bagi organisasi.

2.1.7. Integer *Linear Programming*

Integer Linear Programming (ILP) merupakan metode optimasi yang digunakan untuk menentukan keputusan terbaik dengan mempertimbangkan berbagai keterbatasan

yang ada, dimana variabel keputusannya harus berupa bilangan bulat (Penjadwalan Karyawan Irsyad et al., 2020). Dalam membangun model ILP, terdapat tiga komponen utama yang saling berkaitan, yaitu fungsi tujuan, variabel keputusan, dan fungsi kendala. Variabel keputusan merupakan representasi dari keputusan yang akan diambil dalam permasalahan, misalnya jumlah tenaga kerja atau jumlah dosen yang digunakan. Nilai variabel ini nantinya akan dicari agar menghasilkan solusi yang optimal. Selanjutnya, fungsi tujuan digunakan untuk menyatakan sasaran yang ingin dicapai, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Fungsi ini dirumuskan dalam bentuk persamaan linear yang melibatkan variabel keputusan. Sementara itu, fungsi kendala berfungsi sebagai batasan yang harus dipenuhi dalam proses optimasi, seperti keterbatasan sumber daya, kapasitas kerja, maupun aturan operasional yang berlaku. Semua kendala tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear.

Secara matematis, model *Integer Linear Programming* dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

$$\min Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.1)$$

Atau

$$\max Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.2)$$

Adapun penjelasan dari setiap simbol pada fungsi tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

Z = nilai fungsi tujuan yang akan dioptimalkan (maksimum atau minimum)

c_j = koefisien dari variabel keputusan ke- j yang menunjukkan kontribusi terhadap fungsi tujuan (misalnya biaya atau keuntungan)

x_j = variabel keputusan ke- j yang nilainya akan ditentukan dalam proses optimasi

$j = 1, 2, \dots, n$ = indeks variabel keputusan

n = jumlah variabel keputusan dalam model

Kendala:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \quad (\leq, =, \geq) \quad b_i \quad (2.3)$$

Adapun penjelasan dari setiap simbol pada fungsi kendala tersebut adalah sebagai berikut:

a_{ij} = koefisien variabel keputusan

x_j = variabel keputusan

b_i = batasan atau kapasitas pada kendala ke- i

$i = 1, 2, \dots, m$ = jumlah kendala

$j = 1, 2, \dots, n$ = jumlah variabel

Tanda $\leq, =, \geq$ menunjukkan jenis kendala

Integer *Linear Programming* memiliki beberapa jenis, yaitu pure *Integer Programming*, mixed integer *Linear Programming*, dan binary (0–1) programming. *Pure Integer Programming* adalah model ILP di mana seluruh variabel keputusan harus bernilai bilangan bulat. Model ini biasanya digunakan pada permasalahan yang seluruh keputusannya bersifat diskret, seperti penentuan jumlah unit, tenaga kerja, atau produk yang tidak mungkin dinyatakan dalam bentuk pecahan.

Sementara itu, *mixed integer Linear Programming* merupakan model ILP yang mengkombinasikan variabel keputusan berbentuk bilangan bulat dan variabel kontinu dalam satu model. Pada jenis ini, sebagian variabel harus bernilai integer, sedangkan variabel lainnya dapat berupa bilangan riil. Model ini banyak digunakan dalam permasalahan nyata karena seringkali terdapat parameter atau variabel yang tidak harus berupa bilangan bulat, seperti biaya, waktu, atau kapasitas.

Adapun *binary (0–1) programming* merupakan bentuk khusus dari ILP di mana variabel keputusan hanya memiliki dua kemungkinan nilai, yaitu 0 atau 1. Nilai 0 biasanya merepresentasikan kondisi tidak dipilih atau tidak dilakukan, sedangkan nilai 1 menunjukkan kondisi dipilih atau dilakukan. Model ini sering digunakan dalam permasalahan pengambilan keputusan yang bersifat ya atau tidak, seperti pemilihan proyek, penentuan lokasi, atau keputusan penugasan.

Model yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam kategori *Pure Integer Programming*, karena seluruh variabel keputusan maupun parameter yang digunakan dinyatakan dalam bentuk bilangan bulat. Variabel keputusan, seperti jumlah dosen, direpresentasikan dalam bilangan bulat, demikian pula parameter seperti biaya, kapasitas, dan kebutuhan SKS yang diasumsikan dalam satuan diskrit. Model ini digunakan untuk menentukan kombinasi optimal jumlah dosen tetap dan dosen tidak tetap dengan tetap

memenuhi seluruh kendala yang ada, sehingga solusi yang dihasilkan bersifat realistis dan sesuai dengan kondisi nyata yang tidak memungkinkan adanya nilai pecahan.

2.1.8. Branch and Bound

Metode *Branch and Bound* merupakan teknik optimasi dalam Riset Operasi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *Integer Linear Programming*, yaitu model yang mensyaratkan variabel keputusan bernilai bilangan bulat. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan solusi pecahan pada *Linear Programming*, sehingga lebih sesuai untuk permasalahan nyata seperti penentuan jumlah tenaga kerja atau penjadwalan. Konsep dasar *Branch and Bound* terdiri dari dua proses utama, yaitu *branching* (percabangan) dan *bounding* (pembatasan) (Siti et.al, 2019). Proses *branching* membagi masalah utama menjadi sub-masalah yang lebih kecil berdasarkan variabel yang belum memenuhi syarat *integer*, sedangkan *bounding* digunakan untuk menentukan batas nilai optimal dari setiap sub-masalah guna menilai kelayakan solusi.

Pada tahap awal, model integer direlaksasi menjadi *Linear Programming* untuk memperoleh solusi awal sebagai batas (*bound*). Solusi ini biasanya diperoleh tanpa mempertimbangkan syarat bilangan bulat, sehingga sering menghasilkan nilai pecahan. Jika solusi yang diperoleh sudah memenuhi syarat integer, maka solusi tersebut dapat langsung dinyatakan sebagai solusi optimal. Namun, jika masih terdapat variabel yang bernilai pecahan, maka diperlukan proses lanjutan berupa percabangan untuk mendapatkan solusi yang memenuhi syarat integer.

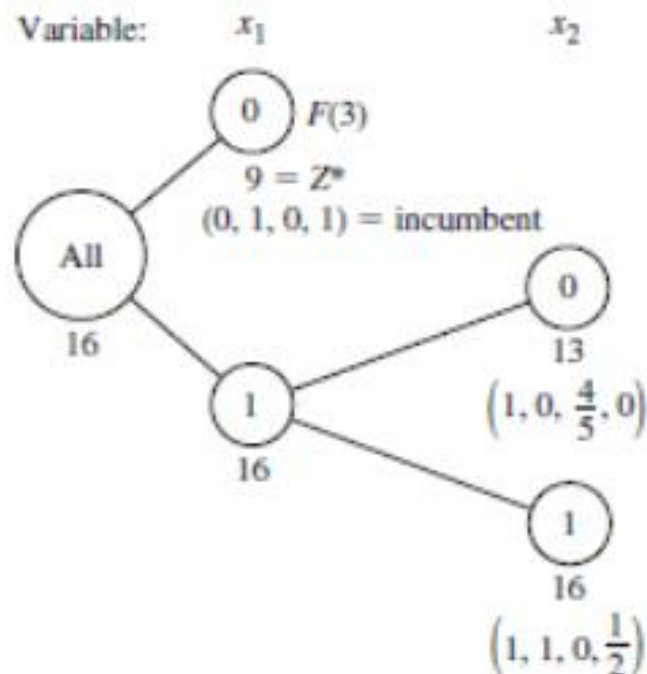
Proses *branching* dilakukan dengan memilih salah satu variabel yang memiliki nilai pecahan, kemudian membentuk dua sub-masalah baru dengan menambahkan kendala pembatas. Sub-masalah pertama menetapkan bahwa variabel tersebut lebih kecil atau sama dengan nilai pembulatan ke bawah, sedangkan sub-masalah kedua menetapkan bahwa variabel tersebut lebih besar atau sama dengan nilai pembulatan ke atas. Dengan cara ini, ruang solusi akan dibagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil dan lebih terarah, sehingga memudahkan pencarian solusi optimal yang memenuhi syarat bilangan bulat.

Selanjutnya, setiap sub-masalah yang terbentuk akan dievaluasi menggunakan proses *bounding*. Pada tahap ini, dihitung batas nilai optimal dari masing-masing sub-masalah untuk menentukan apakah solusi tersebut layak untuk dilanjutkan atau tidak. Jika

suatu sub-masalah menghasilkan nilai yang lebih buruk dibandingkan solusi terbaik yang sudah ditemukan sebelumnya, maka sub-masalah tersebut dapat dieliminasi atau tidak perlu dieksplorasi lebih lanjut (*pruning*). Sebaliknya, jika sub-masalah masih memiliki potensi menghasilkan solusi yang lebih baik, maka proses pencarian akan dilanjutkan hingga diperoleh solusi optimal yang memenuhi seluruh kendala.

Dengan demikian, metode *Branch and Bound* bekerja secara sistematis dengan cara mempersempit ruang pencarian solusi melalui proses percabangan dan pembatasan. Metode ini sangat efektif digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang melibatkan variabel diskret, karena mampu menjamin diperolehnya solusi optimal secara matematis. Dalam konteks penelitian ini, metode *Branch and Bound* menjadi penting karena digunakan untuk menyelesaikan model Integer *Linear Programming* dalam menentukan jumlah dosen yang optimal, sehingga solusi yang dihasilkan tidak hanya optimal tetapi juga sesuai dengan kondisi nyata yang mengharuskan jumlah dosen berupa bilangan bulat.

Berikut merupakan contoh gambaran metode *Branch and Bound* ini yang membuat percabangan dan membuat pembatasannya:



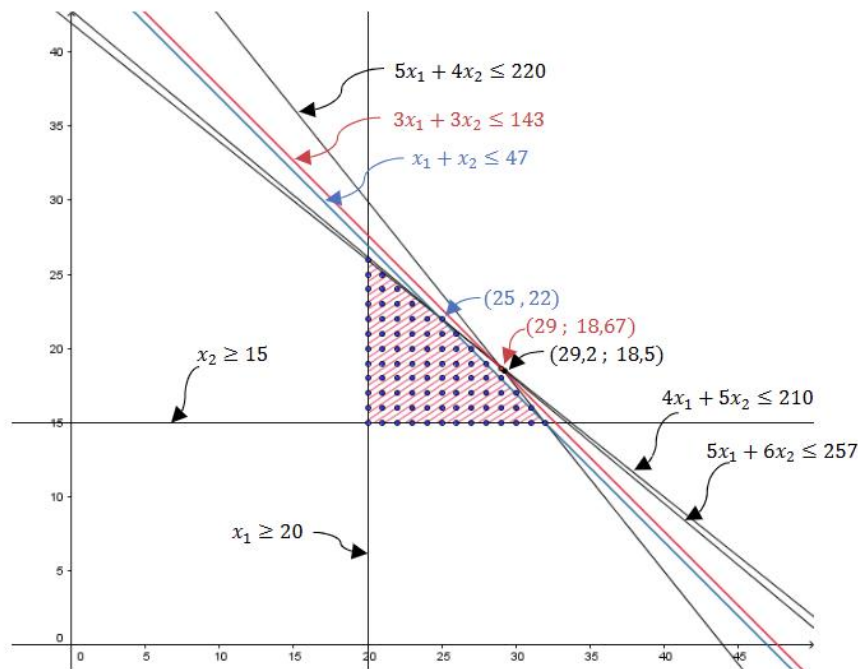
Gambar 2. 1 Gambaran Metode *Branch and Bound*

2.1.9. *Cutting Plane*

Metode *Cutting Plane* merupakan salah satu pendekatan dalam *Integer Linear Programming* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pemrograman linier dengan variabel keputusan berbentuk bilangan bulat, baik *pure integer* maupun *mixed integer* (Hasibuan & Siregar, 2023). Prinsip dasar metode ini adalah menambahkan kendala baru yang dikenal sebagai *Gomory cut* ke dalam model awal guna menghilangkan solusi yang tidak memenuhi syarat keutuhan bilangan.

Proses metode *Cutting Plane* diawali dengan menyelesaikan model *Linear Programming relaxation*, yaitu model yang mengabaikan sementara batasan bilangan bulat sehingga memungkinkan diperolehnya solusi dalam bentuk pecahan. Apabila hasil solusi menunjukkan bahwa terdapat variabel keputusan yang bernilai tidak bulat atau tidak konsisten dengan ketentuan integer, maka dilakukan pembentukan kendala tambahan (*Cutting Plane*) berdasarkan nilai pecahan tersebut. Kendala ini berfungsi untuk memotong (*cut off*) daerah solusi yang tidak layak, tanpa menghilangkan solusi optimal yang memenuhi syarat integer. Selanjutnya, model yang telah diperbarui diselesaikan kembali menggunakan metode seperti Simplex Method hingga diperoleh solusi yang seluruh variabelnya bernilai bilangan bulat.

Dalam metode *Cutting Plane*, proses penyelesaian dilakukan melalui beberapa iterasi, yaitu tahapan pengulangan penyelesaian model secara sistematis hingga diperoleh solusi yang memenuhi syarat bilangan bulat (*integer*). Pada setiap iterasi, model optimasi yang telah ditambahkan kendala baru (*Cutting Plane*) diselesaikan kembali untuk memperoleh solusi optimal yang baru. Apabila hasil penyelesaian masih menghasilkan variabel keputusan yang bernilai pecahan, maka akan dibentuk kembali kendala tambahan berdasarkan nilai pecahan tersebut. Proses ini terus dilakukan hingga seluruh variabel keputusan bernilai bilangan bulat dan tidak diperlukan lagi penambahan kendala baru. Dengan demikian, jumlah iterasi menunjukkan banyaknya proses penyempurnaan model yang dilakukan untuk mencapai solusi optimal pada permasalahan *Integer Linear Programming* (Conforti et al., 2021).



Gambar 2. 2 Contoh Grafik *Cutting Plane*

Dengan demikian, metode *Cutting Plane* bekerja secara iteratif melalui penambahan kendala baru hingga solusi optimal integer tercapai. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya menghasilkan solusi optimal secara sistematis, namun dalam penerapannya dapat memerlukan jumlah iterasi yang cukup banyak, terutama pada permasalahan dengan kompleksitas tinggi. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan sebagai pendekatan pembanding atau dikombinasikan dengan metode lain seperti *Branch and Bound* untuk meningkatkan efisiensi penyelesaian masalah optimasi.

2.2 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik optimasi dan alokasi sumber daya dirangkum dalam tabel di bawah ini guna memberikan gambaran perbandingan metode, objek penelitian, serta hasil yang diperoleh:

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terkait

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
1	(Nasien & Andi, 2022)	Optimization of Genetic Algorithm in Course Scheduling	Penelitian ini berfokus pada optimasi penjadwalan mata kuliah di perguruan tinggi dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti ketersediaan dosen, waktu perkuliahan, serta penggunaan ruang kelas	Algoritma Genetika	Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika mampu menghasilkan jadwal perkuliahan yang lebih optimal dibandingkan metode konvensional, dengan meminimalkan konflik penjadwalan serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
2	(Ak1, 2020)	University Course Timetabling Using Genetic Algorithms	Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perkuliahan yang kompleks dengan mempertimbangkan berbagai batasan, baik yang bersifat wajib (hard constraints) maupun preferensi (soft constraints)	Algoritma Genetika	Penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika efektif dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang bersifat kompleks (NP-Hard), dengan mampu menghasilkan solusi yang memenuhi sebagian besar kendala serta meningkatkan kualitas jadwal yang dihasilkan
3	(Femilia Nopianti, 2019)	Optimasi Beban Mengajar Dosen Teknik Informatika Menggunakan Algoritma Genetika	Optimasi Penentuan Beban Mengajar Dosen	Algoritma Genetika	Algoritma Genetika dapat menyelesaikan permasalahan optimasi beban mengajar dosen dengan memberikan hasil mata kuliah yang

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
					harus diampu setiap dosen dengan sesuai keminatan mayor dan minor dengan sesuai jumlah total SKS yang diampu Dosen.
4	(Putra et al., 2024)	Optimasi Penugasan Dosen Menggunakan Genetic Algorithm	Penelitian ini berfokus pada optimasi distribusi penugasan dosen ke dalam mata kuliah dengan mempertimbangkan ketersediaan dosen, kompetensi, serta batasan waktu dan ruang	Algoritma Genetika	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode algoritma genetika mampu mengoptimalkan alokasi dosen secara lebih efisien, dengan mengurangi ketidaksesuaian penugasan serta meningkatkan kesesuaian antara dosen dan mata kuliah yang diampu

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
5	(Caselli et al., 2020)	Integer Linear Programming for Tutor Allocation	Penelitian ini bertujuan untuk menentukan alokasi tenaga pengajar (tutor) ke dalam kelas secara optimal dengan mempertimbangkan kebutuhan pengajaran serta keterbatasan sumber daya yang tersedia	Integer Linear Programming	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Integer Linear Programming mampu menghasilkan alokasi tenaga pengajar yang optimal, dengan memenuhi seluruh kendala yang ada serta meningkatkan efisiensi dibandingkan metode penjadwalan manual
6	(Rappos et al., 2022)	A Mixed Integer Programming Approach for University Timetabling	Penelitian ini berfokus pada optimasi penjadwalan perkuliahan dan alokasi sumber daya di lingkungan universitas dengan mempertimban	Mixed Integer Programming	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Mixed Integer Programming mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
			gkan berbagai kendala operasional		konflik jadwal secara signifikan, serta meningkatkan efisiensi sistem penjadwalan secara keseluruhan
7	(Mahrijal et al., 2024)	Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Integer <i>Linear Programming</i> (Studi Kasus: SMA Al-Hikmah)	Penelitian ini berfokus pada penyusunan jadwal mata pelajaran di sekolah dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti ketersediaan guru, waktu, serta ruang kelas	Integer <i>Linear Programming</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Integer <i>Linear Programming</i> mampu menghasilkan jadwal yang lebih optimal dibandingkan metode manual, dengan memenuhi seluruh kendala serta menghilangkan konflik penjadwalan yang terjadi

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
8	(Wungguli & Nurwan, 2020)	Penerapan Model Integer <i>Linear Programming</i> dalam Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Secara Otomatis	Penelitian ini berfokus pada penyusunan jadwal perkuliahan secara otomatis dengan mempertimbangkan berbagai komponen seperti mata kuliah, ketersediaan ruangan, waktu perkuliahan, serta dosen pengajar, dengan tujuan meminimalkan tingkat ketidakpuasan dosen dan mahasiswa	Integer <i>Linear Programming</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Integer <i>Linear Programming</i> yang dibangun mampu menghasilkan jadwal perkuliahan yang optimal dan bebas konflik, serta memenuhi seluruh kendala yang ditetapkan. Selain itu, jadwal yang dihasilkan juga mampu mengakomodasi kebutuhan dan preferensi dosen maupun mahasiswa sehingga meningkatkan kualitas sistem penjadwalan akademik

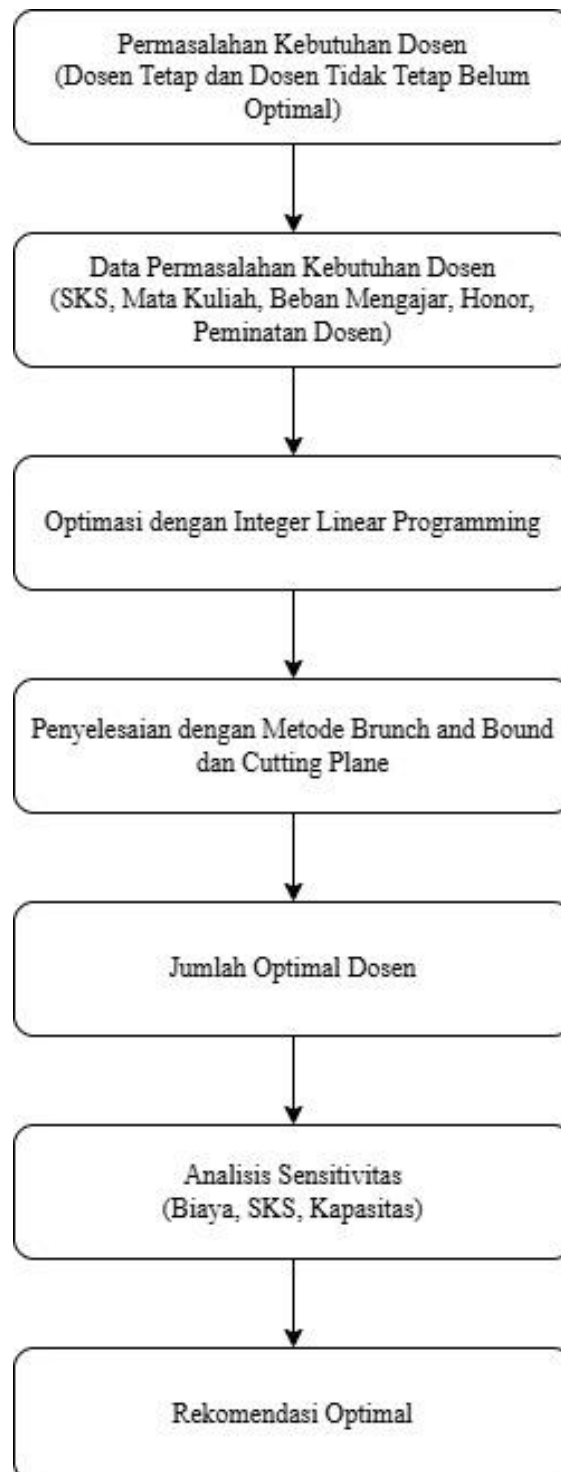
No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
9	(Permana et al., 2025)	Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Kurikulum Merdeka Menggunakan Integer <i>Linear Programming</i>	Penelitian ini berfokus pada optimasi penjadwalan mata pelajaran di sekolah menengah yang menerapkan Kurikulum Merdeka, dengan mempertimbangkan kompleksitas seperti fleksibilitas pembelajaran, integrasi mata pelajaran wajib dan pilihan, keterbatasan waktu, distribusi beban mengajar guru, serta ketersediaan ruang kelas	Integer <i>Linear Programming</i> (ILP)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ILP yang dikembangkan mampu menghasilkan jadwal yang efisien, bebas bentrok, serta mempercepat proses penjadwalan dibandingkan metode manual. Selain itu, model ini juga mampu mendukung pemerataan beban kerja guru dan memenuhi berbagai batasan operasional seperti maksimum jam belajar per hari, penjadwalan berurutan, serta

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
					ketersediaan tenaga pengajar
10	(Al Farisi et al., 2026)	Optimasi Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Pemrograman Linear: Studi Kasus Program Studi Informatika Universitas Baturaja	Penelitian ini berfokus pada optimasi penjadwalan perkuliahan dengan tujuan mengalokasikan waktu, ruang, dan dosen secara optimal, serta mengatasi permasalahan bentrok jadwal dan ketidakefisienan penggunaan ruang yang sering terjadi	Pemrograman Linear (<i>Linear Programming</i>)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pemrograman linear yang diterapkan mampu menurunkan tingkat bentrok jadwal hingga 95% serta meningkatkan efisiensi penggunaan ruang sebesar 21% dibandingkan metode manual. Selain itu,

No	Penulis	Judul	Fokus Penelitian	Metode / Pendekatan	Temuan Inti
			pada penyusunan jadwal secara manual		model ini terbukti efektif dalam mendukung sistem penjadwalan akademik yang lebih efisien, terstruktur, dan terotomatisasi

2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian ini disajikan pada gambar dibawah:



Gambar 2. 3 Kerangka Pemikiran

Penelitian mengenai optimasi jumlah tenaga kerja, khususnya dosen, telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan pendekatan *Integer Linear Programming* dalam kerangka Riset Operasi. Studi-studi terdahulu umumnya berfokus pada penentuan jumlah tenaga kerja optimal berdasarkan parameter beban kerja, kapasitas, serta biaya operasional guna mencapai efisiensi. Selain itu, beberapa penelitian juga menyoroti aspek pemerataan distribusi beban mengajar dosen. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut cenderung masih terbatas pada pendekatan kuantitatif dasar dan belum sepenuhnya mengintegrasikan variabel yang lebih kompleks, seperti karakteristik mata kuliah, peminatan dosen, serta analisis sensitivitas terhadap perubahan parameter. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian yang dapat dikembangkan, khususnya dalam menghasilkan model optimasi yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap dinamika kebutuhan pengajaran.

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini diawali dengan identifikasi permasalahan kebutuhan dosen, di mana komposisi antara dosen tetap dan dosen tidak tetap belum berada pada kondisi optimal dalam memenuhi beban pengajaran. Tahap selanjutnya adalah pengumpulan dan pengolahan data yang mencakup jumlah SKS, mata kuliah, beban mengajar, honorarium, serta peminatan dosen sebagai variabel yang memengaruhi proses pengambilan keputusan. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode *Integer Linear Programming* untuk memperoleh solusi berupa jumlah optimal dosen yang mampu memenuhi kebutuhan akademik secara efisien. Hasil optimasi selanjutnya diuji melalui analisis sensitivitas untuk mengevaluasi pengaruh perubahan parameter, seperti biaya, kapasitas, dan jumlah SKS, terhadap stabilitas solusi yang dihasilkan. Tahap akhir dari kerangka pemikiran ini adalah penyusunan rekomendasi optimal yang diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan kebutuhan dosen secara lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.