

Pendekatan Pemrograman Linear dalam Optimasi Portofolio Merumuskan Strategi Investasi Berbasis Model

Sandi Adiansyah¹, Jarot Trihardi², Fahri Emil Afandi³, Briyan Dimas Aldifa⁴, Nurul Maulani⁵

^{1,2,3,4,5}Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu

Email: ¹sandisobatbj@gmail.com ¹jarotrantau5@gmail.com ²fahrinasution808i@gmail.com ³briyandimasaldifa@gmail.com ⁴nurulmaulani@gmail.com ⁵

Abstrak Pengambilan keputusan investasi yang optimal merupakan tantangan bagi investor karena keterbatasan modal dan adanya risiko. Salah satu pendekatan kuantitatif yang dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan tersebut adalah program linear. Program linear merupakan teknik riset operasional yang digunakan untuk menentukan solusi terbaik dengan mempertimbangkan fungsi tujuan dan kendala tertentu. Artikel ini bertujuan untuk membahas konsep program linear, perannya dalam strategi investasi, serta contoh penerapannya dalam mengoptimalkan portofolio investasi. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa program linear mampu membantu investor mengalokasikan dana secara efisien dan rasional sesuai dengan tingkat risiko yang dapat diterima.

Kata Kunci: *Program Linear, Riset Operasional, Portofolio, Optimasi*

1. PENDAHULUAN

Investasi merupakan kegiatan penanaman modal yang dilakukan dengan tujuan memperoleh keuntungan di masa mendatang. Dalam praktiknya, investor dihadapkan pada berbagai pilihan instrumen investasi, seperti saham, obligasi, dan deposito, yang masing-masing memiliki karakteristik tingkat keuntungan dan risiko yang berbeda. Perbedaan tersebut menimbulkan trade-off antara return yang diharapkan dan risiko yang harus ditanggung, sehingga pengambilan keputusan investasi menjadi suatu proses yang kompleks dan membutuhkan perencanaan yang matang (Brigham & Houston, 2019).

Keterbatasan modal dan tingginya ketidakpastian pasar menuntut investor untuk menyusun strategi investasi yang optimal agar keuntungan dapat dimaksimalkan tanpa melampaui batas risiko yang dapat diterima. Pengambilan keputusan yang hanya didasarkan pada intuisi dan pengalaman subjektif berpotensi menghasilkan keputusan yang kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ilmiah yang mampu membantu investor dalam mengevaluasi berbagai alternatif investasi secara rasional dan terukur.

Riset operasional, khususnya program linear, menawarkan pendekatan kuantitatif yang sistematis dalam menyelesaikan permasalahan optimasi. Program linear merupakan metode optimasi matematika yang bertujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan dengan mempertimbangkan sejumlah kendala yang bersifat linear (Hillier & Lieberman, 2015). Dalam konteks investasi, fungsi tujuan umumnya berupa maksimalisasi keuntungan portofolio, sedangkan kendala mencakup keterbatasan modal, tingkat risiko maksimum, serta batasan proporsi alokasi dana pada setiap instrumen investasi (Sharpe, 1964).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemrograman linear banyak digunakan dalam optimasi portofolio karena mampu menangani keterbatasan sumber daya dan batasan risiko secara sistematis. Model linear programming dapat memformulasikan permasalahan investasi ke dalam fungsi tujuan dan kendala sehingga solusi optimal dapat diperoleh secara objektif dan terukur (Anagnostopoulos & Mamanis, 2010). Selain itu, pendekatan bi-objective linear programming juga memungkinkan investor mempertimbangkan lebih dari satu tujuan, seperti memaksimalkan keuntungan sekaligus meminimalkan risiko (Cont, 2001).

Penerapan pemrograman linear dalam optimasi portofolio tidak hanya terbatas pada sektor keuangan global, tetapi juga telah diterapkan pada berbagai studi kasus di pasar berkembang dan lingkungan akademik sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi (Rockafellar & Uryasev, 2000). Dengan demikian, pemanfaatan metode kuantitatif ini semakin relevan untuk mendukung keputusan investasi yang rasional, transparan, dan berbasis data.

Penerapan program linear dalam pengelolaan portofolio memungkinkan investor menentukan alokasi dana yang optimal secara objektif dan berbasis data. Pendekatan ini tidak hanya membantu mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan, tetapi juga memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antara risiko dan keuntungan. Selain itu, model program linear memungkinkan analisis berbagai skenario investasi sehingga investor dapat memilih strategi yang paling sesuai dengan tujuan keuangan dan profil risiko yang dimiliki (Render et al., 2018).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode program linear dalam mengoptimalkan alokasi portofolio investasi dengan mempertimbangkan maksimalisasi keuntungan serta keterbatasan modal dan risiko.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan penerapan metode kuantitatif sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi yang sistematis, rasional, dan dapat diterapkan secara praktis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode riset operasional, khususnya teknik program linear. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada analisis pengambilan keputusan investasi yang dilakukan melalui pemodelan matematis dan perhitungan numerik secara sistematis untuk memperoleh solusi yang optimal.

Metode riset operasional digunakan sebagai alat analisis dalam menentukan alokasi investasi yang paling menguntungkan, dengan tetap mempertimbangkan keterbatasan sumber daya modal serta tingkat risiko yang dapat ditoleransi oleh investor.

2.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi variabel keputusan, yaitu besarnya dana yang dialokasikan ke masing-masing instrumen investasi, yang terdiri atas:

- dana yang diinvestasikan pada saham,
- dana yang dialokasikan pada obligasi, dan
- dana yang ditempatkan pada deposito.

2.2 Teknik Analisis Data

Proses analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu mengidentifikasi permasalahan investasi dan tujuan optimasi, menetapkan variabel keputusan beserta fungsi tujuan dan kendala, menyusun model program linear, menyelesaikan model menggunakan pendekatan analitis atau metode optimasi sederhana, serta mengevaluasi hasil solusi untuk memperoleh alokasi investasi yang paling optimal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan linear programming efektif digunakan dalam perencanaan alokasi aset, terutama ketika variabel risiko direpresentasikan dalam bentuk linier seperti Mean Absolute Deviation (MAD) (Ehrgott et al., 2014). Selain itu, pengembangan model fuzzy linear programming juga memungkinkan integrasi unsur ketidakpastian dalam pengambilan keputusan investasi (Hillier & Lieberman, 2015).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penerapan metode kuantitatif, khususnya program linear, sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi yang sistematis dan berbasis data. Namun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan karena mengasumsikan hubungan linear antar variabel dan belum sepenuhnya mampu memasukkan faktor eksternal seperti dinamika pasar dan perilaku psikologis investor (Suharto & Nugroho, 2016). Oleh karena itu, hasil dari pemrograman linear sebaiknya digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang dikombinasikan dengan analisis kualitatif dan pertimbangan kondisi pasar terkini.

Beberapa studi juga menegaskan bahwa model pemrograman linear memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi pasar yang bersifat dinamis dan non-linear (Glover & Kochenberger, 2003). Faktor eksternal seperti fluktuasi ekonomi global, perubahan suku bunga, serta perilaku investor sulit dimodelkan secara linier (Heizer et al., 2019). Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan mengombinasikan metode linear programming dengan pendekatan optimasi lain seperti quadratic programming atau stochastic programming agar diperoleh hasil yang lebih realistis dan adaptif terhadap perubahan pasar (Sharma & Gupta, 2020).

2.3 Model Program Linear

Model program linear dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan hubungan antara variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala yang ada. Fungsi tujuan dirancang untuk memaksimalkan tingkat keuntungan investasi, sementara kendala mencakup batasan modal yang tersedia serta risiko maksimum yang diperbolehkan. Model program linear dalam invest umumnya dirumuskan sebagai berikut:

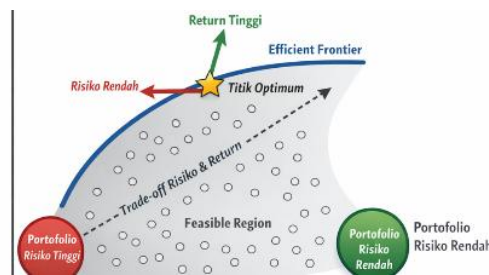
- Variabel Keputusan
 x_1, x_2, x_3 = dana yang dialokasikan pada masing-masing instrumen investasi
- Fungsi Tujuan
Memaksimalkan keuntungan: $Z = r_1x_1 + r_2x_2 + r_3x_3$
- Kendala
 1. Kendala modal $x_1 + x_2 + x_3 \leq M$

2. Kendala risiko $\sigma_1 x_1 + \sigma_2 x_2 + \sigma_3 x_3 \leq R$
3. Kendala non-negativitas $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

2.3 Hasil Analisa

Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi alokasi dana pada saham, obligasi, dan deposito dapat menghasilkan tingkat keuntungan yang optimal tanpa melampaui batas risiko yang telah ditentukan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemrograman linear efektif dalam mengoptimalkan penggunaan modal serta membantu investor menentukan strategi investasi yang efisien (Fabozzi et al., 2002). Selain itu, hasil ini juga mendukung pandangan bahwa penggunaan metode kuantitatif dapat meningkatkan kualitas keputusan keuangan dibandingkan pendekatan intuitif semata (Render et al., 2018).

Lebih lanjut, pemrograman linear memberikan manfaat berupa pengambilan keputusan yang objektif, konsisten, dan berbasis data. Namun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan karena mengasumsikan hubungan linear antar variabel dan belum sepenuhnya mampu memasukkan faktor eksternal seperti dinamika pasar dan perilaku psikologis investor (Suharto & Nugroho, 2016). Oleh karena itu, hasil dari pemrograman linear sebaiknya digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang dikombinasikan dengan analisis kualitatif dan pertimbangan kondisi pasar terkini.



Gambar 1. Tingkat Resiko

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan pemrograman linear memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan risiko ekstrem dan ketidakpastian pasar secara komprehensif. Rockafellar dan Uryasev (Render et al., 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model pemrograman linear dalam konteks investasi disusun untuk membantu investor menentukan alokasi dana yang optimal pada berbagai instrumen investasi. Dalam model ini, variabel keputusan merepresentasikan besarnya dana yang dialokasikan pada setiap instrumen, sedangkan fungsi tujuan dirancang untuk memaksimalkan tingkat keuntungan portofolio dengan tetap mempertimbangkan berbagai kendala yang ada, seperti keterbatasan modal dan batas risiko yang dapat ditoleransi (Markowitz, 1952)

Validasi hasil perhitungan manual menggunakan perangkat lunak QM for Windows bertujuan untuk memastikan konsistensi solusi optimal yang diperoleh secara komputasi, sebagaimana direkomendasikan dalam berbagai studi optimasi operasional berbasis perangkat lunak pendukung keputusan (Render & Stair, 2017).

3.1 Penerapan Pemrograman Linear

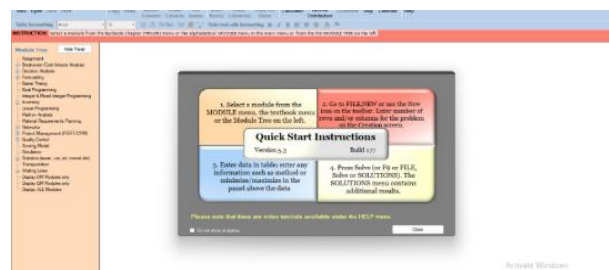
pada studi kasus investasi menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu memberikan solusi yang rasional dan terukur dalam proses pengambilan keputusan. Dengan memanfaatkan model matematis, investor dapat mengevaluasi berbagai alternatif kombinasi portofolio secara sistematis berdasarkan kontribusi keuntungan dan tingkat risiko masing-masing instrumen (Bodie et al., 2018). Pendekatan ini sejalan dengan konsep optimasi portofolio yang menekankan keseimbangan antara risiko dan return.

Table 1. Data investasi

Instrumen investasi	Variabel Keputusan	Keuntungan (%/tahun)	Risiko(skor)
Saham	X_1	15	10
Obligasi	X_2	10	6
Deposito	X_3	6	2

- Variabel Keputusan
 X_1 = proporsi dana yang diinvestasikan pada saham
 X_2 = proporsi dana yang diinvestasikan pada obligasi
 X_3 = proporsi dana yang diinvestasikan pada deposito
- Fungsi Tujuan
 Memaksimalkan keuntungan: $Z = 15x_1 + 10x_2 + 6x_3$
- Kendala
 1. Total dana investasi $x_1 + x_2 + x_3 = 1$
 2. Batas maksimum risiko (batas risiko ditetapkan sebesar 6)
 $10x_1 + 6x_2 + 2x_3 \leq 6$
 3. Kendala kebijakan investasi
 Untuk menghindari risiko tinggi, investor tidak mengalokasikan dana pada saham:
 $X_1 = 0$
 4. Kendala non-negativitas $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
- Penyelesaian eliminasi X_1
 Karena terdapat kendala $X_1 = 0$, maka variabel saham dieliminasi dari model. Dengan demikian, model disederhanakan menjadi:
Fungsi tujuan baru
 $Z = 10x_2 + 6x_3$
Kendala baru
 1. Total dana : $X_2 + X_3 = 1$
 2. Risiko : $6X_2 + 2X_3 \leq 6$
- Penentuan Solusi optimal
 Dari kendala total dana : $x_3 = 1 - x_2$
 Substitusikan ke kendala risiko :
 $6x_2 + 2(1 - x_2) \leq 6$
 $6x_2 + 2 - 2x_2 \leq 6$
 $4x_2 \leq 4$
 $x_2 \leq 1$
- Nilai fungsi tujuan(keuntungan maksimum)
 $X_2 = 1$
 $X_3 = 0$
 Maka,
 $Z = 10x_2 + 6x_3$
 $Z = 10(1) + 6(0) = 10\%$

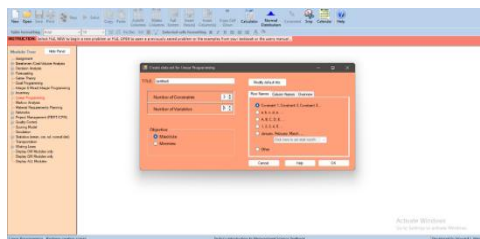
3.2 Proses Pengolahan Data Produk *Linear Programming Menggunakan POM-QM For Windows*



Gambar 2. POM-QM For windows

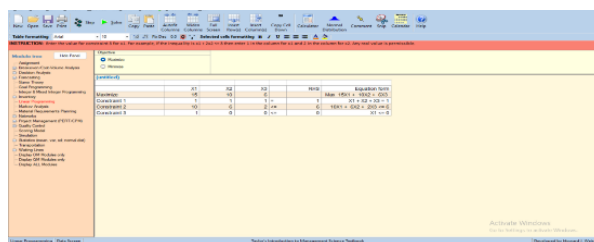
Program *POM-QM for Windows* merupakan perangkat lunak pendukung keputusan yang digunakan dalam bidang manajemen operasi untuk membantu analisis masalah kuantitatif seperti perencanaan produksi, pengendalian persediaan, dan optimasi menggunakan berbagai metode riset operasi.

perangkat lunak seperti *POM-QM for Windows* digunakan sebagai alat bantu dalam riset operasi untuk memodelkan permasalahan nyata ke dalam bentuk matematis dan menyelesaikannya dengan metode optimasi yang sesuai.



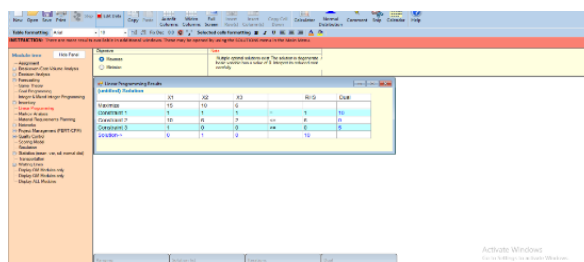
Gambar 3. POM-QM For windows

Validasi hasil perhitungan dilakukan menggunakan *QM-for windows* guna diperoleh melalui linear programming manual. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 1, Langkah awal dimulai dengan mengisi beberapa pengaturan utama, yaitu jumlah kendala (Number of Constraints), dan jumlah variabel keputusan (Number of Variables) sesuai dengan kasus yang dianalisis. Kemudian, menentukan tujuan perhitungan (Objective) dengan memilih opsi Maximize, yang berarti tujuan model adalah memaksimalkan nilai tertentu, seperti keuntungan.



Gambar 4. POM-QM For windows

Pada gambar 4. menampilkan tampilan input data Linear Programming pada QM for Windows untuk kasus optimasi portofolio investasi. Model diset Maximize, dengan fungsi tujuan $Z = 15X_1 + 10X_2 + 6X_3$. Terdapat tiga kendala, yaitu kendala total dana ($X_1 + X_2 + X_3 = 1$), kendala risiko ($10X_1 + 6X_2 + 2X_3 \leq 6$), dan kendala kebijakan investasi yang membatasi saham ($X_1 \leq 0$). Data dimasukkan dalam tabel variabel X_1 , X_2 , dan X_3 beserta nilai RHS.



Gambar 5. POM-QM For windows

Visualisasi keseluruhan menampilkan hasil penyelesaian (Solution) Linear Programming pada QM for Windows untuk model optimasi portofolio investasi. Representasi visual ini dapat dilihat pada Gambar 3, yang memperkuat konsistensi antara solusi manual dan Solusi berbantuan perangkat lunak

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Linear Programming dengan bantuan aplikasi POM-QM for Windows solusi optimal yang diperoleh adalah $X_1 = 0$, $X_2 = 1$, dan $X_3 = 0$, dengan nilai maksimum fungsi tujuan $Z = 10$. Artinya, seluruh dana dialokasikan pada obligasi, karena memberikan keuntungan optimal dengan risiko yang memenuhi batas kendala.

Manfaat

1. Membantu pengambilan keputusan secara objektif.
2. Mengoptimalkan penggunaan modal.

3. Mengendalikan risiko investasi.
4. Memberikan solusi yang sistematis dan terukur.

Keterbatasan

1. Mengasumsikan hubungan linear antar variabel.
2. Sulit memasukkan faktor eksternal seperti kondisi pasar dan psikologi investor.
3. Kurang fleksibel terhadap perubahan pasar yang dinamis.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pemrograman linear mampu memberikan solusi optimal dalam pemilihan portofolio investasi dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya dan tingkat risiko (Anagnostopoulos & Mamanis, 2010). Pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip teori portofolio modern yang menekankan keseimbangan antara risiko dan tingkat pengembalian investasi (Render & Stair, 2017).

Selain itu, penggunaan perangkat lunak QM for Windows sebagai alat bantu perhitungan mempercepat proses analisis dan meminimalkan kesalahan perhitungan manual. Pemanfaatan software optimasi dalam riset operasional telah terbukti meningkatkan akurasi dan efisiensi analisis kuantitatif (Suharto & Nugroho, 2016).

Namun demikian, beberapa penelitian juga menyoroti keterbatasan model linear dalam konteks investasi. Menurut (Luenberger, 1998) mengemukakan bahwa asumsi linearitas dalam model optimasi sering kali tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi pasar keuangan yang bersifat non-linear dan dinamis. Perubahan tingkat suku bunga, volatilitas pasar, serta ketidakpastian ekonomi global dapat memengaruhi kinerja portofolio secara signifikan, tetapi sulit diakomodasi dalam model program linear sederhana.

4. KESIMPULAN

Program linear merupakan metode kuantitatif yang efektif dalam membantu pengambilan keputusan investasi karena mampu mengoptimalkan alokasi dana pada berbagai instrumen secara sistematis. Dengan mempertimbangkan keterbatasan modal dan batas risiko, model ini memungkinkan investor memperoleh tingkat keuntungan yang maksimal sesuai dengan tujuan investasi. Hasil penerapan pada studi kasus menunjukkan bahwa kombinasi alokasi dana yang optimal dapat dicapai tanpa melampaui batas risiko yang ditetapkan, sehingga program linear dapat dijadikan sebagai alat bantu yang objektif dan terukur dalam penyusunan portofolio investasi.

Meskipun memberikan solusi optimal secara matematis, program linear memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi pasar yang bersifat dinamis dan kompleks. Asumsi hubungan linear antar variabel serta keterbatasan dalam memasukkan faktor eksternal, seperti fluktuasi pasar dan perilaku investor, menyebabkan hasil model perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Oleh karena itu, penggunaan program linear sebaiknya dikombinasikan dengan analisis lain yang bersifat kualitatif agar keputusan investasi yang diambil menjadi lebih komprehensif dan realistis.

REFERENCES

- Anagnostopoulos, K., & Mamanis, G. (2010). Portfolio Optimization with Linear Programming Models. *Journal of Computational Finance*.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2018). *Investments* (11 (ed.)). McGraw-Hill Education.
- Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2019). *Fundamentals of Financial Management* (15th ed.). Cengage Learning.
- Cont, R. (2001). Empirical Properties of Asset Returns: Stylized Facts and Statistical Issues. *Quantitative Finance*.
- Ehrgott, M., Holder, A., & Reese, J. (2014). Portfolio Optimization based on Bi-Objective Linear Programming. *European Journal of Operational Research*.
- Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *Journal of Investing*, 11(3), 7–22.
- Glover, F., & Kochenberger, G. (2003). *Handbook of Metaheuristics*. Springer.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2019). *Operations Management*. Pearson Education.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Luenberger, D. G. (1998). *Investment Science*. Oxford University Press.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.

Render, B., & Stair, R. M. (2017). *Using QM for Windows in Quantitative Analysis*. Pearson Education.

Render, B., Stair, R. M., Hanna, M. E., & Hale, T. S. (2018). *Quantitative Analysis for Management* (13th ed.). Pearson Education.

Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of Conditional Value-at-Risk. *Journal of Risk*, 2(3), 21–41.

Sharma, A., & Gupta, R. (2020). Application of Linear Programming Model in Investment Portfolio Optimization. *International Journal of Economics and Business Research*.

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.

Suharto, & Nugroho, Y. (2016). *Riset Operasional: Konsep dan Aplikasi*. Andi Offset.