

**DI KTI 2017**

**PROPOSAL  
PROGRAM HIBAH PENULISAN BUKU AJAR  
TAHUN 2017**

MANAJEMEN SAINS: Pemanfaatan Matematika untuk Optimasi Bisnis



**UBAYA**  
UNIVERSITAS SURABAYA

**SUSANA LIMANTO, S.T., M.SI (0706117203)**  
**ENDAH ASMAWATI, S.SI., M.SI. (0714057602)**  
**FITRI DWI KARTIKASARI, S.SI., M.SI. (0721107401)**

UNIVERSITAS SURABAYA

2017

## PRAKATA

Buku ajar Manajemen Sains diperuntukkan bagi mahasiswa Teknik Informatika Semester IV mata kuliah Manajemen Sains. Selain mahasiswa Teknik Informatika, buku ini dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa yang mengambil mata kuliah Penyelidikan Operasional atau *Operation Research*. Buku ini dibuat dengan tujuan memberikan pembekalan kepada mahasiswa tentang teknik-teknik kuantitatif yang berguna untuk membantu menyelesaikan masalah manajemen. Pembahasan dilakukan secara mendetail dan disertai dengan contoh-contoh dengan harapan dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi. Hal ini dilakukan karena buku teks Manajemen Sains yang telah ada tidak membahas materi dan contoh soal secara mendetail, padahal berdasarkan pengalaman mengajar selama ini mahasiswa kesulitan dalam mengidentifikasi langkah awal untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Sehingga dengan penjelasan yang mendetail diharapkan dapat mengurangi anggapan bahwa mata kuliah matematika adalah mata kuliah yang sulit dipahami. Dengan adanya contoh yang mendetail, mahasiswa dapat melihat perubahan setiap tahap penyelesaian masalah sehingga kemudahan dalam menyelesaikan soal-soal yang ada lebih terlihat.

Buku ini tersusun atas lima bagian, yaitu pengantar Manajemen Sains, Pemrograman Linier, Analisa Sensitifitas, Transportasi, dan Integer Programming. Pada materi yang pertama mahasiswa akan diajarkan mengenai langkah-langkah penyelesaian masalah. Setelah itu, akan diberikan satu contoh permasalahan dan penyelesaiannya. Pada materi yang kedua, mahasiswa akan dikenalkan dengan model permasalahan linier dan beberapa metode penyelesaiannya. Untuk menunjang mahasiswa mempelajari materi pemrograman linier diharapkan mahasiswa sudah mempunyai bekal pengetahuan mengenai operasi baris elementer. Pada materi ketiga, mahasiswa akan diajarkan cara untuk menganalisis efek perubahan parameter pada solusi optimal dari permasalahan pemrograman linier. Beberapa bentuk khusus permasalahan pemrograman linier

akan diajarkan pada materi keempat sampai kelima. Pada akhir setiap materi akan diberikan rangkuman materi dan soal-soal latihan, termasuk soal-soal aplikasi dalam permasalahan bisnis. Soal-soal ini diharapkan dapat digunakan oleh mahasiswa untuk latihan di rumah.

Untuk para pembaca, penulis mengharapkan adanya masukan-masukan atas buku ini, baik kesalahan maupun saran pengembangan sehingga dapat digunakan untuk perbaikan pada periode selanjutnya. Selain itu, kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan hingga penerbitan buku ajar ini.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Prakata.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel .....	vi
Daftar Gambar .....	xi

### **BAB 1 PENGANTAR MANAJEMEN SAINS**

1.1. Manajemen Sains.....	1
1.2. Metodologi Penyelesaian Suatu Permasalahan.....	3
1.3. Soal-soal Latihan .....	6

### **BAB 2 PEMROGRAMAN LINIER**

2.1. Model Linier Programming .....	13
2.2. Metode Penyelesaian Model Linier Programming.....	17
2.3. Model Dual .....	51
2.4. Metode Dual Simplek .....	60
2.5. Soal-soal Latihan .....	68

### **BAB 3 ANALISA SENSITIFITAS**

3.1. Pengantar Analisa Sensitifitas .....	79
3.2. Analisa Sensitifitas dengan Grafik .....	80
3.3. Analisa Sensitifitas dengan Tabel .....	88
3.4. Soal-soal Latihan .....	99

### **BAB 4 TRANSPORTASI**

4.1. Pengantar Transportasi .....	106
4.2. Metode Simplek Transportasi .....	108
4.3. Soal-soal Latihan .....	171

## **BAB 5 INTEGER PROGRAMMING**

5.1. Pengantar Integer Programming.....	175
5.2. Penyelesaian Permasalahan Integer Programming .....	177
5.2.1. Metode Grafik .....	178
5.2.2. Metode Branch and Bound .....	179
5.2.3. Metode Cutting Plane .....	230
5.2.4. Metode Enumerasi .....	236
5.3. Soal-soal Latihan .....	239
DAFTAR PUSTAKA .....	246
GLOSARIUM .....	247
INDEKS .....	251

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Format tabel simplek.....	29
Tabel 2.2 Tabel Inisialisasi .....	32
Tabel 2.3 Pemilihan baris pivot dan kolom pivot .....	33
Tabel 2.4 Hasil perhitungan baris pivot yang baru .....	33
Tabel 2.5 Hasil perhitungan iterasi 1 .....	34
Tabel 2.6 Pemilihan baris pivot dan kolom pivot pada iterasi kedua .....	35
Tabel 2.7 Hasil perhitungan baris pivot yang baru pada iterasi kedua .....	36
Tabel 2.8 Hasil perhitungan iterasi kedua.....	37
Tabel 2.9 Tabel Inisialisasi .....	39
Tabel 2.10 Tabel Hasil Iterasi Pertama.....	41
Tabel 2.11 Tabel Hasil Iterasi Kedua.....	44
Tabel 2.12 Contoh Penyelesaian Kasus Multiple Optimal Solution.....	47
Tabel 2.13 Proses Pencarian Solusi Optimal yang Lain .....	48
Tabel 2.14 Contoh Penyelesaian Kasus Infeasible Solution.....	50
Tabel 2.15 Contoh Penyelesaian Kasus Unbounded Solution .....	52
Tabel 2.16 Penyelesaian Model Primal Contoh 2.10(a) .....	57
Tabel 2.17 Penyelesaian Model Dual Contoh 2.10(b) .....	58
Tabel 2.18 Penyelesaian Model Primal Persamaan (2.9) – (2.11).....	59
Tabel 2.19 Penyelesaian Model Primal Persamaan (2.12) – (2.14).....	60
Tabel 2.20 Tabel Inisialisasi .....	63
Tabel 2.21 Pemilihan Baris Pivot dan Kolom Pivot .....	64
Tabel 2.22 Tabel Hasil Iterasi Pertama .....	65
Tabel 2.23 Tabel Hasil Iterasi Kedua.....	68
Tabel 3.1 Tabel Optimal dari Model LP Standart	88
Tabel 3.2 Tabel Optimal dari Model LP Standart dalam Bentuk Matrik.....	88
Tabel 3.3 Tabel Optimal .....	89
Tabel 3.4 Tabel Optimal Setelah Perubahan Nilai $b$ .....	91
Tabel 4.1 Bentuk Umum Tabel Transportasi	110
Tabel 4.2 Tabel Transportasi Awal.....	112

Tabel 4.3 Metode NWC – Iterasi 1 .....	113
Tabel 4.4 Metode NWC – Iterasi 2 .....	113
Tabel 4.5 Metode NWC – Iterasi 3 .....	114
Tabel 4.6 Metode NWC – Iterasi 4 .....	115
Tabel 4.7 Metode NWC – Iterasi 5 .....	115
Tabel 4.8 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 1 .....	117
Tabel 4.9 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 1 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	117
Tabel 4.10 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 2 .....	118
Tabel 4.11 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 2 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	118
Tabel 4.12 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 3 .....	119
Tabel 4.13 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 3 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	120
Tabel 4.14 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 4.1 .....	120
Tabel 4.15 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 4.2 .....	121
Tabel 4.16 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 1 .....	123
Tabel 4.17 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 1 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	124
Tabel 4.18 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 2 .....	124
Tabel 4.19 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 2 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	125
Tabel 4.20 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 3 .....	126
Tabel 4.21 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 3 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	126
Tabel 4.22 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 4.1 .....	127
Tabel 4.23 Metode <i>Vogel's Approximation</i> – Iterasi 4.2 .....	128
Tabel 4.24 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{11}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	130
Tabel 4.25 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{21}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	132
Tabel 4.26 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{22}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	133

Tabel 4.27 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{33}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	135
Tabel 4.28 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{12}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	136
Tabel 4.29 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{21}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	138
Tabel 4.30 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{22}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	139
Tabel 4.31 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{33}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	141
Tabel 4.32 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{11}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	142
Tabel 4.33 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{12}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	144
Tabel 4.34 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{22}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	145
Tabel 4.35 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{33}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	147
Tabel 4.36 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{11}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	150
Tabel 4.37 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{21}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	153
Tabel 4.38 Tabel Transportasi Awal.....	155
Tabel 4.39 Tabel Transportasi Setelah Penambahan <i>Dummy</i> Sumber .....	156
Tabel 4.40 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 1 .....	157
Tabel 4.41 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 1 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	158
Tabel 4.42 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 2 .....	158
Tabel 4.43 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 2 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	159
Tabel 4.44 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 3 .....	160
Tabel 4.45 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 3 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	160
Tabel 4.46 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 4 .....	161



Tabel 4.47 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 4 – Penetapan Sel Tidak <i>Feasible</i> .....	161
Tabel 4.48 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 5.1 .....	162
Tabel 4.49 Metode <i>Least Cost</i> – Iterasi 5.2 .....	162
Tabel 4.50 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{34}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 1.....	165
Tabel 4.51 Perubahan Tabel Transportasi Akibat Variabel $x_{13}$ Dijadikan <i>Basic Variable</i> – Iterasi 2.....	168
Tabel 5.1 Penyelesaian dari Model 1 dengan Metode Simplek	194
Tabel 5.2 Penyelesaian dari Model 2 dengan Metode Simplek	195
Tabel 5.3 Penyelesaian dari Model 3 dengan Metode Simplek	196
Tabel 5.4 Penyelesaian dari Model 4 dengan Metode Simplek	197
Tabel 5.5 Penyelesaian dari Model 5 dengan Metode Simplek	198
Tabel 5.6 Penyelesaian dari Model 1 dengan Metode Simplek	200
Tabel 5.7 Penyelesaian dari Model 2 dengan Metode Simplek	202
Tabel 5.8 Penyelesaian dari Model 3 dengan Metode Simplek	204
Tabel 5.9 Penyelesaian dari Model 1 dengan Metode Simplek	208
Tabel 5.10 Penyelesaian dari Model 2 dengan Metode Simplek	210
Tabel 5.11 Penyelesaian dari Model 3 dengan Metode Simplek	212
Tabel 5.12 Penyelesaian dari Model 4 dengan Metode Simplek	214
Tabel 5.13 Penyelesaian dari Model 5 dengan Metode Simplek	216
Tabel 5.14 Penyelesaian dari Model 6 dengan Metode Simplek	220
Tabel 5.15 Penyelesaian dari Model 7 dengan Metode Simplek	221
Tabel 5.16 Penyelesaian dari Model 8 dengan Metode Simplek	226
Tabel 5.17 Penyelesaian dari Model 9 dengan Metode Simplek	228
Tabel 5.18 Tabel Pemilihan Nilai $[Q_i]_F$ Terbesar	232
Tabel 5.19 Perubahan Tabel Setelah Penambahan <i>Gomory Constraint</i> Pertama	233
Tabel 5.20 Iterasi Pertama dari Model pada Persamaan 5.7 sampai Persamaan 5.9 dengan Metode <i>Cutting Plane</i>	234
Tabel 5.21 Tabel Pemilihan Nilai $[q_i]_F$ Terbesar – Iterasi Kedua	234
Tabel 5.22 Perubahan Tabel Setelah Penambahan <i>Gomory Constraint</i> Kedua	235

Tabel 5.23 Iterasi Kedua dari Model pada Persamaan 5.7 sampai Persamaan 5.9 dengan Metode <i>Cutting Plane</i>	236
Tabel 5.24 Semua Kombinasi yang Mungkin dari Pasangan Empat Variabel Keputusan	238

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penentuan Sumbu Koordinat.....	19
Gambar 2.2 Daerah yang memenuhi batasan nonnegatifitas $x_1 \geq 0$ .....	20
Gambar 2.3 Daerah yang memenuhi batasan nonnegatifitas $x_2 \geq 0$ .....	20
Gambar 2.4 Daerah yang memenuhi batasan nonnegatifitas $x_1 \geq 0$ dan $x_2 \geq 0$ .....	21
Gambar 2.5 Daerah yang memenuhi batasan $x_1 + 2x_2 \leq 40$ .....	21
Gambar 2.6 Daerah yang memenuhi batasan $4x_1 + 3x_2 \leq 120$ .....	22
Gambar 2.7 <i>Feasible Region</i> .....	23
Gambar 2.8 Penentuan Titik Optimal .....	24
Gambar 2.9 Contoh <i>Multiple Optimal Solution</i> .....	26
Gambar 2.10 Contoh <i>Empty Feasible Region</i> .....	26
Gambar 2.11 Contoh <i>Unbounded solution</i> .....	27
Gambar 2.12 Cara Kerja Metode Simplek.....	28
Gambar 2.13 Contoh Kasus <i>Multiple Optimal Solution</i> .....	46
Gambar 2.14 Contoh Kasus <i>Infeasible Solution</i> .....	49
Gambar 2.15 Contoh Kasus <i>Unbounded Solution</i> .....	51
Gambar 3.1 Perubahan Koefisien $x_1$ pada Fungsi Tujuan	82
Gambar 3.2 Perubahan koefisien $x_2$ pada fungsi tujuan.....	82
Gambar 3.3 Rentang Sensitivitas Koefisien $x_1$ .....	84
Gambar 3.4 Titik Optimal Baru Akibat Perubahan Jam Kerja .....	86
Gambar 3.5 Rentang Nilai Kuantitas $Q$ .....	87
Gambar 4.1 Model Transportasi	108
Gambar 4.2 Model LP dari Problem Transportasi .....	109
Gambar 4.3 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{11}$ – Iterasi 1 .....	130
Gambar 4.4 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{21}$ – Iterasi 1 .....	132
Gambar 4.5 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{22}$ – Iterasi 1 .....	133
Gambar 4.6 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{33}$ – Iterasi 1 .....	134
Gambar 4.7 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{12}$ – Iterasi 2 .....	136
Gambar 4.8 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{21}$ – Iterasi 2 .....	137
Gambar 4.9 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{22}$ – Iterasi 2 .....	139

Gambar 4.10 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{33}$ – Iterasi 2 .....	140
Gambar 4.11 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{11}$ – Iterasi 2 .....	142
Gambar 4.12 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{12}$ – Iterasi 2 .....	143
Gambar 4.13 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{22}$ – Iterasi 2 .....	145
Gambar 4.14 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{33}$ – Iterasi 2 .....	146
Gambar 4.15 Loop Tertutup untuk Sel Baris 1 Kolom 1 – Iterasi 1 .....	150
Gambar 4.16 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{21}$ – Iterasi 2 .....	153
Gambar 4.17 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{34}$ – Iterasi 1 .....	165
Gambar 4.18 Loop Tertutup untuk Variabel $x_{13}$ – Iterasi 2 .....	168
Gambar 5.1 Penyelesaian Persamaan 5.4 – Persamaan 5.6 dengan Metode Grafik .....	179
Gambar 5.2 Penyelesaian dari Model 1 .....	184
Gambar 5.3 <i>Binary Tree</i> Awal dari Penyelesaian Model 1 dengan Metode <i>Branch and Bound</i> .....	185
Gambar 5.4 Perubahan <i>Binary Tree</i> pada Gambar 5.3 Setelah Dilakukan Percabangan .....	185
Gambar 5.5 Penyelesaian dari Model 2 .....	186
Gambar 5.6 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 2 Didapatkan .....	187
Gambar 5.7 Penyelesaian dari Model 3 .....	188
Gambar 5.8 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Pencarian Solusi Optimal dari Model 3 .....	188
Gambar 5.9 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Dilakukan Percabangan atas Node 2 .....	189
Gambar 5.10 Penyelesaian dari Model 4 .....	190
Gambar 5.21 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Pencarian Solusi Optimal dari Model 4 .....	191
Gambar 5.32 Penyelesaian dari Model 5 .....	192
Gambar 5.43 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Pencarian Solusi Optimal dari Model 5 .....	193

Gambar 5.14 <i>Binary Tree</i> Awal dari Penyelesaian Model 1 dengan Metode <i>Branch and Bound</i>	201
Gambar 5.15 <i>Binary Tree</i> Setelah Percabangan yang Pertama	201
Gambar 5.5 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 2 Didapatkan	202
Gambar 5.17 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 3 Didapatkan	203
Gambar 5.18 <i>Binary Tree</i> Awal dari Penyelesaian Model 1 dengan Metode <i>Branch and Bound</i>	209
Gambar 5.69 <i>Binary Tree</i> Setelah Percabangan yang Pertama	209
Gambar 5.20 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 2 Didapatkan	210
Gambar 5.21 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 3 Didapatkan	212
Gambar 5.22 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Percabangan Node 3	213
Gambar 5.27 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 4 Didapatkan	214
Gambar 5.28 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 5 Didapatkan	215
Gambar 5.25 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Percabangan Node 4	218
Gambar 5.26 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 6 Didapatkan	219
Gambar 5.27 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 7 Didapatkan	223
Gambar 5.28 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Percabangan Node 6	224
Gambar 5.29 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 8 Didapatkan	227
Gambar 5.9 Perubahan <i>Binary Tree</i> Setelah Solusi Optimal dari Node 9 Didapatkan	230