



MATEMATIKA EKONOMI

Esensi dan Aplikasi

Muhammad Saleh Mire

MATEMATIKA EKONOMI

Esensi dan Aplikasi

Muhammad Saleh Mire



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MATEMATIKA EKONOMI

Esensi dan Aplikasi

Penulis:
Muhammad Saleh Mire

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Tahta Media

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
xiv,362, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-623-8070-56-5

Cetakan Pertama:
Desember 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Tahta Media Group
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRROHMANIRROHIM

Manfaat langsung Matematika Ekonomi adalah memberikan perhitungan secara praktis dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai ilmu terapan, menggunakan pendekatan matematika dalam menyusun suatu model matematis yang bersifat efektif dan efisien untuk menerangkan gejala ekonomi dalam dunia nyata, khususnya dalam menganalisis aktivitas ekonomi dan bisnis, baik secara mikro maupun secara makro.

Materi buku ini diberikan atau disajikan secara menyeluruh dari tingkat dasar sampai dengan tingkat pengembangan atau aplikasi, untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa dan masyarakat pada umumnya. Materi telah dilengkapi beberapa contoh setiap pembahasan dan juga beberapa latihan sehingga dengan mudah dapat dicerna oleh pembacanya. Materi berupa aplikasi dalam ekonomi dan bisnis diharapkan sedikit banyak memenuhi tuntutan masyarakat, khususnya dari kalangan mahasiswa.

Penulis senang tiasa membuka pintu selebarnya untuk menerima masukan baik berupa kritikan yang membangun maupun berupa saran perbaikan, karena penulis yakin buku ini masih belum memenuhi harapan sepenuhnya bagi masyarakat pembaca, khususnya di kalangan mahasiswa. Tapi Penulis yakin jika telah menguasai isi buku ini berarti telah memiliki dasar yang mendalam tentang matematika ekonomi dan penerapannya.

Terakhir semoga buku ini berguna untuk bangsa, negara dan agama dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada masyarakat pembaca yang cinta Ilmu Pengetahuan, khususnya Matematika Ekonomi Terapan. Aamiin Yaa Rabba 'Aalamin.

Makassar , Desember 2022

Muhammad Saleh Mire

ABJAD YUNANI

Huruf	Baca	Huruf	Baca
A α	alpha	N ν	nu
B β	beta	Ξ ξ	ksi
Γ γ	gamma	Ο ο	omicron
Δ δ	delta	Π π	pi
E ε	epsilon	Ρ ρ	rho
Z ζ	zeta	Σ σς	sigma
H η	eta	T τ	tau
Θ θ	theta	Υ υ	upsilon
I ι	iota	Φ φ	phi
K κ	kappa	X χ	chi
Λ λ	lambda	Ψ ψ	psi
M μ	mu	Ω ω	omega

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Sejarah Matematika	2
1.2. Peran dan Struktur Matematika	8
1.3. Matematika Ekonomi	14
1.4. Teori Ekonomi dan Matematika Ekonomi	16
BAB II PERSAMAAN DAN PERTIDAKSAMAAN	
2.1 Persamaan linear Satu Variabel.....	18
2.2. Bentuk Umum Persamaan Linear Satu Variabel	19
2.3. Persamaan Harga Mutlak	20
2.4. Persamaan Semu.....	21
2.5. Pertidaksamaan Linear Satu Variabel.....	22
2.6. Pertidaksamaan Harga Mutlak.....	25
2.7. Pertidaksamaan Linear Dua variabel	31
BAB III FUNGSI	
3.1. Pengertian Konstanta, variabel dan Fungsi	38
3.2. Fungsi	40
3.3. Koordinat Fungsi	40
3.4. Fungsi Identitas	41
3.5. Fungsi Linear.....	42
3.6. Fungsi Eksplisit dan Fungsi Implisit	44
3.6.1. Fungsi Eksplisit	44
3.6.2. Fungsi Implisit	45
3.7. Fungsi Invers	46
3.8. Fungsi Komposit	47
3.9. Fungsi Nonlinear	48
3.9.1. Fungsi Kuadrat	48
3.9.2. Fungsi Kubik	51
3.9.3. Fungsi Polynomial.....	51

3.9.4. Fungsi Kuasa	52
3.9.5. Fungsi Rasional	52
3.9.6. Fungsi Eksponensial	55
3.9.7. Fungsi Logaritma	57
3.10. Perpotongan antara Dua Fungsi	58
BAB IV PERSAMAAN LINEAR	
4.1. Sistem Persamaan Linear Dua Variabel	62
4.2 Hubungan antara Dua Garis Lurus	68
4.3. Persamaan Garis Lurus	69
4.4. Persamaan Garis Singgung Suatu Parabola	74
4.5. Aplikasi dalam Ekonomi dan Bisnis	76
4.5.1 Fungsi Permintaan	76
4.5.2. Fungsi Penawaran	77
4.5.3. Keseimbangan Pasar	79
4.5.4 Pengaruh Pajak Terhadap Keseimbangan Pasar	80
4.5.5. Pengaruh Subsidi Terhadap Keseimbangan Pasar	81
4.6. Elastisitas	84
4.7. Aplikasi Fungsi Linear dalam Ekonomi Makro	86
4.7.1. Keseimbangan Pendapatan Nasional	86
4.7.2. Model Determinan Pendapatan	91
4.7.3. Analisis IS dan LM	93
4.7.4. Keseimbangan Pasar Barang dan Uang	94
BAB V FUNGSI BIAYA DAN PENERIMAAN	
5.1. Fungsi Biaya	98
5.1.1. Fungsi Biaya Linear	98
5.1.2. Fungsi Biaya Kuadrat	104
5.2. Profit Maksimum	105
5.3. Fungsi Biaya Kubik	106
5.4. Minimalisasi Biaya	108
5.5. Fungsi Penerimaan	109
5.6. Titik Impas	113
5.7. Safety Margin	116
BAB VI EXPONENSIAL DAN LOGARITMA	
6.1. Fungsi Eksponensial	120
6.2. Fungsi Logaritma	123

6.3. Logaritma Natural	126
6.4. Aplikasi Fungsi Eksponensial dalam Ekonomi dan Bisnis	129
6.5. Kurva Gompertz	132
BAB VII DIFERENSIAL	
7.1. Limit	137
7.1.1. Limit Kiri dan Limit Kanan	140
7.1.2. Rumus-rumus Limit.....	141
7.2. Diferensial	143
7.2.1. Diferensial Quotient	143
7.2.2. Diferensial Fungsi Aljabar.....	145
7.3. Diferensial Fungsi Logaritma	150
7.3.1. Diferensial Fungsi Logaritma	150
7.3.2. Diferensial Fungsi Logaritma Berantai	151
7.4. Diferensial Fungsi Exponential	152
7.5. Diferensial dari Fungsi Implisit.....	153
7.6. Marginal	154
7.7. Hubungan Elastisitas dan Diferensial	155
BAB VIII OPTIMASI SATU VARIABEL BEBAS	
8.1. Kontinuitas	161
8.2. Ekstrem Relatif.....	161
8.3. Titik Stasioner	163
8.4. Titik Belok.....	163
8.5. Aplikasi Optimalisasi dalam Ekonomi dan Bisnis	167
8.5.1. Maksimalisasi Total pendapatan	167
8.5.2. Maksimalisasi Keuntungan.....	168
8.5.3. Maksimalisasi Produksi dan Produksi Marginal	170
8.6. Hubungan TR, TC dan Profit Maksimum	172
BAB IX TURUNAN PARSIAL	
9.1. Pendahuluan	180
9.2. Fungsi Dua Variabel Bebas	181
9.3. Diferensial Total.....	184
9.4. Turunan Parsial Fungsi Implisit	187
9.5. Aplikasi Turunan Parsial	188
9.6. Optimasi Fungsi Dua Variabel Bebas	194

BAB X OPTIMALISASI FUNGSI MULTIVARIAT

10.1. Nilai Ekstrem Suatu Fungsi	199
10.2. Optimalisasi tanpa Kendala	200
10.3. Optimalisasi dengan Kendala	205
10.3.1. Metode Substitusi	206
10.3.2. Metode Lagrange	206

BAB XI BARISAN DAN DERET

11.1. Pendahuluan	214
11.2. Barisan dan Deret Aritmetika	215
11.2.1. Barisan Aritmetika	215
11.2.2. Deret Aritmetika	216
11.3. Baris dan Deret Ukur	218
11.3.1. Baris Ukur	218
11.3.2. Deret Ukur	219
11.4. Penerapan Barisan dan Deret	221
11.5. Teori Nilai Uang	223
11.6. Pertumbuhan Penduduk	226

BAB XII STUDI KELAYAKAN

12.1. Net present Value	232
12.2. Internal Rate of Return	234
12.3. Payback Period	235
12.4. Net Benefit - Cost ratio	238
12.5. Break Event Point (BEP)	239
12.6. Return of Investment	240
12.7. Analisis Sensitivitas	241

BAB XIII MATRIKS

13.1. Pendahuluan	244
13.2. Operasi Dalam Matriks	244
13.2.1. Penjumlahan Matriks	245
13.2.2. Perkalian Matrix	245
13.3. Transpose Matriks	247
13.4. Determinan Matriks	248
13.4.1. Determinan dengan Ekspansi Kofaktor	248
13.4.2. Mencari determinan dengan cara Sarrus	250
13.5. Matriks Invers	250

13.6. Matriks Diagonal	255
13.7. Matriks Identitas	256
13.8. Matriks Segitiga	256
13.9. Matriks Simetris	258
13.10. Rank Matriks	260
13.11. Nilai Eigen dan Vektor Eigen.....	263
BAB XIV SYSTEM PERSAMAAN LINEAR	
14.1. Bentuk Umum	269
14.2. Penulisan dalam Bentuk Matriks.....	269
14.3. Eliminasi Gauss	271
14.4. Bebas Linier Dan Tak-bebas Linier Vektor-vektor	276
14.5. Aplikasi Sistem Persamaan Linear	277
BAB XV INTEGRAL	
15.1. Integral Tak Tentu	282
15.2. Integral Tertentu	286
15.3. Luas Daerah Bidang	287
15.4. Aplikasi Integral pada Ekonomi dan Bisnis	291
15.4.1. Surplus Konsumen.....	291
15.4.2. Surplus Produsen	294
15.4.3. Surplus Total	301
BAB XVI PERSMAAN DIFERENSIAL	
16.1. Persamaan Diferensial Biasa dan Ordernya	304
16.2. Persamaan Diferensial Parsial	304
16.2.1. Metode Pemisahan Variabel.....	306
16.2.2. Metode Substitusi	307
16.3. Aplikasi Persamaan Diferensial.....	308
16.3.1. Pertumbuhan Tak Terbatas	308
16.3.2. Pertumbuhan Terbatas	310
16.3.3. Tingkat pertumbuhan Proporsional	312
16.3.4. Dinamika Populasi	314
BAB XVII PROGRAM LINEAR	
17.1. Ciri Program Linear.....	320
17.2. Penyelesaian Program Linear.....	322
17.2.1. Metode Grafik	322
17.2.2. Metode Simpleks	324

17.3. Analisis Dual 329

17.4. Analisis Sensitivitas..... 332

BAB XVIII ANALISIS INPUT-OUTPUT

18.1. Konsep Dasar dan Asumsi..... 338

18.2. Kerangka Analisis 339

18.3. Direct Effect and Indirect Effect 343

18.4. Input-output Tertutup 353

18.5. Multipliers 355

REFERENSI 361

PROFIL PENULIS..... 362

DAFTAR TABEL

1. Tabel Nilai Elastisitas	157
2. Optimalisasi Fungsi Dua Variabel Bebas	194
3. Data Proyek A	233
4. Hasil Perhitungan NPV Proyek A	233
5. Hasil Analisis sensitivitas dengan Metode Switching Value	242
6. Model Program Linear dalam Bentuk Tabel	325
7. Penentuan Kolom dan Angka Kunci	326
8. Tabel Awal Program Linear dengan Metode Simpleks	327
9. Hubungan Dual dan Primal	331
10. Transaksi Input-output dengan n Sektor Ekonomi	343
11. Contoh 6 Putaran dalam Proses Multiplier	347
12. Tabel 18. 3. Data Input-output Tiga Sektor	349
13. Model Input-output Tertutup	356

DAFTAR GAMBAR

1. Fungsi dan Relasi	38
2. Pembagian Fungsi dalam Matematika	39
3. Gambar Koordinat A dan B.....	41
4. Fungsi Identitas	42
5. Slop m.....	42
6. Grafik Fungsi $y = 2x + 1$	43
7. Grafik Parabola Fungsi Kuadrat	44
8. Grafik Beberapa Tipe Fungsi	50
9. Grafik suatu Fungsi Rasional	51
10. Grafik fungsi $y = 5 \log x$	58
11. Grafik fungsi $y = \log x$, $y = \ln x$, $y = e^x$ dan $y = x$	58
12. Grafik perpotongan dua fungsi	57
13. Perpotongan Dua Garis Lurus	67
14. Perpotongan Dua Fungsi Konstan	69
15. Persamaan Garis Lurus Melalui Dua Titik.....	70
16. Persamaan Garis Lurus Melalui satu Titik dengan Gradien m.....	70
17. Fungsi Permintaan	76
18. Fungsi Penawaran	78
19. Keseimbangan Pasar	79
20. Elastisitas	84
21. Keseimbangan Pendapatan Nasional	87
22. Keseimbangan Pasar Barang dan Uang	95
23. Hubungan antara Output dan Beberapa Jenis Biaya.....	100
24. Profit Maksimum	106
25. Kurva MC, AC, AVC dan AFC	107
26. Kurva Total Cost dengan minimum $Q = 2$	109
26. Grafik Fungsi Penerimaan	110
27. Grafik Fungsi Penerimaan ($30Q - \frac{1}{2} Q^2$)	111
28. Grafik TR maksimum $Q=1000$	113
29. Grafik Break Event Pont	114
30. Grafik Break Event Pont dan Safety Margin	117
31. Grafik fungsi $y = 2^x$ dan $y = (3/2)^x$	121

32. Grafik fungsi logaritma $y = {}^n \log x$, untuk beberapa nilai n	126
33. Grafik $y = \ln(x)$ dan $y = e^x$	127
34. Asimtot fungsi $y = \ln(x)$ dan $y = \ln(x+1)$	128
35. Transformasi suatu Fungsi	128
36. Kurva Gompertz dengan dua Tipenya	133
37. Grafik Definisi Limit	138
38. Tingkat Pembayaran dan Volume Air	139
39. Fungsi $f(x)$ 3 Interval	140
40. Differential Quotient	144
41. Kurva $y=f(x)$ dan titik titik kritis	162
42. Titik Maksimum, Minimum dan Titik Belok	163
43. Titik Puncak suatu Fungsi Kuadrat Terbuka ke atas	166
44. Titik Puncak suatu Fungsi Kuadrat Terbuka ke bawah	167
45. Maksimalisasi Suatu Fungsi Produksi Kubik	172
46. Pendekatan Total untuk Output Maksimum	173
47. Turunan Parsial Geometris	180
48. Turunan Diferensial Total Geometris	185
49. Grafik Fungsi Dengan Dua Variabel Bebas	199
50. Beberapa Bagian Kecil suatu Luasan	287
51. Luas di atas Sumbu X	288
52. Luas di bawah Sumbu X	289
53. Luas Daerah I +II	289
54. Luas Daerah di bawah kurva $y = x^2$	289
55. Luas Daerah diantara kurva $y = x^2$ dan $y = 2x$	290
56. Surplus Konsumen	292
57. Surplus Produsen	295
58. Fungsi Pertumbuhan tak Terbatas	309
59. Fungsi Pertumbuhan Terbatas	311
60. Persentase Grafik 1	323
61. Persentase Grafik 2	329
62. Persentase Grafik 3	334

BAB I

PENDAHULUAN

Matematika adalah ilmu yang membahas tentang ilmu kuantitas, struktur, ruang dan ilmu hitung sehingga merupakan ilmu berfikir dan bernalar. Matematika yang penuh dengan perhitungan sangat membantu dalam kehidupan manusia karena dengan perhitungan dengan matematika akan diperoleh hasil perhitungan yang tepat, cepat dan akurat. Peranan matematika dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan satu kesatuan integral karena pengembangan ilmu-ilmu lain, misalnya Fisika, Biologi dan Telematika tidak dapat berjalan apalagi berkembang tanpa bantuan matematika. Dengan demikian tidak berlebihan jika matematika dikatakan induk Ilmu pengetahuan. Dengan mempelajari matematika secara konsisten akan membawa manusia yang penuh perhitungan yang teliti, cermat dan akurat sehingga dapat menentukan langkah masa kini dan masa mendatang. Manfaat langsung mempelajari matematika adalah manusia diantar untuk berfikir secara logis, sistematis, ilmiah dengan menggunakan logika sehingga dapat meningkatkan daya kreativitas manusia.

Bagi pelajar dan mahasiswa sering ada dari sebagian mereka menggagap bahwa matematika adalah pelajaran yang sulit dan menjadi momok mereka, pada hal jika mereka sadar dan berfikir secara mendalam tentu akan mendapatkan penjelasan bahwa matematika bukan termasuk ilmu yang sulit, karena setiap hari bahkan setiap saat manusia menggunakannya untuk membantu menyusun rencana, melaksanakannya dan penentuan prediksi di masa datang tentang keadaan, pekerjaan dalam keadaan atau suasana yang mendukung atau menjadi penghalang bagi pekerjaannya. Manfaat langsung matematika adalah melakukan kegiatan perhitungan, misalnya dalam perdagangan, bisnis dan usaha yang memerlukan perhitungan yang cermat dan matang. Dalam perdagangan misalnya tentu dibutuhkan perhitungan yang cermat besaran modal yang diperlukan untuk jual beli dan investasi, karena kegiatan ini jelas merupakan tujuan pokok dari

seorang pengusaha yaitu mencapai laba termasuk laba maksimum atau biaya minimum, yang didalamnya tercakup biaya modal dan pendapatan. Dengan demikian dapat dikemukakan pentingnya matematika dalam kehidupan manusia antara lain: 1). Matematika adalah salah satu set alat yang memudahkan penurunan dan penjelasan terperinci dari teori-teori ekonomi 2). Matematika sangat berguna untuk menjelaskan argument verbal ke dalam bentuk ringkas dan konsisten, terutama bagi teori-teori yang rumit yang sulit dilakukan dengan analisis variabel dan 3). Matematika dapat menjelaskan hubungan antara dua atau lebih variabel ekonomi yang telah dapat dilakukan dengan analisis grafis atau ilmu ukur geometris (Quondt, R.E, 1958:4).

Disiplin utama dalam matematika didasarkan pada kebutuhan perhitungan dalam perdagangan, pengukuran tanah dan memprediksi peristiwa dalam astronomi. Ketiga kebutuhan ini secara umum berkaitan dengan ketiga pembagian umum bidang matematika: studi tentang struktur, ruang dan perubahan (Wikipedia, 2002). Matematika adalah disiplin ilmu yang tertua dari semua ilmu di muka bumi ini. Orang-orang pada masa kuno yang masih tergolong primitif sering menggunakan matematika untuk mempertahankan dan melanjutkan kehidupannya, seperti bagaimana cara berburu yang cepat dan tepat dengan hasil yang diinginkan. Demikian pula mereka membagi waktu dalam sehari dengan melihat matahari di langit dan bulan serta bintang di malam hari. Demikian pentingnya matematika sehingga seorang tidak bisa lepas dalam kehidupannya, dan semakin maju manusia dalam kehidupannya, ilmu ini terus memberikan sumbangan yang berharga dalam khasanah ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan budaya.

1.1. SEJARAH MATEMATIKA

Kata "matematika" berasal dari kata μάθημα(*máthema*) dalam bahasa Yunani yang diartikan sebagai "sains, ilmu pengetahuan, atau belajar" juga μαθηματικός (*mathematikós*) yang diartikan sebagai "suka belajar". Matematika mengalami perkembangan sejak awal mula berupa tulisan matematika terkuno adalah *plimton* 332 (matematika Babilonia sekitar 1900 SM), lembaran matematika Rhind (Matematika Mesir, 2000-1800 SM) dan kembangan matematika Moskwa (Matematika Mesir 1890 SM) yang ketiganya berkaitan atau membahas teorema Pythagoras yang menjadi

pengembang matematika tertua yang tersebar luas setelah Ilmu Aritmetika Dasar dan Geometri (Wikipedia, 2022).

Matematika Babilonia yang berkaitan dengan matematika yang dikembangkan oleh bangsa Mesir dan Mesopotamia yang sekarang dikenal dengan Iraq telah memberikan dasar untuk pengembangan matematika saat ini dan di masa mendatang baik matematika itu sendiri maupun penggunaan atau aplikasinya. Perkembangan dan pengembangan serta penggunaan matematika selanjutnya dapat dilihat dari hasil karya orang terdahulu, misalnya di Mesir kuno dengan peninggalan piramida dan Romawi kuno dengan Colosseum yang diperkirakan dibangun pada tahun 800 SM. Demikian juga misalnya kaum Tsamud, umat nabi Saleh, yang disebutkan dalam Al-Quran, hidup sekitar pada abad VIII SM, membuat istana atau rumah dan lainnya di lembah Rum atau lembah Petra di Yordania, bangunan peninggalan dari batu pahatan, atau tebing gunung batu, yang indah dan telah menggunakan bentuk-bentuk geometris yang simetris yang merupakan percampuran gaya Surya, Mesir, Yunani, Romawi atau lainnya karena merupakan salah satu kota tempat bertemunya para pedagang pada waktu itu. Tentu semua hasil karya ini ada berkat perhitungan matematis yang mudah, tepat, cermat dan efisien, juga memiliki nilai arsitektur yang tinggi, oleh sebab itu wajarlah jika menjadi salah satu peninggalan arkeologi terkemuka di dunia, dimana situs ini termasuk warisan dunia (world heritage), bahkan termasuk salah satu The new Seven wonder of the World.

Orang-orang Mesir zaman dahulu telah mengetahui bahwa sebuah segitiga yang panjang sisinya 3, 4, dan 5 adalah suatu segitiga siku-siku, walaupun mereka belum dapat membuktikannya. Kenyataan ini digunakan mereka sebagai dasar pengukuran dan penyelidikan selanjutnya di Yunani. Di Yunani inilah diketahui bahwa pusat perkembangan filsafat dan ilmu di masa kuno, dimana lahir pemikir-pemikir brilian pada masa sebelum masehi atau masa kuno. Thales (624-550 SM) seorang matematikawan pertama yang mencetuskan teorema atau proposisi. Landasan matematika sebagai ilmu terapan rupanya sudah diletakkan oleh Thales sebelum muncul Pythagoras yang menemukan bilangan.

Pythagoras (hidup sekitar 570 -495 SM), seorang filsuf Yunani kuno, menemukan rumus Pythagoras yang dikenal dengan teorema Pythagoras. Teori ini dijelaskan sebagai berikut: Pada setiap segi tiga siku-siku, $c^2 = a^2 +$

b^2 dimana a = panjang sisi tegak, b = panjang sisi datar (alas), c = panjang hipotenusa. Pasangan sisi-sisi 3, 4, dan 5 yang membentuk segitiga siku-siku disebut triple Pythagoras. Selanjutnya Ecluides (325-265 SM) menemukan teori bilangan dan geometri. Pokok bahasannya adalah bentuk-bentuk, teorema Pythagoras, persamaan dalam aljabar, lingkaran, tangen, geometri ruang dan sebagainya dengan menggunakan alat temuannya antara lain mistar dan jangka. Di masa ini perkembangan filsafat termasuk ilmu di Yunani mencapai puncaknya pada waktu itu, ditandai dengan munculnya ahli-ahli filosof seperti Plato dan Aristoteles. Pada masa ini ilmu pengetahuan termasuk matematika mengalami perkembangan yang luar biasa karena pada masa ini sudah diletakkan dasar-dasar ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu lagi ahli matematika kuno adalah Archimedes (287-212SM) yang dapat mengaplikasikan prinsip fisika dan matematika, yang juga menemukan perhitungan π (phi) dalam menentukan luas lingkaran. Archimedes merupakan salah satu ahli matematika terbesar pada zamannya dan bahkan sepanjang masa. Disebutkan ada tiga karya Archimedes yang membahas geometri bidang datar, yaitu pengukuran lingkaran, kuadrat dari parabola dan spiral. (Slideshare.net/Restun Rahayu1/perkembvangan-sejarah-matematika-75536120).

Perkembangan matematika yang mengesankan selanjutnya dilakukan oleh orang Muslim dimana lahir beberapa pemikir bahkan penemu Ilmu di bidang matematika. Di sini disebutkan, bapak Matematikawan Muslim adalah Al-Khawariszmi merupakan penemu angka nol, walaupun ada pendapat yang menyebutkan bahwa penemunya adalah orang India. Ide-ide brilian dari matematikawan India selanjutnya dipelajari oleh matematikawan Muslim dan Arab. Hal ini terjadi pada tahap-tahap awal ketika matematikawan Al-Khawarizmi meneliti sistem perhitungan Hindu (India) yang menggambarkan sistem nilai tempat dari bilangan yang melibatkan bilangan 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9.

Al-Khawarizmi dari Uzbekistan 780 M dan di Bagdad 850 M. dapat menempatkan atau menggunakan angka nol (seperti sekarang, 0), katakanlah lingkaran kecil, sebuah bilangan yang sangat penting itu. Sehingga wajar Bapak Matematikawan ini yang memberikan kontribusi dalam Matematika Modern, dikenal sebagai Bapak Aljabar Modern. Konsep bilangan nol telah berkembang sejak zaman Babilonia dan Yunani kuno, yang pada saat itu

diartikan sebagai ketiadaan dari sesuatu. Konsep bilangan nol dan sifat-sifatnya terus berkembang dari waktu ke waktu. Hingga pada abad ke-7, Brahmagupta seorang matematikawan India memperkenalkan beberapa sifat bilangan nol. Sifat-sifatnya adalah suatu bilangan bila dijumlahkan dengan nol adalah tetap, demikian pula sebuah bilangan bila dikalikan dengan nol akan menjadi nol. Tetapi, Brahmagupta menemui kesulitan, dan cenderung ke arah yang salah, ketika berhadapan dengan pembagian oleh bilangan nol. Hal ini terus menjadi topik penelitian pada saat itu, bahkan sampai 200 tahun kemudian. Misalnya tahun 830, Mahavira (India) mempertegas hasil-hasil Brahmagupta, dan bahkan menyatakan bahwa "sebuah bilangan dibagi oleh nol adalah tetap". Tentu saja ini suatu kesalahan fatal. Tetapi, hal ini tetap harus sangat dihargai untuk ukuran saat itu. Al-Khawarizmi adalah yang pertama kali memperkenalkan penggunaan bilangan nol sebagai nilai tempat dalam basis sepuluh. Sistem ini disebut sebagai sistem bilangan desimal.

Selain Al-Khawarizmi masih ada beberapa tokoh muslim bidang Matematika di sini disebutkan, antara lain Abu Wafa Al-Buzjani yang dikenal sebagai ahli astronomi dan pengembang ilmu ukur (trigonometri), orang yang pertama yang mengajukan rumus penting dalam Trigonometri, salah satu rumusnya yang dirintis adalah $\cos c = \cos a \cos b$. Selain dari pada itu juga dikenal misalnya, Omar Khayyam adalah seorang polymath, ahli filsafat, astronomi dan penyair yang dalam matematika menulis satu risalah penting pada aljabar yang ditulis sebelum zaman modern, yaitu, *Treatise on Demarcation of Problem of Algebra*, mencakup geometrik untuk memecahkan persamaan kubik dan masih banyak lagi Ahli matematika Muslim yang memberikan jasa dalam perkembangan matematika.

Perkembangan matematika di Eropa adalah berkat sumbangan dari pemikiran Muslim, walaupun asal mulanya dari Yunani, terutama dari Thales (624-456 SM) dan Euclid (sekitar 300 SM). Buku pengantar Aljabar Al-Khawarizmi yang berjudul *Al-Kitab al-Mukhtasar fi hisaab al-Jabr wa'l-muqaabala* atau ***The Compendious Book on Calculation by Completion and Balancing***. Dengan buku ini dipelajari, memberikan inspirasi pengetahuan dasar untuk ilmuwan orang Eropa sehingga perkembangan matematika di Eropa bermula pada abad ke-12 dilanjutkan dengan munculnya Leonardo Fibonacci pada abad ke-13 dengan Buku "Liber Abaci" pada tahun 1202 yang berisi dengan problema-problema yang menggunakan

lambang Hindu-Arab, lebih memfokuskan pada aritmetika dari pada geometri. Dengan demikian terdapat deret yang dui kenal deret angka Fibonacci, yang mana suku-suku merupakan penjumlahan dua angka sebelumnya. Sebagian besar isi buku ini adalah penggunaan sistem bilangan Arab bahkan menyatakan bahwa sistem bilangan Arab lebih sederhana dan lebih efisien dibandingkan dengan sistem bilangan Romawi.

Matematika di Eropa berkembang dengan pesat, setelah runtuhnya kerajaan Romawi Timur Byzantium dengan ibukota Konstantinopel oleh Turki Usmani pada tahun 29 Mei 1453, dimana pada sebelumnya dunia barat dilanda keterpurukan dalam ilmu pengetahuan, sehingga disebut zaman kegelapan (dark age) yang berlangsung cukup lama, yaitu sekitar 1000 tahun. Setelah terjadi kekalahan tersebut, banyak orang Romawi termasuk Ilmuwan mengungsi ke Italia yang tentu membawa budaya, seni dan ilmu pengetahuan. Dalam peristiwa ini dunia Barat mendapat berkah, yakni berhubungan langsung dengan ilmuwan Yunani dan Romawi yang bersumber dari pemberi atau pentransfer langsung ilmu pengetahuan. Peristiwa ini memberikan dampak positif yang luar biasa tentang perkembangan ilmu pengetahuan di Barat dengan bangkitnya barat dari zaman kegelapan menuju zaman Renaisans yaitu kurun waktu dari abad ke-14 sampai abad ke-17, yaitu masa antara abad pertengahan dan abad modern. Pada masa ini, muncullah pemikir-pemikir utama di Barat, terutama Rene Descartes (1596-1650) dari Perancis (di samping sebagai seorang filsuf atau ahli filsafat, dia juga seorang ahli matematika, dimana pemikiran-pemikirannya memberikan sumbangan berupa beberapa perubahan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan. Di bidang matematika misalnya telah memberikan konsep dasar matematika. Descartes tercatat menekuni bidang matematika adalah Geometri. Salah satu penemuannya yang sangat fundamental dalam matematika adalah ditemukannya sistem koordinat kartesius (Cartesian Coordinate). Selain dari pada penemuannya sistem koordinat, juga menemukan geometri analitis, yang gagasannya mengaitkan antara aljabar dan kalkulus yang mempengaruhi perkembangan kalkulus modern.

Pada masa abad pertengahan atau masa renaissans ini, muncul pula ahli matematika berkebangsaan Italia, Gerolamo Cardano (1501-1570) yang memberikan dasar ditemukannya teori probabilitas (probability theory) yang mendasari beberapa ilmu, seperti Statistika dan Ekonometrika. Dari dasar

inilah, teori peluang dipopulerkan oleh seorang berkebangsaan Prancis yang bernama Blaise Pascal (1623-1662) dan dikembangkan lagi oleh orang Prancis bernama Pierre de Fermat (1607-1665) pada abad 17. Selanjutnya Seorang ahli matematika yang sangat besar jasanya dalam ilmu pengetahuan terutama ilmu berhitung adalah John Napier penemu logaritma dan mengubah bentuk perkalian menjadi penjumlahan disebut juga Tulang Napier (Napier's Bone). Dari Logaritma ini yang berbasis 10 (log) ditemukan lagi logaritma natural (ln) dengan bilangan pokok adalah e, dimana $e = 2,71828.....$ (tidak berhenti). Selain dari semua ahli yang tersebut, tidak berlebihan jika disebutkan bahwa ilmuwan yang paling besar pengaruhnya atau jasanya tentang perkembangan ilmu pengetahuan adalah Newton (1642-1726), merupakan seorang polymath, ahli Fisika, Matematika, astronomi, filsuf alam, ahli kimia dan juga teolog, diakui sebagai seorang ilmuwan yang berpengaruh sepanjang masa. Selanjutnya pada Abad ke-17 dan ke-18, ahli matematika Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), berkebangsaan Jerman, menemukan bilangan biner (1 dan 0), bilangan yang sangat diperlukan dalam komputasi komputer dan bahkan di berbagai ilmu, misalnya Ilmu sosial, termasuk Ekonometrika, dimana bilangan biner bisa dijadikan sebagai lambang variabel kualitatif, seperti jenis kelamin. Baik Newton maupun Leibniz keduanya menemukan diferensial atau Kalkulus. Sehingga kedua tokoh diberikan penghargaan, penghargaan kalkulus pertama diberikan kepada Newton dan penghargaan penerbit kalkulus pertama diberikan kepada Leibniz, dimana memberikan notasi diferensial " $\frac{dy}{dx}$ " dan integral dengan simbol " $\int$ ".

Leonhard Euler (1707-1783), bangsa Swiss, muncul sebagai seorang matematikawan ulung dan unggulan pada abad ke-18 dan merupakan salah satu Matematikawan terhebat yang pernah ada, dimana melakukan penemuan penting dalam berbagai ilmu: Matematika, Euler menemukan teori Graf dan Kalkulus; Fisika, menemukan keseimbangan Euler dalam hidrodinamika. Dari Euler muncul banyak sekali konsep atau terminologi dalam matematika, seperti rumus Euler, metode Euler, bilangan Euler, sirkuit Euler, graf Euler, teorema Euler dan lintasan Euler. Semua konsep matematika ini adalah hasil karya atau penemuan Euler, sehingga tidak berlebihan jika dikatakan bahwa

seorang Ilmuwan paling produktif selain Newton. Selain seorang matematikawan, Euler juga ahli fisika, astronomy, geografi ahli logika dan juga seorang insinyur. Selanjutnya pada abad ke-19 seorang ahli matematika yang bernama John Carl Friedrich Gauss (1777-1855), atau ditulis Gauss saja, adalah salah satu matematikawan yang memiliki banyak kontribusi dalam cabang ilmu matematika, berkontribusi besar dalam teori bilangan, aljabar, geometri, statistik serta ilmu lainnya, dipandang sebagai matematikawan terbesar setelah Newton. Gauss mempelajari secara mendalam bilangan prima, sehingga menemukan pola apapun dalam bilangan ini. Penemuan yang paling mengesankan adalah Gauss membebaskan matematikawan dari kepercayaan bahwa aksioma Euclid dengan penemuannya dengan Geometri non-Euclid. Salah satu penemuannya yang sangat berguna dalam statistik adalah fungsi distribusi Gauss atau fungsi distribusi normal yang berbentuk lonceng dan juga metode kuadrat terkecil diikuti dengan metode maksimum likelihood yang diperkenalkan oleh Fisher pada tahun 1922.

1.2. PERAN DAN STRUKTUR MATEMATIKA

Disebutkan dalam Wikipedia (2022) bahwa pelajaran tentang struktur dimulai dengan bilangan, pertama dan yang sangat umum adalah bilangan natural dan bilangan bulat dan operasi aritmetikanya, yang semuanya itu dijabarkan dalam aljabar dasar. Sifat bilangan bulat yang lebih mendalam dipelajari dalam teori bilangan. Investigasi metode-metode untuk memecahkan persamaan matematika dipelajari dalam aljabar abstrak, yang antara lain, mempelajari tentang ring dan field, struktur yang menggeneralisasi sifat-sifat yang umumnya dimiliki bilangan. Konsep vektor, digeneralisasi menjadi vektor ruang dipelajari dalam aljabar linier, yang termasuk dalam dua cabang: struktur dan ruang. Ilmu tentang ruang berawal dari geometri, yaitu geometri Euclid dan trigonometri dari ruang tiga dimensi (yang juga dapat diterapkan ke dimensi lainnya), kemudian belakangan juga digeneralisasi ke geometri Non-Euclid yang memainkan peran sentral dalam teori relativitas umum. Beberapa permasalahan rumit tentang konstruksi kompas dan penggaris akhirnya diselesaikan dalam teori Galois, suatu teori yang pada intinya memecahkan persamaan polynomial tingkat tinggi.

Bidang ilmu modern tentang geometri diferensial dan geometri aljabar menggeneralisasikan geometri ke beberapa arah: geometri diferensial

menekankan pada konsep fungsi, buntelan, derivatif, smoothness dan arah, sementara dalam geometri aljabar, objek-objek geometris digambarkan dalam bentuk sekumpulan persamaan polynomial. Teori grup mempelajari konsep simetri secara abstrak dan menyediakan kaitan antara studi ruang dan struktur. Topologi menghubungkan studi ruang dengan studi perubahan dengan berfokus pada konsep kontinuitas. Mengerti dan mendeskripsikan perubahan pada kuantitas yang dapat dihitung adalah suatu yang biasa dalam ilmu pengetahuan alam, dan kalkulus dibangun sebagai alat untuk tujuan tersebut. Konsep utama yang digunakan untuk menjelaskan perubahan variabel adalah fungsi. Banyak permasalahan yang berujung secara alamiah kepada hubungan antara kuantitas dan laju perubahannya, dan metode untuk memecahkan masalah ini adalah topik dari persamaan diferensial. Untuk merepresentasikan kuantitas yang kontinu digunakanlah bilangan riil, dan studi mendetail dari sifat-sifatnya dan sifat fungsi nilai riil dikenal sebagai analisis riil. Untuk beberapa alasan, amat tepat untuk menyamaratakan bilangan kompleks yang dipelajari dalam analisis kompleks. Analisis fungsional memfokuskan perhatian pada (secara khas dimensi tak terbatas) ruang fungsi, meletakkan dasar untuk mekanika kuantum di antara banyak hal lainnya. Banyak fenomena di alam bisa dideskripsikan dengan sistem dinamis dan teori chaos (kekacauan) menghadapi fakta yang banyak dari sistem-sistem itu belum memperlihatkan jalan ketentuan yang tak dapat diperkirakan. Agar menjelaskan dan menyelidiki dasar matematika, bidang teori pasti, logika matematika dan teori model dikembangkan. Saat pertama kali komputer disusun, beberapa konsep teori yang penting dibentuk oleh matematikawan, menimbulkan bidang teori komputabilitas, teori kompleksitas komputasional, teori informasi dan teori informasi algoritme. Kini banyak pertanyaan-pertanyaan itu diselidiki dalam ilmu komputer teoretis. Matematika diskret ialah nama umum untuk bidang-bidang penggunaan matematika dalam ilmu komputer (Tr1atm1, 2010).

Matematika memberikan dasar yang fundamental kepada semua ilmu, khususnya ilmu-ilmu alamiah (nature) sehingga perkembangannya juga terus berlangsung sesuai kebutuhan manusia untuk selalu bekerja dengan cepat, efisien dan efektif yang merupakan keharusan dalam abad teknologi digital dewasa ini.

Alfabet Yunani

Alfabet Yunani adalah sebuah abjad terdiri 24 huruf yang telah digunakan untuk menuliskan bahasa Yunani sejak abad ke-8 SM. Alfabet Yunani merupakan alfabet tertua yang masih digunakan sampai sekarang, dan bahkan identik dengan simbol matematika. Sebagai contoh huruf Yunani yang merupakan operator sumasi (operator summation) Summation Operator

$\sum$ misalnya yang biasa dipakai $\sum_{i=1}^n Y_i = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots Y_n$

dan perkalian $\prod_{i=1}^n X_i = X_1 X_2 \dots X_n$ tentu masih ada 22 huruf lainnya yang juga digunakan sebagai simbol dalam Matematika dan Fisika pada umumnya.

Lambang bilangan

Disebut juga "sistem numeris hindu-arab". Dikatakan hindu-arab, karena yang mula-mula menggunakan lambing-lambang itu adalah orang-orang hindu di India terutama pada masa kekuasaan raja Asoka. Masanya pada kira-kira tahun 900 M. Kemudian oleh orang arab disempurnakan dan disebarkan sampai Eropa. Sebelum mencapai kesempurnaannya, lambang hindu-arab ini mengalami perubahan dari masa ke masa. Misalnya: lambang hindu-arab yang dipergunakan di Spanyol pada akhir abad ke-10. Di abad sekarang lambang ini disempurnakan lagi seperti yang pergunakan manusia sampai saat ini.

Lambang bilangan romawi atau "sistem numeris romawi". Lambang bilangan romawi sudah ada sejak 260 tahun sebelum masehi. Sistem ini juga mengalami perubahan dari masa ke masa, dimana dewasa ini dikenal I=1, V=5, X=10, L=50, C= 100, D=500 dan M=1000. Selanjutnya angka-angka ini dapat dikombinasikan sehingga menunjukkan bilangan tertentu seperti IX= 9 dan sebagainya. Demikian pula angka yang menunjukkan lebih dari atau sama dengan 5000 (≥ 5000) digunakan garis di atas angka yang sudah ada dikalikan dengan , seribu, misalnya angka Romawi $\overline{C}$ menunjukkan angka 100.000, $\overline{D}$ berarti 500.000 dan sebagainya. Dalam bahasa Indonesia sistem

numerus Romawi di gunakan untuk menunjukkan tingkatan, seperti Bab III, menunjukkan bab yang ketiga.

Trigonometri

Dahulu disebut ilmu ukur segitiga atau ilmu ukur sudut atau goniometri. Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu: “trigonon” berarti segitiga dan “metron” berarti ukuran. Menurut asalnya trigonometri cabang dari ilmu yang mencoba menyelidiki gerak benda-benda angkasa seperti matahari, bulan, dan bintang-bintang termasuk menghitung/memperkirakan posisinya. Dalam usaha menggunakan trigonometri sebagai dasar penyelidikan dan perhitungan dikenal dua tokoh astronomi bangsa Yunani bernama Hipparchus dari Nicaea (abad ke – 2 SM) dan Claudius Ptolemy (abad ke – 2 SM). Pada perkembangannya selama hamper 2000 tahun trigonometri banyak digunakan dalam bidang-bidang astronomi, navigasi, dan penyelidikan–penyelidikan lainnya. Pada saat ini trigonometri bukan hanya studi tentang segitiga dan sudut-sudut, tetapi juga merupakan cabang dari matematika modern yang membahas tentang sirkulasi dan fungsinya.

Ukuran

Satuan ukuran yang dikenal atau digunakan dahulu adalah sederhana, antara lain dengan menggunakan bagian dari tubuh kita sebagai satuannya. Misalnya hasta, sejengkal, sedepa, sekaki, atau selangkah untuk ukuran panjang. Dikenal pula satuan-satuan : segenggam, secangkir, sebatok, setakar, sekeranjang, dan sebagainya untuk ukuran isi. Satuan-satuan seperti itu dinamakan satuan-satuan asli. Satuan-satuan asli ini tentu saja tidak sama bagi setiap orang. Sedepa pada orang berbadan pendek tentu tidak sama dengan sedepa dengan orang yang berbadan tinggi. Perbedaan-perbedaan itu sering menimbulkan kesulitan dan kesalahpahaman, terutama dalam perdagangan. Untuk menghindarkan hal ini orang mulai memikirkan perlunya membuat satuan ukuran yang sama bagi setiap orang di dalam negara atau antar negara. Maka diciptakanlah satuan baku yang berlaku di seluruh dunia. Sejak tahun 1960 digunakan cahaya isotop krypton -86 berwarna jingga untuk menetapkan satuan ukuran panjang baku. Panjang satu meter ditetapkan sama dengan

1.650. 763, 73 kali panjang gelombang cahaya krypton. Inilah yang disebut dengan meter standar (meter baku).

Satuan massa (bobot) dipakai kilogram baku. Untuk 1 kilogram baku ditetapkan sama dengan 1 liter air murni yang suhunya 40° celcius. Untuk jam waktu, Sullivan bersama timnya menciptakan jam atom, setiap satu bulan sekali. Sejak tahun 1967 untuk satuan waktu dipergunakan getaran atom tertentu sebagai berikut: satu detik sama dengan waktu yang diperlukan sebuah atom cesium berkisar antara dua level terendah, yaitu melakukan getaran sebanyak 9.192. 631.770 kali.

Satuan-satuan meter, kilogram, dan detik (sekon) disebut system MKS (system meter, kilogram, dan sekon), sedangkan satuan-satuan ukuran lainnya yang lebih kecil/besar diturunkan dari system MKS ini. Misalnya dikenal system CGS (sentimeter, gram, dan sekon). System satuan merupakan kesepakatan diantara negara-negara di dunia dinamakan system satuan Internasional, disingkat “SI”. Menurut SI satuan-satuan itu terdiri dari 3 macam satuan: 1). Satuan dasar 2). Satuan tambahan dan 3). Satuan turunan. Satuan dasar adalah satuan yang merupakan dasar dari satuan-satuan suatu besaran yang dapat diturunkan menjadi satuan turunan (Pasal 1 huruf g UU Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal), Demikian juga satuan lain dapat dilihat pada UU ini.

Urutan pengerjaan

Sekolah-sekolah di Indonesia pada zaman belanda dahulu mempergunakan cara pengerjaan berhitung yang di kenal dengan rumus MVDWOA, singkatan dari: machsverheffing, vermanigvuldiging, Delling, Worteltrekking, Optelling, Aftrekking. Dalam bahasa Indonesia berarti pangkat, kali, bagi, akar, tambah, kurang. Bagi murid sekolah rendah (SD sekarang) yang tidak diberi pelajaran pangkat dan akar, rumus diatas menjadi kali, bagi, tambah, kurang. Di jawa terkenal dengan rumus KAPING PORO LAN SUDO. Maksud dari rumus tersebut adalah urutan pengerjaan mana yang harus didahulukan. Dengan kata lain, kali lebih kuat dari pada bagi, bagi lebih kuat dari pada tambah, dan tambah lebih kuat dari pada kurang. Dengan rumus tersebut penyelesaian Mengurang adalah kebalikan dari menjumlah. Oleh karena itu, baik mengurang maupun menjumlah mempunyai kedudukan yang sederajat. Membagi adalah kebalikan dari mengalikan dan arena itu

pula kedudukannya sama tinggi (sederajat). Ketentuan ini tidak menjelaskan tentang mana yang paling penting dan harus di dahulukan. Akan tetapi di dalam praktik telah di rumuskan bahwa perkalian/pembagian adalah lebih dahulu dari pada menjumlah/mengurang. Rumus inilah yang di pakai dalam pengerjaan berhitung di sekolah-sekolah di Indonesia sampai pada akhir tahun 1971. jadi menurut rumus di atas penyelesaian kalimat 100: 2 + 5 x 2 adalah $50 + 10 = 60$ (Harahap, 1998).

Di beberapa negara di dunia terutama negara-negara di Eropa dan Amerika, termasuk Inggris dan Australia berlaku perjanjian sebagai berikut:

- Pertama : bila suatu kalimat hanya memuat jumlah dan kurang saja, maka penyelesaiannya dilakukan berurut dari kiri ke kanan.
- Kedua : Bila kalimat itu memuat perkalian dan pembagian saja, maka penyelesaiannya di lakukan berurut dari kiri ke kanan.
- Ketiga : bila kalimat itu memuat perkalian dan pembagian bersama-sama dengan penjumlahan dan pengurangan, maka penyelesaiannya dilakukan dengan cara mengerjakan perkalian dan pembagian terlebih dahulu.

Di Indonesia sejak tahun 1971 sampai saat ini ada perjanjian bahwa apabila tidak ada tanda kurung, maka mana yang dahulu harus didahulukan.

Jadi, penyelesaiannya : $2 \times 4 \times 5 - 15 : 3 = 40 - 15 : 3 = 25 : 3 = 8\frac{1}{3}$

Apabila dikehendaki kali dan bagi didahulukan, maka kalimatnya harus : $(2 \times 3 \times 4) - (15 : 3)$ penyelesaiannya: $40 - 5 = 35$

Diantara berbagai kepentingan Matematika dapat disebutkan sebagai berikut:

Matematika:

1. Matematika merupakan dasar utama untuk mempelajari berbagai cabang Ilmu, baik ilmu sosial maupun ilmu alam.
2. Matematika adalah salah satu set alat yang dapat digunakan untuk membentuk suatu model matematis yang diturunkan dari permasalahan ekonomi sosial
3. Matematika sangat berguna untuk menjelaskan argument verbal ke dalam bentuk ringkas dan konsisten, terutama bagi teori-teori yang rumit yang sulit dilakukan dengan analisis verbal

4. Membantu dalam penemuan dan pengembangan dari berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi

Pada umumnya matematika dapat digolongkan menjadi dua kelompok besar, yaitu matematika murni dan matematika terapan. Matematika murni adalah matematika yang sepenuhnya termotivasi dari logika dan juga seni, sehingga matematika jenis ini tidak perlu penerapan dalam kehidupan nyata, seperti misalnya dalam industri atau pertanian. Sebaliknya bidang-bidang penting dalam matematika terapan ialah statistik, yang menggunakan teori probabilitas sebagai alat dan memberikan deskripsi itu, analisis dan perkiraan fenomena dan digunakan dalam seluruh ilmu. Statistik sangat banyak digunakan dalam berbagai ilmu karena dapat digunakan untuk menguji hipotesis (statistik inferensial) dari berbagai cabang ilmu dengan menggunakan model matematis. Selain dari pada itu statistik juga digunakan pada berbagai macam survei, karena ilmu ini dapat menerangkan dan menjelaskan suatu masalah atau variabel sebagaimana kondisinya (statistik deskriptif).

1.3. MATEMATIKA EKONOMI

Matematika Ekonomi termasuk matematika terapan adalah suatu ilmu yang dengan menggunakan pendekatan matematika dalam menyusun suatu model matematis yang bersifat efektif dan efisien untuk menerangkan gejala ekonomi dalam dunia nyata, khususnya dalam menganalisis aktivitas ekonomi suatu baik individu (micro) maupun secara kelompok (makro). Matematika Ekonomi secara mikro memberikan penjelasan perilaku ekonomi baik produsen maupun konsumen, sehingga peranannya dalam produksi, distribusi dan konsumsi telah meletakkan dasar-dasar pokok dalam perhitungan maksimalisasi keuntungan atau minimalisasi biaya produksi. Selanjutnya Matematika Ekonomi dalam Ekonomi Makro memberikan penjelasan yang ringkas tepat dan mendalam. melalui model-model matematis yang konstruktif. Sebagai contoh model pasar barang dan pasar uang (model IS dan LM) dan selanjutnya dikembangkan lagi model keseimbangan umum atau CGE yang mengintegrasikan ekonomi mikro dan ekonomi makro.

Fungsi konsumsi linear yang dikemukakan oleh Keynes untuk menjelaskan hubungan antara konsumsi dan pendapatan menggambarkan

hubungan atau pengaruh pendapatan terhadap konsumsi secara proporsional. Hubungan ini menggunakan simbol matematika yang ringkas dan padat, yakni memberikan pengertian yang luas dan mendalam sehingga mudah dan cepat dipahami hubungan antara kedua konsep penting tersebut dalam ekonomi makro di dunia nyata. Model fungsi konsumsi Keynes ini adalah model linear sederhana karena variabel yang digunakan hanya dua, yang satu variabel bebas dan yang satu variabel lainnya adalah variabel terikat. Hal ini juga menunjukkan kesederhanaan masalah yang diungkap dalam ekonomi, tetapi banyak peneliti menjadikannya sebagai Grand Theory dalam penelitian ekonomi mengenai konsumsi dan pendapatan. Beda halnya dengan masalah yang rumit, misalnya terjadinya peningkatan kemiskinan dan pengangguran yang bersamaan, maka untuk membuat modelnya tidak saja variabel kemiskinan dan pengangguran yang harus masuk dalam model tetapi seluruh faktor penentu kemiskinan dan pengangguran turut menjadi variabel utama, selain dari pada itu dapat juga masuk variabel inflasi, pertumbuhan ekonomi dan sebagainya. Namun demikian masalah yang rumit ini, matematika dapat memberikan model yang sederhana sehingga mudah dicerna atau dipahami oleh masyarakat atau kelompok yang berkepentingan. Jadi kerumitan permasalahan dalam ekonomi dapat digambarkan dengan model matematis yang tepat dan sederhana, seperti pengangguran dan kemiskinan yang dapat dilihat secara sederhana dengan memperhatikan hubungan kemiskinan dengan pengangguran dengan dua variabel saja. Selain dari pada itu kerumitan permasalahan tentu dapat juga dijelaskan dengan model matematis yang rumit juga dengan memasukkan banyak variabel yang dipandang perlu dalam suatu permasalahan ekonomi.

Matematika Ekonomi bukan termasuk bagian dari pada ilmu ekonomi, tetapi sangat melekat dengannya, karena dalam menganalisis ilmu-ilmu ekonomi tidak bisa terlepas dari logika berfikir baik dalam teori maupun dalam praktik. Jadi merupakan suatu pendekatan terhadap analisis ekonomi, baik mikro maupun makro, atau berbagai cabang dari ilmu ekonomi. Berbagai materi dalam matematika dapat diterapkan ke dalam kasus-kasus ekonomi, seperti diferensial atau kebalikannya integral yang banyak digunakan dalam permasalahan utama dalam ilmu ekonomi, yaitu kelangkaan. Dengan menggunakan prinsip kelangkaan maka seseorang akan selalu memaksimalkan kepuasannya dalam mengkonsumsi

barang dan jasa. Demikian juga masalah biaya, yang selalu ingin ditekan dalam proses produksi agar dicapai hasil yang maksimum juga. Kedua motif ini bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan. Persoalan maksimalisasi dan minimalisasi inilah yang merupakan dasar dalam ekonomi yang dapat dipecah persoalannya dengan kalkulus diferensial. Demikian pula dalam menggambarkan atau memvisualisasikan keadaan atau masalah ekonomi dalam bentuk yang mudah dicerna dapat dilakukan dengan bantuan geometris, terutama dalam mempresentasikan atau menjelaskan masalah ekonomi dengan grafik, seperti kurva permintaan dan penawaran.

Penggunaan matematika dalam ekonomi telah membawa suatu kemudahan atau keuntungan berupa:

1. Penyederhanaan permasalahan ekonomi, seperti penggunaan grafik atau gambar.
2. Pemecahan masalah ekonomi secara cepat dan akurat
3. Pengungkapan masalah ekonomi secara kuantitatif sehingga mudah diterangkan dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.
4. Sangat penting dalam mencapai motif dan prinsip dalam ekonomi, melalui proses maksimalisasi dan minimalisasi.

1.4. TEORI EKONOMI DAN MATEMATIKA EKONOMI

Ilmu Ekonomi merupakan bagian dari pada ilmu sosial yang pada umumnya menggunakan pendekatan matematis dalam menggambarkan dan menerangkan atau menjelaskan aktivitas manusia dalam kehidupannya. Ilmu Ekonomi ini berkembang dengan cepat karena adanya teori-teori yang memberikan dasar dan pola pikir untuk menjelaskan peristiwa yang menyangkut kepentingan hidup manusia secara ekonomis. Teori biasanya menggunakan hubungan antara dua variabel atau lebih untuk menjelaskan dan meramal kejadian baik masa kini maupun di masa datang. Sebagai contoh teori ekonomi produksi Cobb-Douglas menjelaskan hubungan atau pengaruh modal dan tenaga kerja terhadap tingkat produksi. Dari sini terlihat dengan jelas peranan teori yang membantu untuk menjelaskan secara matematis dalam menentukan tingkat produksi. Dalam fungsi ini sebagai fungsi asal ada dua variabel yaitu modal dan tenaga kerja dan juga teknologi, yang biasa konstan ataupun berubah. Selanjutnya dalam fungsi ini juga terdapat elastisitas produksi baik untuk kapital maupun untuk tenaga kerja yang

menjadi parameter dalam fungsi tersebut. Parameter adalah ukuran yang digunakan untuk menjelaskan besar- kecilnya hubungan antara variabel yang biasa juga disebut koefisien.

Salah satu manfaat yang dapat diterima secara meluas adalah kemampuan model matematis untuk menjelaskan hubungan antara variabel baik yang bersifat kuantitatif maupun bersifat kualitatif, artinya model kuantitatif dapat ditransformasikan ke dalam bentuk kualitatif demikian pula sebaliknya. Sebagai contoh dalam manajemen adalah hubungan antara motivasi dan kinerja ekonomi, dari teori Maslow, yang menjelaskan tingkat kepuasan atau motivasi yang menjadi motif untuk memotivasi manusia untuk bekerja. Selain dari pada itu juga dikenal dalam ekonomi makro adalah motif memegang uang yang dikemukakan oleh Keynes. Ini teori mengandung variabel kualitatif yang dapat ditransformasikan kepada variabel kuantitatif, tergantung kecenderungan atau tujuan atau jenis analisis atau penelitian yang dilakukan. Motivasi misalnya memiliki indikator sebagai variabel yang menjelaskan variabel laten tersebut, dinamakan juga variabel pengakuran, jadi motivasi diukur dengan beberapa indikator yang selanjutnya variabel laten motivasi ini dapat dihubungkan dengan variabel kinerja karyawan yang juga berfungsi sebagai variabel laten yang diukur dengan beberapa indikator baik yang berasal dari teori maupun hasil penelitian secara empiris. Selain dari pada itu, teori atau model yang sangat umum digunakan adalah teori kependudukan oleh Maltos yang dapat dijelaskan dengan fungsi matematika yaitu fungsi eksponensial. Tidak hanya itu model Malthus, pada awalnya dijelaskan secara matematis dengan menggunakan deret ukur sementara pangan dijelaskan dengan menggunakan deret hitung.

Teori juga sebagai dasar untuk berkembangnya model-model yang lain seperti model atau fungsi logistik yang dapat menjelaskan pertumbuhan atau penduduk dengan batas-batas tertentu. Jadi jelas bahwa teori ekonomi dan matematika ekonomi merupakan dua konsep yang tak terpisahkan, Teori dapat berkembang melalui penelitian dengan menggunakan model matematika ekonomi dan matematika ekonomi digunakan sebagai model untuk mengkaji, menguji, mereview, menjelaskan dan mengembangkan teori ekonomi.

REFERENSI

- Assauri, Sofyan. 1983. Matematika Ekonomi. RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Chiang, Alpha. C. 1984. Fundamental Methods of Mathematical Economics. McGraw-Hill International Book Company. London
- Dervitsiotis, Kostas N. 1984. Operation Management. McGraw-Hill International Book Company. Auckland
- Dowling, Edward T. 2001. Theory and Problems of Introduction to Mathematical Economics. Schaum's Outline Series. McGraw-Hill.. New York San Francisco Washington, D.C. Auckland.
- Harahap, ST. Negoro B. 1998. Ensiklopedi Matematika. Ghalia Indonesia
- Hidayat, Wahyu dan Karseno. A.R. 1986. Matematika Ekonomi III. Karunika, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Irawan, Judith Felicia Pattiwaei. 1983. Matematika Ekonomi. Salemba Empat. Jakarta.
- Jacques, Ian. 2018. Mathematics for Economics and Business. Pearson Education Limited. England, London.
- Kuncoro, Mudrajad. 2001. Metode Kuantitatif. Teori dan Aplikasi untuk Bisnis dan Ekonomi. UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Minnesota Implan Group. 2004. Implan Profesional, Social Accounting and Impact Analysis Software. Minnesota IMPLANT Group. Inc. 1725 Tower Drive West, USA.
- Nurgoro, Yulianto. dkk. 2014. Matematika Ekonomi dan Bisnis. RajaGrafindo Persada. Jakarta.

Ross, Sheldon M. 2011. An Elementary Introduction to Mathematical Finance. Cambridge University Press 1999, New York

Rosser, Mike. 2003. Basic Mathematics for Economists. Routledge Taylor & Francis Groups, New York

Sampson, M. 2001. An Intriduction to Mathematical Economics, Part 1. Loglinear Publishing. Concordia University, Canada.

INTERNET:

(Slideshare.net/Restun Rahayu1/perkemvbangan-sejarah-matematika75536120).

Tr1atm1, 2010). Sejarah Martematika.

<https://tr14tm1.wordpress.com/2010/11/02/sejarah-matematika/>

Geometrical Interpretation of Total Derivatives

<https://byjus.com/maths/total-derivative/>

PROFIL PENULIS



Prof. Dr. Muhammad Saleh, MS.

Lahir di Sabila, 3 Pebruari 1957. Beliau lulus Sarjana (S1) pada Jurusan Matematika Tahun 1987 di Ujung Pandang, lulus Program Magister Sains (S2) pada Jurusan PPW Tahun 1990 di Ujung Pandang, dan Program Doktor pada Jurusan Ekonomi Pembangunan Tahun 2002 di Bandung. Sekarang ini beliau merupakan Dosen Tetap Program Studi Ekonomi Pembangunan, Jurusan Ilmu Ekonomi, Universitas Mulawarman, dan sekaligus Dosen Guru Besar (Prof.) yang telah diraihnya pada Tahun 2009.



CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamediagroup
Telp/WA : +62 813 5346 4169

ISBN 978-623-8070-56-5



9 786238 070565