



# PERAN MATEMATIKA DALAM PEMBANGUNAN SDM

**Tema Seminar:** Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam Memajukan Kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) Guna Membangun Bangsa



**W I D O D O**

**Departemen Matematika FMIPA  
Universitas Gadjah Mada**  
Email: [widodo\\_math@ugm.ac.id](mailto:widodo_math@ugm.ac.id),  
[widodomathugm@gmail.com](mailto:widodomathugm@gmail.com)

**Disampaikan Sebagai Makalah Utama Pada:  
SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN  
PENDIDIKAN MATEMATIKA XXVI  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
17 Februari 2018**

Widodo Math FMIPA UGM

1

## RIWAYAT SINGKAT PEKERJAAN

No	Tahun	Nama Jabatan
1	1989-Skrng	Dosen Tetap Departemen Matematika FMIPA UGM
2	2003-2005	Ketua Program Studi S1 Matematika FMIPA UGM
3	2005-2011	Ketua Jurusan Matematika FMIPA UGM
4	2006-2012	Ketua/Pengelola Program Studi S2/S3 Matematika FMIPA UGM
5	1997-2001	Ketua Wilayah IndoMS DIY-Jateng
6	2006-2008	<i>Vice President of the Indonesian Mathematical Society (IndoMS)</i>
7	2008-2012	<i>President of the Indonesian Mathematical Society (IndoMS)</i>
9	2008-2012	<i>Member of South East Asian Mathematics Council</i>
10	2015-2016	<i>Vice President Governing Board SEAMEO (Southeast Asia Ministers of Education Organisation)-RECSAM (Regional Centre for Education in Science and Mathematics)</i>
11	2012-2014	<i>Member Governing Board SEAMEO-RECSAM</i>
12	18-11-2011 s/d 9-11-2015	<b>Kepala PPPPTK (Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan) Bidang Matematika KEMDIKBUD (Struktural Eselon II). Kembali ke FMIPA UGM 9 Nopember 2015.</b>

Publikasi di jurnal Internasional: 26 terdiri dari

- 17 di Scopus dan
- 9 non-Scopus.

Scopus h-index:3,Citations:19

9  
S.  
Sinta Score

Google Scholar Citations

	All	Since 2012
Citations	76	44
h-index	5	4
i10-index	1	1

Widodo Math FMIPA UGM

2

## PROFIL PUBLIKASI

No	Nama	Jum paper Scopus	Scopus H-index	Jum paper Google Scholar	Google Scholar H-index	SINTA Score
1	<b>Prof. Dr.rer.nat Widodo, M.S.</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

Widodo Math FMIPA UGM

3

### Tema Seminar:

**Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam Memajukan Kualitas Sumber Daya Manusia Guna Membangun Bangsa.**

### OUTLINE (Sesuai TOR dari Panitia)

0. Pendahuluan
1. Keadaan sumber daya manusia bangsa Indonesia saat ini
2. Peranan matematika dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM)
3. Matematika yang mempengaruhi pola pikir bangsa Indonesia sehingga menjadi lebih produktif dan mampu berkontribusi dalam pembangunan
4. Contoh-Contoh Matematika

Widodo Math FMIPA UGM

4

## 0. Pendahuluan

Widodo Math FMIPA UGM

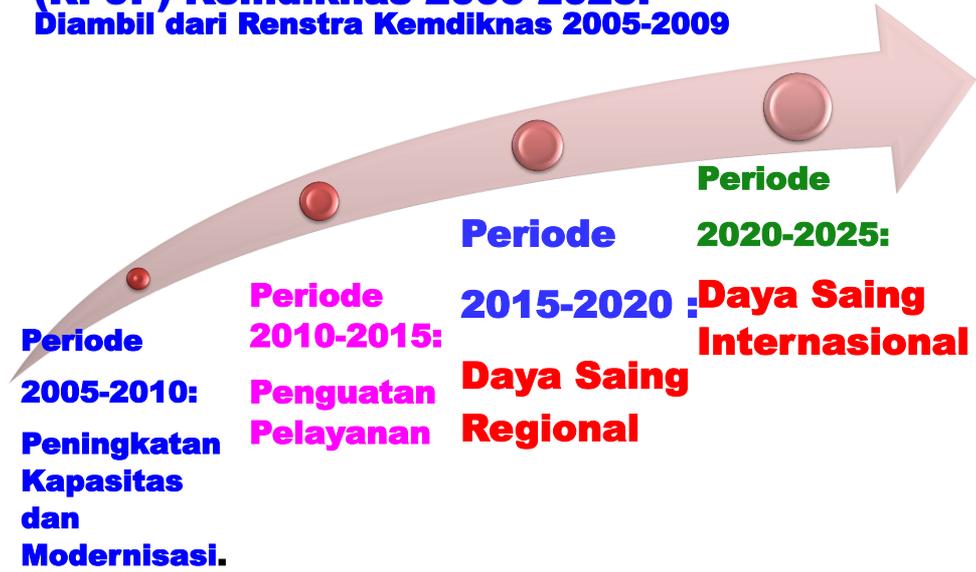
5

### Rencana pembangunan Jangka Menengah (RPJM) 2005-2024. Diambil dari UU No. 17 / 2007 hal 77-82



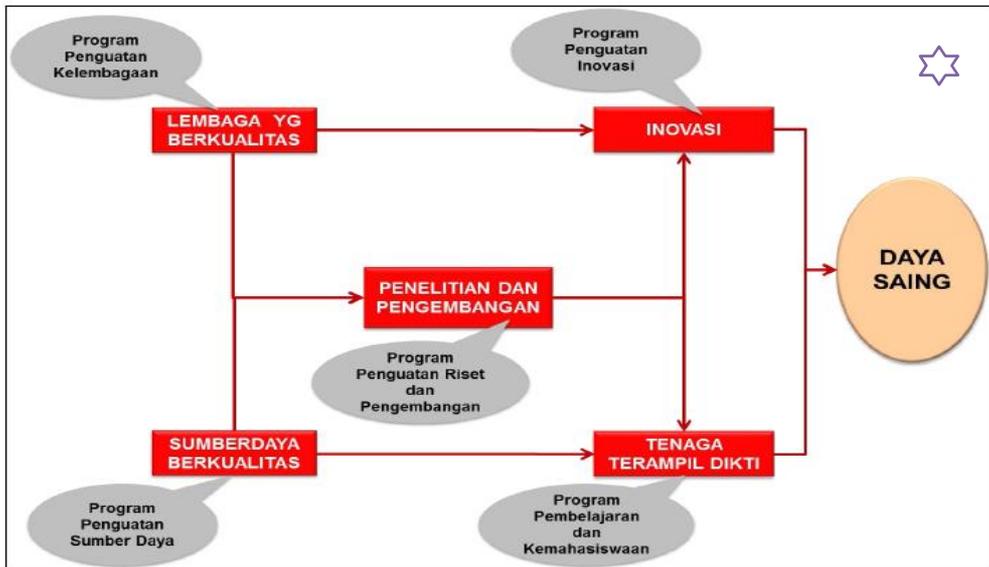
Widodo Math FMIPA UGM

## Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) Kemdiknas 2005-2025. Diambil dari Renstra Kemdiknas 2005-2009



Widodo Math FMIPA UGM

## Kerangka logis dan Progam Kemristekdikti (diambil dari Renstra Kemristekdikti 2014-2019: Permenristekdikti 13/2015)



Widodo Math FMIPA UGM

## POSISI INDONESIA DI BEBERAPA GLOBAL INDEX (Indeks Inovasi Global, Indeks Daya Saing Global, Indeks Kreatifitas Global)

### a. Indeks Inovasi Global (Global Innovation Index-GII)



Tahun	Global Innovation Index-GII Ranking					Jumlah Negara
	Vietnam	Indonesia	Malaysia	Thailand	Singapore	
2011	51	99	31	48	3	125
2012	76	100	32	57	3	142
2013	76	85	32	57	8	141
2014	71	87	33	48	7	143
2015	52	97	32	55	7	141
2016	59	88	35	52	6	128

Sumber: The Global Innovation Index 2011-2016: Effective Innovation Policies for Development (<https://www.globalinnovationindex.org/>), diambil 6 Maret 2017

Widodo Math FMIPA UGM

9

### b. Indeks Daya Saing Global (Global Competitiveness-GCI Index)



#### The Global Competitiveness Index in detail:

- 1st pillar: Institutions
- 2nd pillar: Infrastructure
- 3rd pillar: Macroeconomic environment
- 4th pillar: Health and primary education (\*)
- 5th pillar: Higher education and training
- 6th pillar: Goods market efficiency
- 6th pillar: Goods market efficiency (*cont'd.*)
- 7th pillar: Labor market efficiency (\*)
- 8th pillar: Financial market development
- 9th pillar: Technological readiness (\*)
- 10th pillar: Market size
- 11th pillar: Business sophistication
- 12th pillar: Innovation

Widodo Math FMIPA UGM

10

Tahun	Global Competitiveness-GCI Index rankings					Jumlah Negara
	Vietnam	Indonesia	Malaysia	Thailand	Singapore	
2015-2016	56	37	18	32	2	138
2016-2017	60	41	25	34	2	138

### GCI Th 2016-2017 Per Pilar (Indonesia)



Rangking Per Pilar												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Skor Over All
56	60	30	100	63	58	108	42	91	10	39	31	41

Widodo Math FMIPA UGM

11

### c. Indeks Kreatifitas Global (Global Creativity Index 2011)



Tahun	Overall Global Creativity Index rankings					Jumlah Negara
	Vietnam	Indonesia	Malaysia	Thailand	Singapore	
2011	79	81	48	71	9	82

### Detail Global Creativity Index 2011 per komponen (Indonesia)

Tahun	Indonesia				Overall Global Creativity Index rankings
	Technology Index	Talent Index	Creative Class Share	Tolerance Index	
2011	74	80	76	78	81

Widodo Math FMIPA UGM

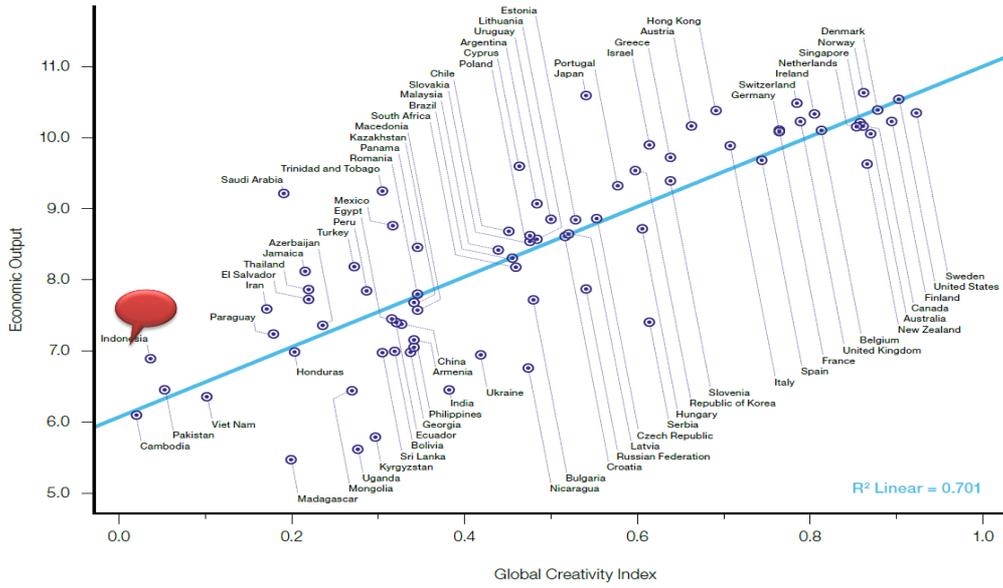
12

### The GCI and economic output



The GCI and economic output

Exhibit 14

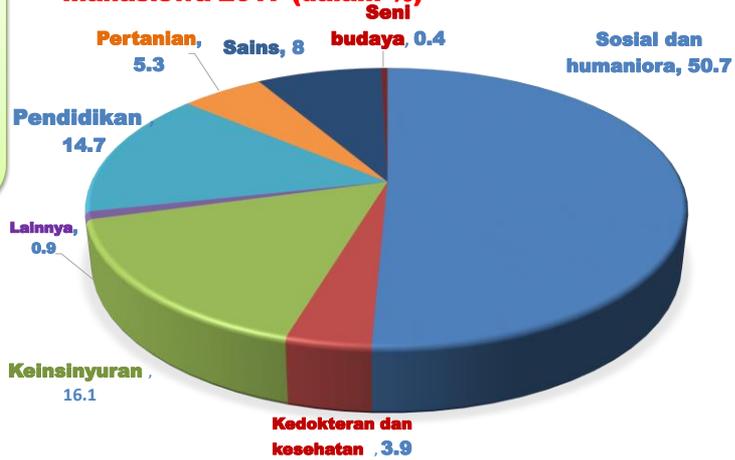


# 1. Keadaan SDM Indonesia saat ini

**JUMLAH DAN DISTRIBUSI MINAT MAHASISWA INDONESIA 2017**

(1).Belum ada masalah pembangunan, industri, dan tren ke depan yang bisa diselesaikan dengan satu disiplin ilmu

(2). Data Pemetaan prodi yang diambil mahasiswa 2017 (dalam %)



Total mhs sekitar 5 juta

Mhs memilih Sainstek & kesehatan: 28%

Minat mhs timpang

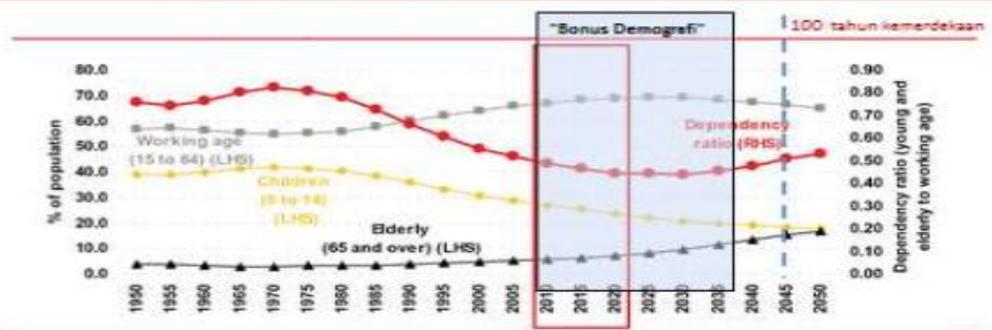
Sumber: Kompas 3-2-2017 (Penjelasan Dirjen Sumber Daya Ilmu Pengetahuan KEMRISTEK DIKTI), Ali Ghufron Mukti. Pemerintah perlu mengarahkan program studi lintas disiplin ilmu untuk mengantisipasi kebutuhan SDM dalam pembangunan, industry & tren ke depan. Di Korsek 70% mhs mengambil prodi Sainstek & kesehatan.

Widodo Math FMIPA UGM

15

**BONUS DEMOGRAFI**

**Bonus Demografi Sebagai Modal**



Widodo Math FMIPA UGM

16

### 3.4. Bonus Demografi.

Jika bonus demografi, khususnya penduduk usia sekolah dapat dikelola dengan baik dan menerima pelaksanaan Kurikulum 2013 secara benar dan sungguh-sungguh, maka bonus demografi dengan jumlah usia produktif melimpah akan menjadi sumberdaya manusia yang kompeten dalam jumlah massal dan hal ini menjadi modal pembangunan. Sebaliknya jika bonus demografi ini salah urus dan tidak mempunyai kompetensi yang baik, maka dapat saja bonus demografi menjadi beban pembangunan yang pada gilirannya dapat terjadi bencana

## 2. Peranan matematika dalam meningkatkan kualitas SDM

***Mathematics is the logical and abstract study of pattern*** (Stewart dalam Suzuki, 2010), matematika adalah ilmu yang mempelajari mengenai logika dan pola abstrak.

**Matematika tumbuh dan berkembang karena proses berfikir, oleh karena itu logika adalah dasar terbentuknya matematika.**

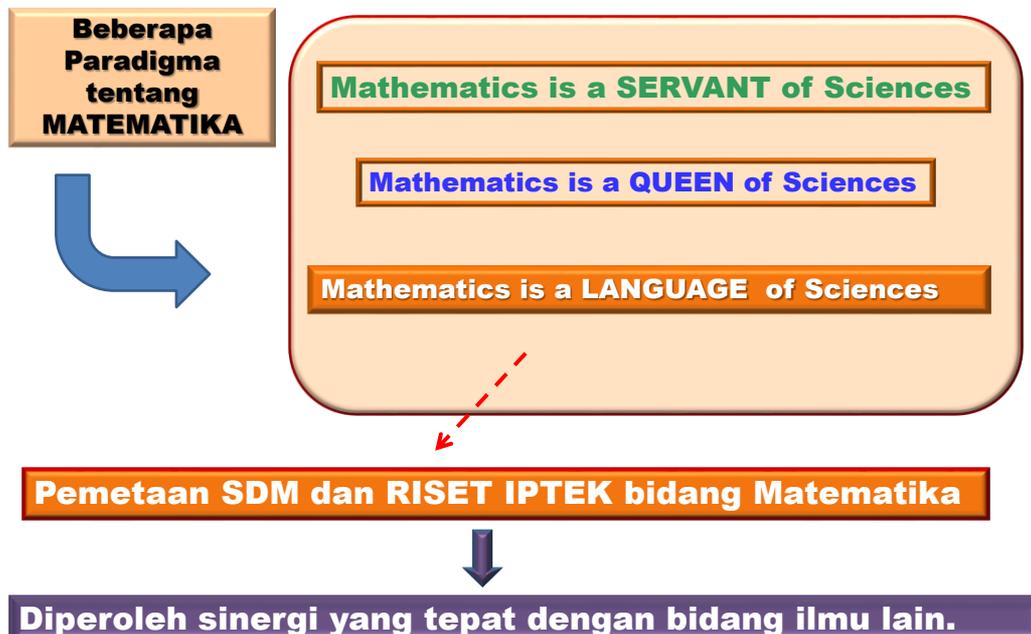
**Pada permulaannya, cabang-cabang matematika yang ditemukan adalah aritmatika atau berhitung, aljabar dan geometri.**

**Setelah itu ditemukan kalkulus yang berfungsi sebagai tonggak penopang terbentuknya cabang matematika baru yang lebih kompleks antara lain statistika, topologi, aljabar dan sebagainya.**

**Selain itu matematika mempunyai suatu nilai abstrak dan bahasa yang dilambangkan dengan lambang matematika yang baru dan mempunyai arti setelah diberikan sebuah makna. Matematika berkenaan dengan konsep abstrak yang kebenarannya dilambangkan atas dasar aturan logis**

Widodo Math FMIPA UGM

19



Widodo Math FMIPA UGM

20

**“Dapat menjawab berbagai bidang riset yang memerlukan matematika yang tepat dan sekaligus membangun sinergi dengan bidang lain dengan tepat”**

**Teridentifikasikannya penguatan SDM dan arah riset matematika untuk mendukung ARN, dan tersatukannya arah, prioritas dan kerangka kebijakan pengembangan matematika.**

**“Tercapainya Riset Terapan berbasis ILMU DASAR pada umumnya dan MATEMATIKA khususnya”**

## **MENGAPA ORANG BELAJAR MATEMATIKA?**

**Paling kurang seorang belajar matematika karena:**

- **menghargai keindahan matematika, khususnya keindahan logika dan pola abstrak.**
- **menikmati penemuan pola abstrak dalam penelitiannya khususnya pola yang cukup sulit.**
- **mempunyai aplikasi dan peran yang luas di berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi termasuk matematika sendiri.**
- **dapat mengungkap berbagai fenomena alam dan fenomena dalam kehidupan sehari-hari**
- **merupakan ilmu yang konsisten, tidak ada kontradiksi di dalamnya.**

## **PERANAN MATEMATIKA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS SDM**

**Peran matematika yang menonjol dalam meningkatkan kualitas SDM adalah:**

- **Dalam perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)**
- **Membiasakan orang untuk berfikir kritis dan sistematis**
- **Membiasakan orang untuk bekerja dengan cermat dan teliti**
- **Membiasakan orang untuk berfikir dulu sebelum melakukan tindakan**

Widodo Math FMIPA UGM

23

## **PERANAN MATEMATIKA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS SDM (Lanjutan)**

- **Membiasakan orang untuk tidak dengan mudah menggeneralisir suatu kejadian**
- **Memembiasakan orang untuk melakukan pemecahan masalah dalam pekerjaan secara sistematis dan jelas**
- **membiasakan orang untuk berfikir benar dan konsisten**
- **dan lain sebagainya**

Widodo Math FMIPA UGM

24

## **PERAN MATEMATIKA DALAM PERKEMBANGAN IPTEK**

Metematemika merupakan disiplin ilmu otonom, dapat berdiri sendiri, satu dari ilmu-ilmu pengetahuan yang mempunyai kekuatan kreatif akal manusia yang paling jelas. Matematika memainkan peran fundamental dalam ilmu pengetahuan modern, mempunyai pengaruh kuat baginya dan dipengaruhi pula olehnya dalam berbagai cara. Dalam matematika ada dua konsep yang seringkali menjadi perbedaan dalam matematika, yaitu **matematika murni** (*pure mathematics*) dan **matematika terapan** (*applied mathematics*). Hendaknya kita memandang keduanya sebagai satu keping mata uang, sama, hanya berbeda cara pandang dari kedua sisinya, dan tidak perlu dipertentangkan, bahkan saling menguatkan.

Widodo Math FMIPA UGM

25

## **MATEMATIKA SEBAGAI ILMU MURNI**

**Dari sudut pandang ilmu murni, matematika dipandang sebagai seni dan kreatifitas yang dimainkan oleh fikiran manusia. Matematika merupakan kreatifitas yang mengekspresikan keindahan bentuk aksioma, teorema, relasi logika, relasi numerik, yang semuanya menarik bagi penelitiannya karena kesempurnaan logikanya, sehingga menjadikannya sebuah ilmu yang mendorong peningkatan kapasitas kecerdasan manusia. Karena kesempurnaan logika inilah, maka dalam matematika tidak ada kontradiksi tentang nilai kebenaran di dalamnya. Tokoh matematika seperti Pythagoras, Plato sampai Gauss melihat bahwa matematika dipandang sebagai sistem yang teratur dan lebih sempurna daripada dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari.**

Widodo Math FMIPA UGM

26

## **MATEMATIKA SEBAGAI ILMU TERAPAN**

**Dari sisi aplikasi**, matematika dapat mengungkap fenomena-fenomena alam, masalah kehidupan sehari-hari dan masalah dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam 4 abad terakhir kepentingan praktis matematika dalam ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) tak terbantahkan lagi, karena sebagian besar ilmuwan sangat menyadari makna matematika sebagai ilmu alat, sebagai pelayan, dan sebagai bahasa bagi ilmu-ilmu lainnya. Oleh karenanya di berbagai universitas di dunia, matematika dipandang mempunyai peran yang sangat penting dalam mencerdaskan bangsa, yang ditunjukkan dengan perannya pada hampir semua bidang IPTEK, seperti ilmu fisika, kimia, biologi, farmasi, ekonomi, ilmu komputer, ilmu-ilmu rekayasa, ilmu-ilmu sosial, dll

Widodo Math FMIPA UGM

27

## **PERAN MATEMATIKA DALAM IPTEK:**

- a. Matematika memainkan peran fundamental dalam **MEMFORMULASIKAN MASALAH DALAM IPTEK DENGAN MODEL MATEMATIKA.**
- b. Sekarang semua cabang matematika, termasuk yang dahulu dianggap murni, dapat diaplikasikan dalam mendukung kemajuan IPTEK.
- c. Karena **TIDAK SEMUA MODEL MATEMATIKA** yang diformulasikan dari masalah dalam IPTEK dapat diselesaikan secara analitik, mengakibatkan komputasi sains (*computational science*) melalui simulasi numerik menjadi bagian yang sangat penting dalam peran matematika.

Widodo Math FMIPA UGM

28

## **MATEMATIKA SEBAGAI BAHASA IPTEK**

**Peran matematika yang menonjol dalam IPTEK bukan sebagai pelayan atau alat, melainkan sebagai bahasa IPTEK melalui model matematika. Dalam hal ini termasuk pengolahan data untuk mendukung pemahaman fenomena yang dimodelkan. Adalah benar bahwa sejak dulu matematika telah dihubungkan bahkan dimotivasi dengan masalah praktis dalam kehidupan sehari-hari. Aritmetika diawali dengan penambahan dan pengurangan, geometri diawali dengan pengukuran garis, luasan, dan volume. Selain itu matematika juga dimotivasi oleh *logic-deductive* yang melahirkan matematika murni yang sangat fundamental dan penting.**

**3. Matematika yang memengaruhi pola pikir bangsa Indonesia sehingga menjadi lebih produktif dan mampu berkontribusi dalam pembangunan.**

## Data Indonesian Mathematics Society (IndoMS): 2008-2012

### Kajian SDM Bidang Matematika

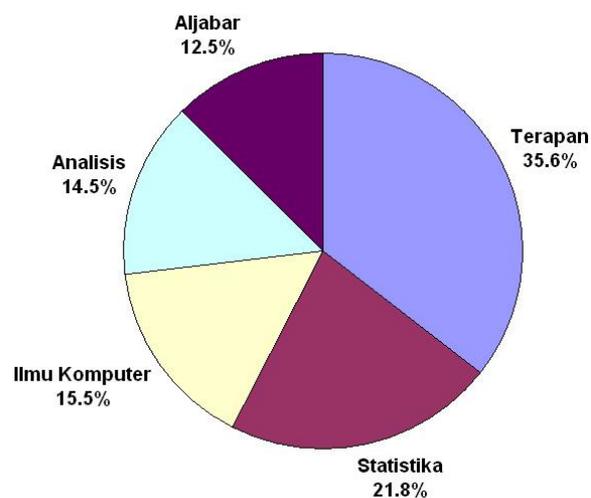
#### Penyebaran SDM bidang Matematika :

Tempat	Frequency	Percent
Bali	15	6.4
<b>Jawa</b>	<b>164</b>	<b>69.5</b>
Kalimantan	1	.4
Papua	2	.8
Sulawesi	25	10.6
Sumatra	29	12.3
<b>Total</b>	<b>236</b>	<b>100.0</b>

Widodo Math FMIPA UGM

31

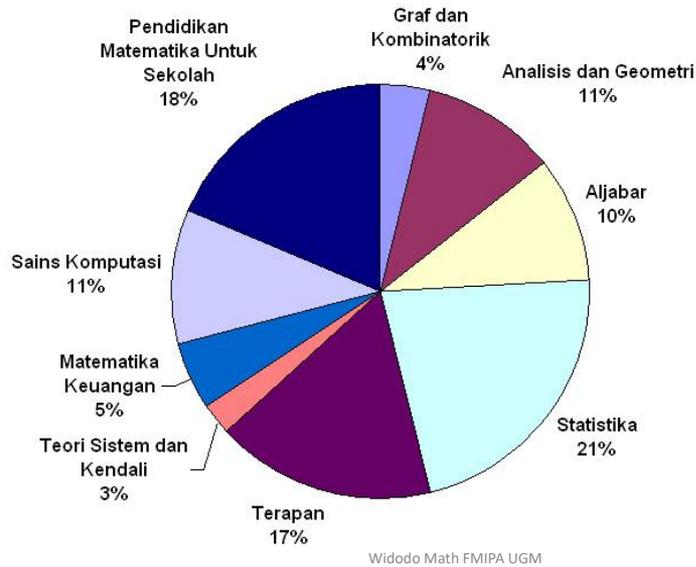
## Taksonomi berdasar kelompok bidang keahlian



Widodo Math FMIPA UGM

32

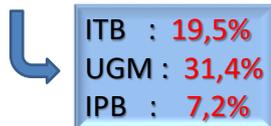
## Taksonomi Riset Matematika 2009



33

## Data Penyelenggaraan S2 dan S3

### S2 - Matematika



### S3 - Matematika



Widodo Math FMIPA UGM

34

## Peran institusi Terkait dalam pengembangan SDM Matematika

Peran Kemristek	DIKTI	Peran PT	Peran IndoMS
Menyediakan unit yang mengakomodir bidang keilmuan matematika	Membuat peraturan yang mendorong terbentuknya KBK di setiap Jurusan/Fakultas	Menerbitkan SK pembentukan KBK disertai hak dan kewajibannya	Menfasilitasi adanya sinergi antar KBK di berbagai PT di Indonesia melalui berbagai media seperti sarasehan para ketua jurusan, palatihan, milis, dll.
Menyediakan dana untuk studi lanjut bagi peneliti	Menyediakan anggaran untuk studi lanjut bagi staf pengajar sesuai dengan KBKnya	Mendorong studi lanjut bagi staf pengajar sesuai dengan KBKnya	Sharing informasi tentang studi di dalam dan luar negeri yang sesuai KBKnya
Menyediakan anggaran secara kompetitif untuk penelitian bagi ilmu dasar umumnya dan matematika khususnya	Memantau penempatan kembali staf yang baru selesai studi lanjut sesuai dengan KBKnya	Menempatkan kembali staf yang baru selesai studi lanjut sesuai dengan KBKnya	Menghimbau ketua jurusan agar staf yang baru selesai studi lanjut ditempatkan sesuai dengan KBKnya

Widodo Math FMIPA UGM

35

## PT Penyelenggara S3 Matematika dan Pend. Matematika

### Penyelenggara Program Studi S3 Matematika dan Statistika di Indonesia sampai sekarang:

1. S3 Matematika UGM
2. S3 Matematika ITB
3. S3 Statistika IPB
4. S3 Statistika ITS

### Penyelenggara Program Studi S3 Pend. Matematika di Indonesia sampai sekarang:

1. S3 Pendidikan Matematika UPI Bandung
2. S3 Pendidikan Matematika UNESA Surabaya
3. S3 Pendidikan Matematika UM Malang
4. S3 Pendidikan Matematika UNNES Semarang
5. S3 Pendidikan Matematika UNM Makasar

Widodo Math FMIPA UGM

36

## **PT Penyelenggara S2 Matematika dan Pend. Matematika**

**Penyelenggara Program Studi S2 Matematika dan Statistika di Indonesia sampai sekarang:**

1. S2 Matematika UGM
2. S2 Matematika ITB
3. S2 Matematika ITS
4. S2 Matematika UI
5. S2 Matematika USU
6. S2 Statistika IPB
7. S2 Statistika ITS

**Penyelenggara Program Studi S2 Pend. Matematika di Indonesia sampai sekarang:**

1. S2 Pendidikan Matematika UPI Bandung
2. S2 Pendidikan Matematika UNESA Surabaya
3. S2 Pendidikan Matematika UM Malang
4. S2 Pendidikan Matematika UNM Makasar
5. S2 Pendidikan Matematika UNSRI Palembang
6. S2 Pendidikan Matematika UNY Yogyakarta
7. S2 Pendidikan Matematika UNS Surakarta

Widodo Math FMIPA UGM

37

## **Beberapa saran kepada pemerintah**

**Staf pengajar Matematika bergelar S3 saat ini sebesar 27%  
(± 270 orang)**

**Cita-cita pemerintah :  
Tahun 2020 : staf pengajar Matematika bergelar S3 sebesar  
60% (590 orang)**

**Saran kepada Pemerintah :**

1. Menambah program studi S2
2. Menambah program S3
3. Menambah kuota beasiswa S2 dan S3 bidang Matematika

Widodo Math FMIPA UGM

38

## 4. CONTOH CONTOH PERAN ATEMATIKA DALAM PERKEMBANGAN IPTEK

Widodo Math FMIPA UGM

39

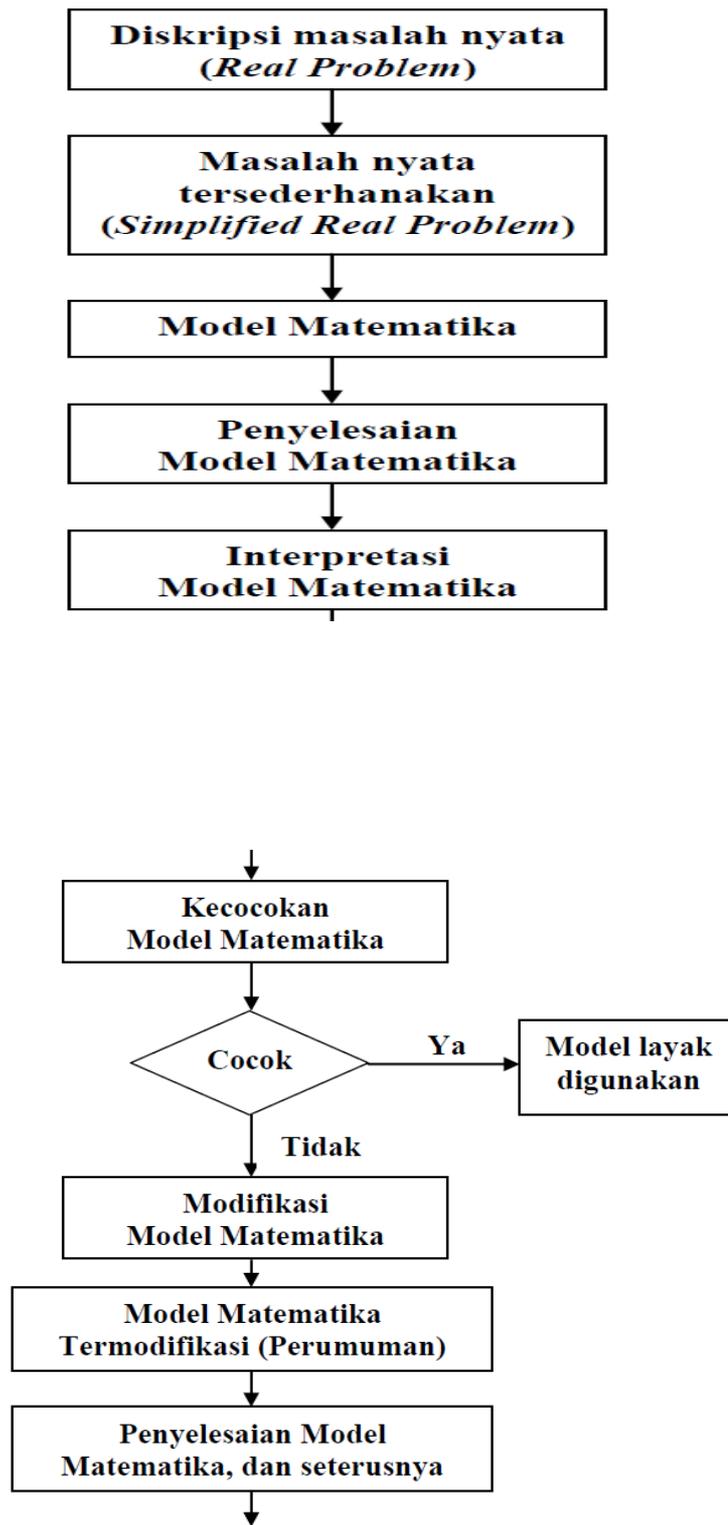
### MODEL MATEMATIKA

**Model Matematika:** Ada banyak definisi model matematika. Di sini model matematika diartikan sebagai suatu representasi masalah dalam dunia nyata menggunakan bahasa matematika. Dewasa ini model matematika tidak hanya digunakan dalam ilmu-ilmu alam seperti fisika, biologi, ilmu kebumihan, meteorology dan ilmu-ilmu rekayasa (teknik), tetapi juga digunakan dalam ilmu-ilmu sosial seperti ilmu ekonomi, psikologi, sosiologi, dan ilmu politik. Khususnya ahli epidemiologi, ahli biologi, fisikawan, insinyur, statistikawan, analis manajemen sains, dan ahli ekonomi menggunakan model matematika secara intensif. Bahasa matematika yang digunakan dalam pemodelan meliputi persamaan diferensial, sistem dinamika, statistika, aljabar, analisis, teori permainan, dan lain sebagainya.

Widodo Math FMIPA UGM

40

## Proses Penyusunan Model Matematika



**Uang  $A$  Rupiah Ditabung di  
sebuah Bank**

**Berapakah uang kita  
pada waktu yang akan  
datang?**

**Setelah berapa  
lama uang  
tersebut  
manjadi 2A?**

**Jenis Bank mana  
yang paling  
menguntungkan?**



### 1.3. Contoh Sederhana

Diketahui masalah nyata sebagai berikut; pada awal tahun kita menabung  $A$  rupiah dengan bunga tertentu di sebuah Bank. Berapakah jumlah uang kita pada waktu yang akan datang? Untuk membuat model matematika dari masalah ini, dapat diidentifikasi beberapa variabel yang mempengaruhinya, misalnya suku bunga (*interest rate*) dan waktu.

## Model waktu diskrit:

### Model Waktu Diskret Bunga Majemuk

Jika masalah kita sederhanakan dengan asumsi suku

bunga majemuk (*compounds interest rate*) konstan “ $r$ ” per tahun, waktu ( $t$ ) sebagai variabel mengikuti bilangan bulat taknegatif  $t=0,1,2,3,\dots$  dan  $G(t)$  menyatakan jumlah uang pada saat setelah tahun ke  $t$ , maka kita mendapatkan:

$$G(1) = A + rA = A(1+r)^1, G(2) = G(1) + rG(1) = G(1)(1+r) = A(1+r)(1+r)^1 = A(1+r)^2$$

$$G(3) = G(2) + rG(2) = G(2)(1+r) = A(1+r)(1+r)^2 = A(1+r)^3 \text{ dan seterusnya dengan}$$

induksi matematika diperoleh model matematika  $G(t) = A(1+r)^t, t=0,1,2,3,\dots$  .

Sebagai ilustrasi jika pada awal tahun kita menabung  $A = Rp.15.000.000$  dan suku bunga konstan  $r=10\%$ , maka diperoleh tabel:

$r$	$t$	$A$	$(1+r)^t$	$G(t) = A(1+r)^t$
0,10	0	15.000.000,00	1,00	15.000.000,00
0,10	1	15.000.000,00	1,10	16.500.000,00
0,10	2	15.000.000,00	1,21	18.150.000,00
0,10	3	15.000.000,00	1,33	19.965.000,00
0,10	4	15.000.000,00	1,46	21.961.500,00
0,10	5	15.000.000,00	1,61	24.157.650,00
0,10	6	15.000.000,00	1,77	26.573.415,00
0,10	7	15.000.000,00	1,95	29.230.756,50
0,10	8	15.000.000,00	2,14	32.153.832,15
0,10	9	15.000.000,00	2,36	35.369.215,37
	...		...	...

## Model Waktu Kontinu

**Model waktu kontinu:** Sekarang misalkan masalah kita sederhanakan dengan asumsi suku bunga majemuk (*compounds interest rate*) konstan “ $r$ ” per tahun, dan waktu ( $t$ ) sebagai **variabel mengikuti bilangan real**. Misalkan pula  $F(t)$  menyatakan jumlah uang kita pada waktu  $t$  dan diasumsikan  $F(t)$  fungsi diferensiabel terhadap  $t$ . Karena  $r$  dapat dipandang sebagai angka pertumbuhan uang, maka kita mendapatkan model matematika dalam bentuk persamaan diferensial:

$$\frac{1}{F(t)} \frac{d}{dt} F(t) = r, \text{ dengan syarat } F(0) = A.$$

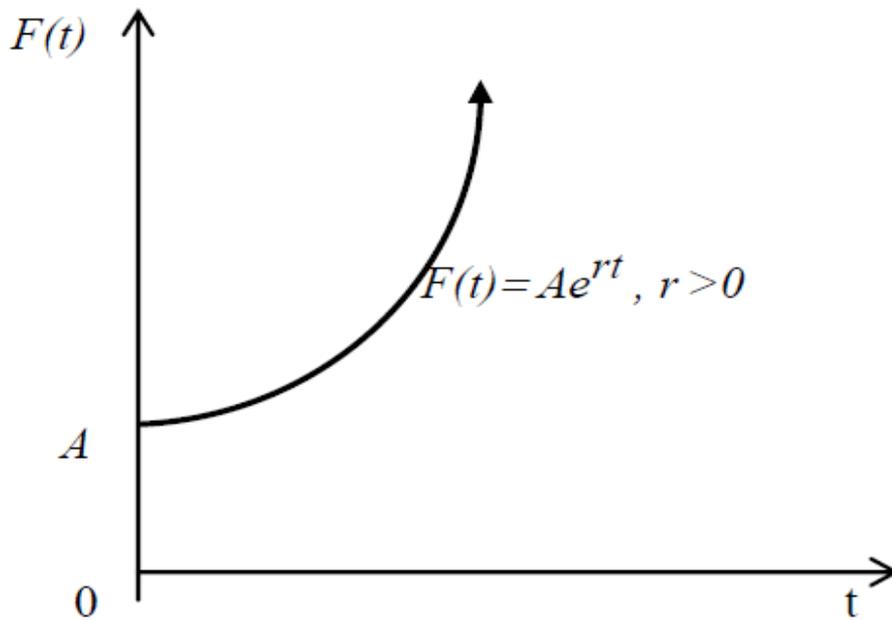
Penyelesaian model tersebut adalah:

$$\int \frac{dF(t)}{F(t)} = \int r dt \Leftrightarrow \ln F(t) = rt + c \Leftrightarrow F(t) = e^{rt+c} = e^c e^{rt}.$$

Karena syarat  $F(0) = A$ , diperoleh  $A = e^c$  dan

$$F(t) = Ae^{rt},$$

dengan  $e = 2,7182818... \approx 2,7182818$ .



Sebagai ilustrasi jika pada awal tahun kita menabung  $A = Rp.15.000.000$  dan suku bunga konstan  $r=10\%$ , maka diperoleh table berikut:

**Tabel 2:**

$e$	$r$	$t$	$A$	$e^{rt}$	$F(t) = Ae^{rt}$
2,7182818	0,10	0,00	15.000.000,00	1,00	15.000.000,00
2,7182818	0,10	0,10	15.000.000,00	1,01	15.150.752,50
2,7182818	0,10	0,20	15.000.000,00	1,02	15.303.020,10
2,7182818	0,10	0,30	15.000.000,00	1,03	15.456.818,00
2,7182818	0,10	0,40	15.000.000,00	1,04	15.612.161,61

## Lanjutan

$e$	$r$	$t$	$A$	$e^{rt}$	$F(t) = Ae^{rt}$
2,7182818	0,10	0,50	15.000.000,00	1,05	15.769.066,44
2,7182818	0,10	0,60	15.000.000,00	1,06	15.927.548,19
2,7182818	0,10	0,70	15.000.000,00	1,07	16.087.622,71
2,7182818	0,10	0,80	15.000.000,00	1,08	16.249.306,00
2,7182818	0,10	0,90	15.000.000,00	1,09	16.412.614,24
2,7182818	0,10	1,00	15.000.000,00	1,11	16.577.563,75
2,7182818	0,10	1,10	15.000.000,00	1,12	16.744.171,04

## Lanjutan

$e$	$r$	$t$	$A$	$e^{rt}$	$F(t) = Ae^{rt}$
2,7182818	0,10	1,20	15.000.000,00	1,13	16.912.452,75
2,7182818	0,10	1,30	15.000.000,00	1,14	17.082.425,73
2,7182818	0,10	1,40	15.000.000,00	1,15	17.254.106,96
2,7182818	0,10	1,50	15.000.000,00	1,16	17.427.513,61
2,7182818	0,10	1,60	15.000.000,00	1,17	17.602.663,04
2,7182818	0,10	1,70	15.000.000,00	1,19	17.779.572,74
2,7182818	0,10	1,80	15.000.000,00	1,20	17.958.260,41

## Lanjutan

$e$	$r$	$t$	$A$	$e^{rt}$	$F(t) = Ae^{rt}$
2,7182818	0,10	1,90	15.000.000,00	1,21	18.138.743,93
2,7182818	0,10	2,00	15.000.000,00	1,22	18.321.041,33
2,7182818	0,10	2,10	15.000.000,00	1,23	18.505.170,86
2,7182818	0,10	2,20	15.000.000,00	1,25	18.691.150,92
2,7182818	0,10	2,30	15.000.000,00	1,26	18.879.000,10
2,7182818	0,10	2,40	15.000.000,00	1,27	19.068.737,21
2,7182818	0,10	<b>2,50</b>	15.000.000,00	1,28	<b>19.260.381,20</b>

## Lanjutan

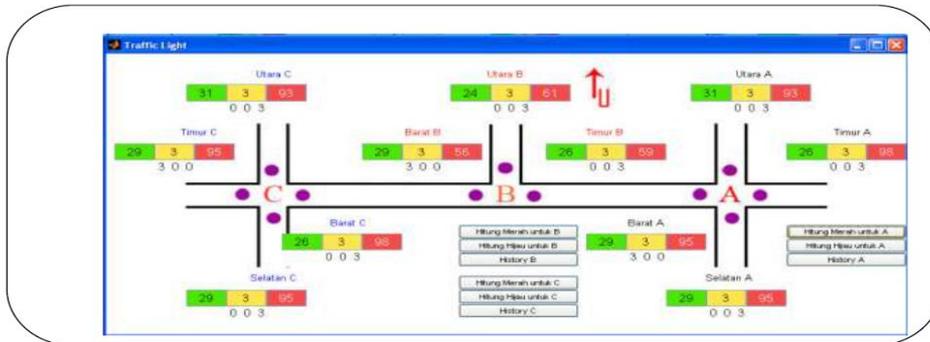
$e$	$r$	$t$	$A$	$e^{rt}$	$F(t) = Ae^{rt}$
2,7182818	0,10	2,60	15.000.000,00	1,30	19.453.951,25
2,7182818	0,10	2,70	15.000.000,00	1,31	19.649.466,71
2,7182818	0,10	2,80	15.000.000,00	1,32	19.846.947,13
2,7182818	0,10	2,90	15.000.000,00	1,34	20.046.412,26
		...		...	...

**APLIKASI MODEL MATEMATIKA UNTUK ALIRAN LALU LINTAS**  
**Biaya: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.**  
**HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL TAHUN ANGGARAN 2010**  
**(Widodo, Chairil Anwar, Agung Bambang SU, Irwan Endrayanto)**

TUJUAN	MODEL
<p>Membuat pemodelan matematika untuk jaringan <i>traffic-light</i> (lampu lalu lintas) guna mendapatkan strategi pengaturan yang optimal sehingga meminimalkan waktu tempuh kendaraan yang melintas dalam jaringan tersebut.</p>	<p>Mencari <math>(H_1^1, R_1^1, H_1^2, R_1^2)</math> yang meminimalkan <math>\Delta T_1(H_1^1, R_1^1, H_1^2, R_1^2)</math></p> $\begin{cases} R_1^1 = (H_2^1 + \delta_2^1) + (H_3^1 + \delta_3^1) + (H_4^1 + \delta_4^1) \\ R_2^1 = (H_1^1 + \delta_1^1) + (H_3^1 + \delta_3^1) + (H_4^1 + \delta_4^1) \\ R_3^1 = (H_1^1 + \delta_1^1) + (H_2^1 + \delta_2^1) + (H_4^1 + \delta_4^1) \\ R_4^1 = (H_1^1 + \delta_1^1) + (H_2^1 + \delta_2^1) + (H_3^1 + \delta_3^1) \end{cases}$ <p>s.t.</p> $\begin{cases} R_1^2 = (H_2^2 + \delta_2^2) + (H_3^2 + \delta_3^2) + (H_4^2 + \delta_4^2) \\ R_2^2 = (H_1^2 + \delta_1^2) + (H_3^2 + \delta_3^2) + (H_4^2 + \delta_4^2) \\ R_3^2 = (H_1^2 + \delta_1^2) + (H_2^2 + \delta_2^2) + (H_4^2 + \delta_4^2) \\ R_4^2 = (H_1^2 + \delta_1^2) + (H_2^2 + \delta_2^2) + (H_3^2 + \delta_3^2) \end{cases}$

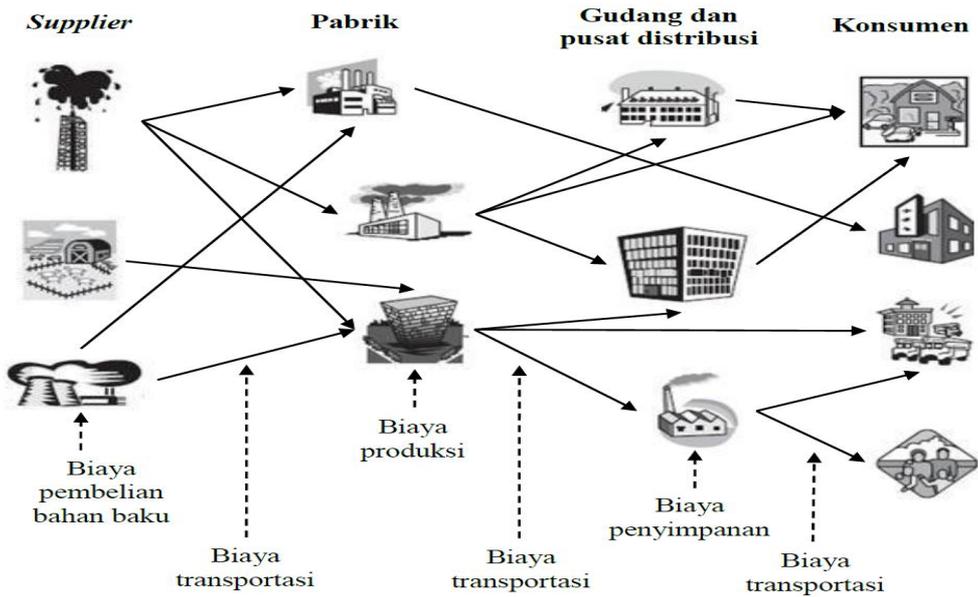
Widodo Math FMIPA UGM

55



SIFAT-SIFAT	KESIMPULAN
<p>Dalam kenyataannya, tumbukan kendaraan yang ke <math>i</math>, akselerasi spontan tidak bisa diperoleh karena menunggu kendaraan yang ke <math>(i-1)</math> untuk berjalan selama <math>\epsilon_{i-1}</math>. Jadi terdapat tambahan waktu tunggu untuk kendaraan tersebut sebesar <math>(a_{i-1} + \epsilon_{i-1}) + (a_{i-2} + \epsilon_{i-2}) + \dots + a_1</math>, dengan <math>\epsilon_1 = 0</math> detik. Sehingga dapat diturunkan sifat berikut</p> <p><b>SIFAT IV:</b> Jika waktu akselerasi JEDAK sama untuk tiap kendaraan <math>i</math>, maka untuk meminimalkan waktu tempuh kendaraan pada jalur utara <math>1</math>, antar 2 jaringan traffic-light:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lampu hijau di <math>Q_2</math> menyala setelah <math>\left( \sum_{i=1}^N (a_i + \epsilon_i) + \frac{d-d'}{S} \right)</math> detik dari saat lampu hijau di <math>Q_1</math> menyala (dengan <math>d</math> jarak dalam meter, <math>d'</math> jarak akselerasi dari <math>Q_1</math>, <math>S</math> kecepatan konstan dalam meter/detik)</li> </ul>	<p>Dari model telah dapat diturunkan beberapa sifat karakterisasi dari penyelesaian optimum dan strategi untuk meminimalkan waktu tempuh dalam jaringan. Strategi tersebut dapat digunakan untuk menentukan nilai optimal berapa lama waktu lampu merah dan lampu hijau dari suatu <i>traffic-light</i> yang berada dalam jaringan <i>traffic-light</i> sedemikian sehingga kemacetan lalu-lintas dapat dikurangi.</p>

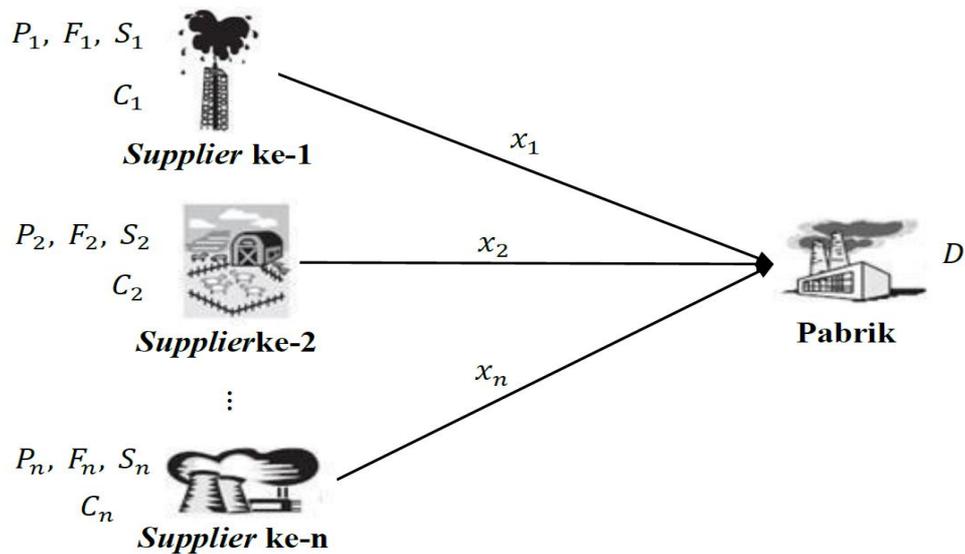
## SUPPLY CHAIN MODEL (MODEL RANTAI SUPLAI)



Widodo Math FMIPA UGM

57

## CONTOH: MODEL PEMILIHAN SUPPLIER



Widodo Math FMIPA UGM

58

## MODEL PEMILIHAN SUPPLIER

Berikut model matematika dari permasalahan diatas.

Menentukan vektor  $x$  yang

$$\text{meminimalkan } z_1 = \sum_{i=1}^n P_i x_i, \quad (6)$$

$$\text{meminimalkan } z_2 = -\sum_{i=1}^n F_i x_i, \quad (7)$$

$$\text{meminimalkan } z_3 = -\sum_{i=1}^n S_i x_i, \quad (8)$$

dengan kendala

$$\sum_{i=1}^n x_i \geq D, \quad (9)$$

$$x_i \leq C_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (10)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

dengan

$D$  adalah permintaan selama periode tertentu,

$x_i$  adalah jumlah produk yang dibeli dari *supplier* ke- $i$ ,

$P_i$  adalah harga beli per unit dari *supplier* ke- $i$ ,

$C_i$  adalah kapasitas dari *supplier* ke- $i$ ,

$F_i$  adalah kualitas produk dari *supplier* ke- $i$  (dalam persen),

$S_i$  adalah tingkat pelayanan dari *supplier* ke- $i$  (dalam persen), dan

$n$  adalah jumlah *supplier*.

(1). **Galileo Galilei (1564-1642)** pernah membuat ungkapan yang terkenal yaitu: ***“Filsafat ditulis dalam buku tebal yang dapat mengungkap pandangan kita kepada dunia, tetapi filsafat tidak dapat dimengerti kecuali kita dapat mempelajarinya secara menyeluruh dengan bahasa dan ditulis dengan lambang. Bahasa itu adalah matematika”***. Galileo Galilei adalah salah satu ilmuwan yang sangat mempunyai komitmen mempertahankan dan melanjutkan matematika melalui metode eksperimen, sehingga hasil penelitiannya mempunyai kontribusi yang sangat terkenal dalam ilmu Astronomi.

(2). Peran matematika yang sangat menonjol pada abad berikutnya adalah dalam bidang Fisika. Tokoh **Fisika Isaac NEWTON (1642-1727)** telah menunjukkan peran matematika dalam mekanika. Isaac NEWTON dapat menyelesaikan masalah yang sangat mendasar yang paling diperdebatkan pada abad itu, dan telah menemukan rumus  **$F=m.a$** .

**(3). Setelah penemuan kalkulus oleh matematikawan terkenal **G.W.Leibniz**, peran kalkulus telah banyak ditunjukkan oleh Matematikawan sekaligus Fisikawan seperti Euler, Bernaulli, Laplace, Lagrange, dll. Euler telah banyak mempunyai kontribusi di bidang matematika seperti Geometri, Analisis dan Teori Bilangan, dan di Bidang Fisika seperti Elastisitas, Hidrodinamik, dan akustik.**

**Secara ringkas peran matematika sebelum abad ke-20 antara lain dalam bidang:**

- **Listrik dan Magnet oleh Faraday, Maxwell, Gaus, Ampere, Biot.**
- **Fluida (*Fluids*) oleh C.L. Navier dan G.G. Stokes menggunakan hasil penelitian matematikawan S. Poisson dan J.C. Venant. Fluida juga digunakan oleh dokter (*medical docter*) J.L.M.Poisuelle untuk menyelidiki model aliran darah manusia.**
- **Termodinamika oleh J. Joule, S. Carnot, J.R. Mayer, dll**
- **Mekanika Statistika (*Statistical Mechanics*) oleh L. Boltzman dan W.Gibs.**

## MATEMATIKA DARI MASALAH FISIKA

### TEORI RELATIVITAS ALBERT EINSTEIN

- **Teori relativitas oleh Albert Einstein yang oleh Majalah Times (2000) dinobatkan sebagai “Man of the Century”.** Teori relativitas dari bidang Fisika ini menimbulkan “*new mathematics*”. Penemuan Einstein ini ada dua yaitu teori relativitas khusus (*special relativity, 1905*) dan teori relativitas umum (*general relativity, 1916*). Teori relativitas umum menggunakan konsep geometri yang dielaborasi oleh Matematikawan Jerman (Riemann) seabad sebelumnya yang disebutnya sebagai “*Gedankenexperiment*”, yaitu sebuah pemikiran pada hipotesis “fondasi geometri”. Relativitas kemudian digunakan untuk membahas permainan bola besar dalam geometri diferensial pada abad ke-20.

Widodo Math FMIPA UGM

65

### MEKANIKA KUANTUM MAX PLANCK DAN ERWIN SCRODINGER

- Mekanika Kuantum oleh Max Planck dan E. Scrodinger, dengan formula yang terkenal:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + V\psi,$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}, i = \sqrt{-1}, V = V(x, y, z, t) \text{ potensial, } \Delta \text{ Operator Laplace, } \psi(x, y, z, t)$$

merupakan fungsi gelombang,  $h$  konstanta Planck. Tahun 1928 Max Born menemukan bahwa  $|\psi|^2$  merupakan besarnya probabilitas untuk menemukan partikel pada lokasi  $(x, y, z)$  pada saat  $t$ . Teori ini juga menggunakan penemuan matematikawan Rusia H. Lebesgue (1917) tentang teori ukuran dan teori probabilitas pada ruang ukuran. Teori relativitas dan persamaan Scrodinger kemudian dibahas secara teori menggunakan ruang Hilbert dan Banach dalam Analisis Fungsional secara matematis (Zeidler, 1984 dan Baihaqi dkk, 1999).

Widodo Math FMIPA UGM

66

## **MATEMATIKA DARI MASALAH REKAYASA (TEKNIK)**

***Aeronautics* (ilmu penerbangan).** Setelah secara impresif matematika berperan dalam bidang ilmu fisika khususnya mekanika fluida (*fluid mechanics*), ternyata matematika juga berperan dalam menyelesaikan masalah penerbangan yang diinisiasi oleh Leonardo da Vinci. Setelah perjalanan panjang pembicaraan ilmuwan mengenai kemungkinan membuat pesawat terbang, maka metode eksperimen terbang ditemukan oleh dua bersaudara Wilbur dan Orville Wright (USA). Mereka berhasil menerbangkan pesawat pertama kali pada tanggal 17 Desember 1903 di Kitty Hawk, North Carolina, USA, dan sejak saat itu ilmu penerbangan terlahir. Pada periode 1903-1910 dari makalah-makalah karya L.Prandtl, M.Kutta, N.E. Zhukovski, dan S.A. Chaplygin rumusan teori secara matematika masalah penerbangan telah dapat dimengerti dengan jelas.

Widodo Math FMIPA UGM

67

Mereka membahas konsep-konsep kemampuan terbang, pengendalian, turbulensi,dll. Persolan-persoalan pada ilmu penerbangan itu kemudian mendorong munculnya konsep-konsep baru dalam matematika terapan seperti *theory of single perturbation, theory of supersonic and transonic flows, mathematical theory of combustion* (teori pembakaran), *the application of control theory in aircraft engineering*, dll. Sementara itu perkembangan matematika yang menonjol dalam abad 20 antara lain Kalkulus Probabilistik seperti persamaan diferensial dan integral stokhastik, geometri fraktal, teori *chaos*, dll.

Widodo Math FMIPA UGM

68

Dari studi literatur terlihat bahwa tren peran matematika abad 21 dalam bidang IPTEK antara lain: teori fluida (*theory of fluids*), ilmu penerbangan (*aeronautics*), fisika modern (*modern physics*), Ilmu kebumihan (*geosciences*), material sains (*material sciences*), teknologi nano (*nanotechnology*), rekayasa industri (*industrial engineering*), telekomunikasi, matematika diskrit (*discrete mathematics*), ilmu komputer (*computer sciences*), teori kendali (*control theory*), robotika (*Robotics*), teori informasi (*Information Theory*), teori optimisasi (*optimization theory*), optimasi masalah transportasi (*problem of optimal transportation*) seperti aliran lalu lintas, sistem lampu lalu lintas, dan matematika keuangan (harga opsi, perdagangan derivatif, manajemen risiko menggunakan persamaan diferensial stokastik).

Widodo Math FMIPA UGM

69

**WIDODO**  
**Terima Kasih**  
**Mohon Maaf Kalau Ada Kekhilafan**

Widodo Math FMIPA UGM

70