

Matematika di DTETI UGM

D. DONY ARIANANDA, ADHA IMAM CAHYADI

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Agenda

Pendahuluan

Washington Accord tentang Math dan Basic Science

Mata kuliah Matematika di DTETI

Silabus dan Buku Panduan

Capaian Pembelajaran/Learning Outcome

Pengajaran dan Tutorial Matakuliah Matematika

Pendahuluan

Matematika adalah **ilmu dasar bagi** ilmu-ilmu berikutnya di TE

Dibandingkan bidang Teknik yang lain, TE lebih memerlukan pemahaman Matematika

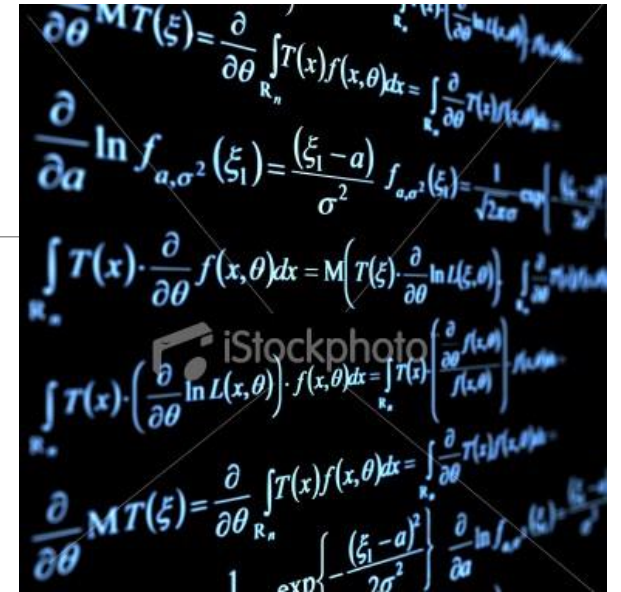
Matematika memberikan kemampuan analitis

Matematika dipakai di hampir semua bidang: Ekonomi, Teknik, Social Science dll

Matematika dan IPA disyaratkan minimal 25% dari total SKS (ABET)

Matematika diperlukan untuk menulis publikasi ilmiah

(survey Kaprodi) Banyak mahasiswa S2 TE-TI UGM kemampuan matematikanya di bawah standar



MATHEMATICS
is one of the essential emanations
of the human spirit, -a thing
to be valued in and for itself,
like art or poetry.

OSWALD VEBLEN 1924

For Don Knuth with admiration and respect.
Hermann Zapf, 10 January 2002

Engineers (S1) vs Technologist (D4) vs Technician (D2-D3)



Constituent Agreements

Washington Accord
Sydney Accord
Dublin Accord

International Professional Engineers Agreement
International Engineering Technologists Agreement
APEC Engineer Agreement

Graduate Attributes and Professional Competencies

Version 3: 21 June 2013

This document is available through the IEA website: <http://www.ieagrements.org>.

Executive Summary

Several accrediting bodies for engineering qualifications have developed outcomes-based criteria for evaluating programmes. Similarly, a number of engineering regulatory bodies have developed or are in the process of developing competency-based standards for registration. Educational and professional accords for mutual recognition of qualifications and registration have developed statements of graduate attributes and professional competency profiles. This document presents the background to these developments, their purpose and the methodology and

Attribute 1: Knowledge of Engineering Science

For each attribute, statements are formulated for engineer, engineering technologist and engineering technician using a common stem, with ranging information appropriate to each educational track defined in sections 4.1 and 5.1. For example, for the **Knowledge of Engineering Sciences** attribute:

Common Stem: Apply knowledge of mathematics, science, engineering fundamentals and an engineering specialization ...

Engineer Range: ... as described in the engineer knowledge profile to the solution of complex engineering problems.

Engineering Technologist Range: ... as described in the engineering technologist knowledge profile to defined and applied engineering procedures, processes, systems or methodologies.

Engineering Technician Range: ... as described in the engineering technician knowledge profile to wide practical procedures and practices.

⁴ Accord Rules and Procedures. June 2012, section C.4.8. Available at www.ieagrements.org.

Matematika untuk Keinsinyuran: Washington Accord, Sydney Accord, Dublin Accord

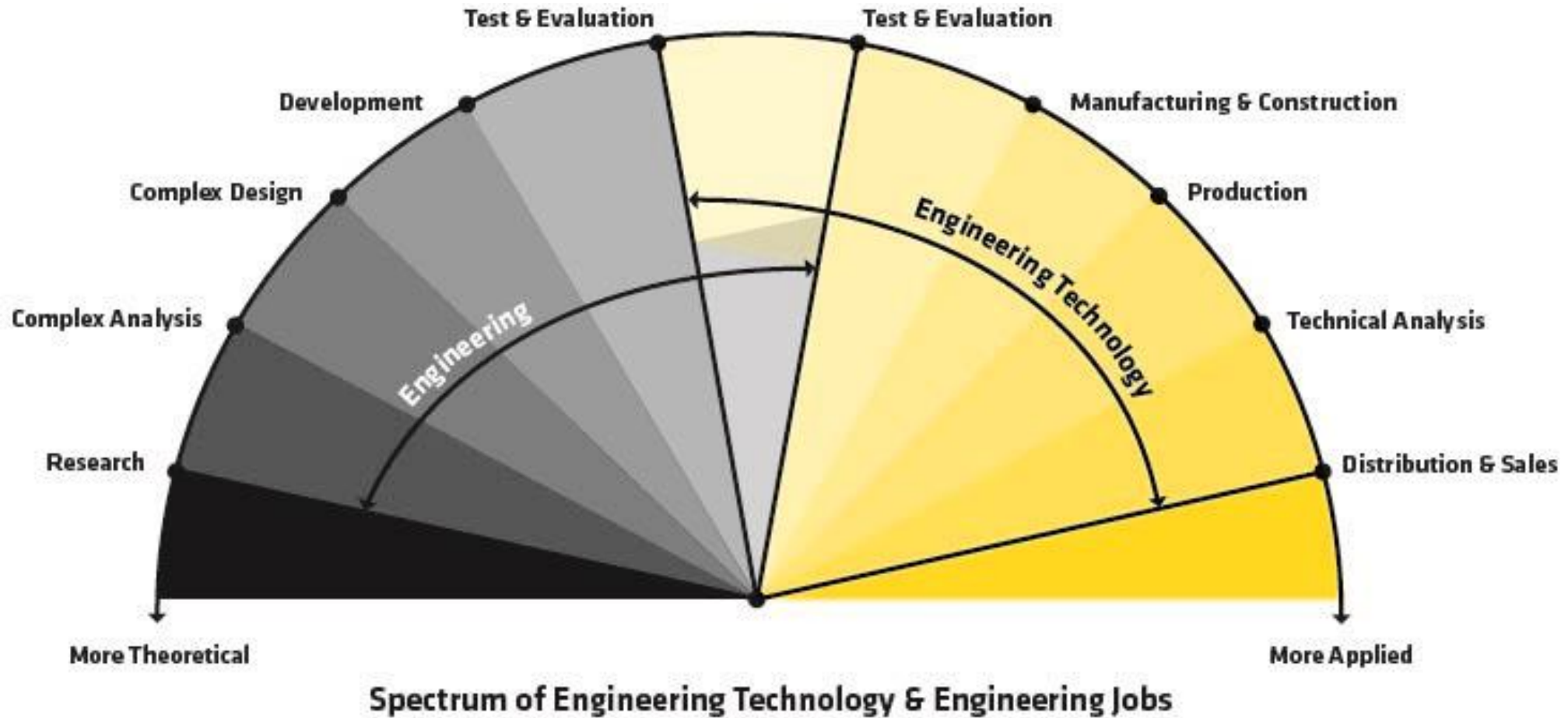
The Washington Accord is an international agreement between bodies responsible for accrediting engineering degree programmes.

The resulting statements are shown below for this example:

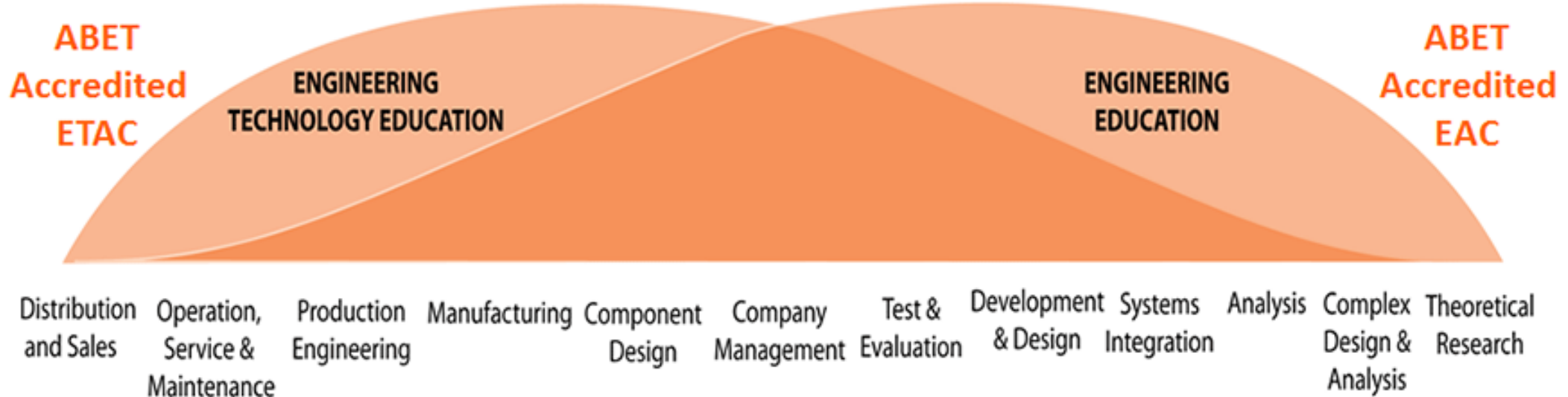
... for Washington Accord Graduate	... for Sydney Accord Graduate	... for Dublin Accord Graduate
Apply knowledge of mathematics, science, engineering fundamentals and an engineering specialization as specified in WK1-WK4 respectively to the solution of complex engineering problems.	Apply knowledge of mathematics, science, engineering fundamentals and an engineering specialization as specified in SK1-SK4 respectively to defined and applied engineering procedures, processes, systems or methodologies.	Apply knowledge of mathematics, science, engineering fundamentals and an engineering specialization as specified in DK1-DK4 respectively to wide practical procedures and practices.

The range qualifier in several attribute statements uses the notions of *complex engineering problems*, *broadly-defined engineering problems* and *well-defined engineering problems*. These shorthand level descriptors are defined in section 4.1.

Engineers (S1) vs Technologist (D4)



Lapangan Pekerjaan Engineers vs Engineering Technologists menurut ABET



Matematika di DTETI UGM

- ✓ Persyaratan ABET: Jumlah mata kuliah yang berisi sains dasar (matematika, fisika, biologi, kimia) harus mencapai setidaknya 25% total SKS.
- ✓ Untuk Prodi TE-UGM: Total SKS = 144 SKS
- ✓ Matakuliah Sains Dasar harus diakomodasi dengan sedikitnya 36 SKS
- ✓ Kurikulum 2016: Mata kuliah sains dasar ditetapkan berjumlah 36 SKS sehingga memenuhi kriteria ABET.
- ✓ Sedikitnya 5 matakuliah bisa dikategorikan sebagai Matakuliah Matematika

Rincian Matakuliah Di Prodi TE (Kurikulum 2016)

1. **Matematika Teknik (3 SKS),**
2. **Matematika Elektro (3 SKS),**
3. Fisika Elektro (4 SKS),
4. Fisika Teknik (4 SKS),
5. Probabilitas dan Statistika (3 SKS),
6. **Metode Numeris dengan Praktikum (3+1 SKS),**
7. **Matematika Diskret dan Logika (3 SKS),**
8. Isyarat dan Sistem dengan Praktikum (4+1 SKS),
9. Medan Elektromagnetis dengan Praktikum (4 SKS),
10. **Aljabar Linear (3 SKS).**

Matematika Teknik: Silabus

1. Pengantar mata kuliah
2. Model matematika
3. Sistem Bilangan Real dan Fungsi
4. Limit dan Kontinuitas
5. Turunan dan aplikasinya
6. Integral: Anti-derivative, Integral Tak Tentu, Integral Parsial, Integral fungsi pecahan rasional
7. Teknik-Teknik Pengintegralan
8. Aplikasi Integral Tertentu
9. Aplikasi Integral Lipat
10. Barisan dan Deret
11. Persamaan Diferensial Biasa Linier
12. Bilangan Kompleks dan Aljabar Bilangan Kompleks
13. Fungsi variabel kompleks

Referensi:

Engineering Mathematics, K.A. Stroud, 7th Edition, www.Palgrave.com

Thomas, G. B., 2005, *Thomas Calculus*, Addison Wesley Publishing Company, New York.

Referensi Lain:

Calculus Early Transcendentals, J. Stewart, 7th Edition, Brooks & Coole

Matematika Elektro: Silabus

Minggu Ke	Topik (Pokok Bahasan)
1.	Vektor dan Ruang Vektor
2.	Kalkulus Diferensial Vektor 1
3.	Kalkulus Diferensial Vektor 2
4.	Integral Kurva
5.	Integral Permukaan 1
6.	Integral Permukaan 2
7.	Review dan latihan soal
8.	Ujian Tengah Semester
9.	Fungsi analitik
10.	Fungsi elementer
11.	Integral Kompleks 1
12.	Integral Kompleks 2
13.	Deret Kompleks
14.	Teknik Residue
15.	Review dan tutorial
16.	Ujian Akhir Semester

Referensi:

1. Advanced Engineering Mathematics, Erwin Kreyszig, John Wiley & Sons, 1988
2. Thomas Calculus, George B. Thomas, Jr, Addison, Wesley Publishing Company, 2001

Aljabar Linear: Silabus

Minggu Ke

Topik (Pokok Bahasan)

1. Pengantar Matriks dan Vektor, Panjang Vektor dan Dot Products
2. Sistem Persamaan Linear Simultan dalam notasi Matriks, Konsep Eliminasi dengan Representasi Matriks
3. Operasi Matriks, Eliminasi Gauss, Eliminasi Gauss dengan Permutasi,
4. Inverse Matriks, Eliminasi Gauss Jordan, Matriks Singular dan Matrix Invertibility, Faktorisasi LU
5. Operasi Transpose dan Permutasi, Vectors Space, Column Space, dan Subspace, Nullspace dan Pemecahan Sistem $Ax=0$
6. Rank dari suatu Matriks, Konsep Pivot dan Row Reduced Form, Penyelesaian Sistem $Ax=b$
7. Konsep Independence antar vektor, Konsep Basis dan Dimensi, Row Space, Null Space, Column Space dan Left Null Space.

Referensi Utama:

1. Strang, G. (2009). Introduction to Linear Algebra (4ed). Cambridge: Wellesley Cambridge Press.
2. Poole, D. (2006). Linear Algebra: A Modern Introduction (2ed). Pacific Grove: Brooks-Cole Publishing.

Aljabar Linear: Silabus

**Minggu
Ke**

Topik (Pokok Bahasan)

8. Konsep Orthogonality: Orthogonal Vectors, Orthogonal Complements, Orthogonal Subspaces,
9. Least Squares Approximation, Proyeksi pada Subspaces, Fitting Data pada Garis
10. Fitting Data pada Parabola, Orthogonality dan Orthonormal Basis, Orthogonal Matrix (Refleksi, Rotasi, Permutasi), Proyeksi dengan Orthonormal Bases
11. Gram Schmidt Process, QR Factorization,
12. Determinant, Properti Dari Determinant, Cofactor Formula, Aturan Cramer untuk memecahkan persamaan linear simultan, Invers Matriks
13. Eigenvalue dan Eigenvectors, Eigenvalue Decomposition, Diagonalization, Aplikasi sederhana Eigenvalue dan Eigenvectors
14. Matriks Simetris, Orthogonal Diagonalization, Singular Value Decomposition

Referensi Utama:

1. Strang, G. (2009). Introduction to Linear Algebra (4ed). Cambridge: Wellesley Cambridge Press.
2. Poole, D. (2006). Linear Algebra: A Modern Introduction (2ed). Pacific Grove: Brooks-Cole Publishing.

Metode Numerik: Silabus

1. Pemodelan Matematika: Pemodelan matematika, Konsep Komputasi dan Galat
2. Mencari Akar Persamaan: Metode Bracketing (Bisection dan False Position)
3. Mencari Akar Persamaan: Open Method (Newton dan Secant)
4. Penyelesaian persamaan linear simultan secara numerik secara langsung / non iteratif:
Metode Eliminasi Gauss dan Gauss Jordan, Metode Faktorisasi LU
5. Penyelesaian persamaan linear simultan secara numerik dengan metode iteratif: Metode Cholesky decomposition, Gauss Seidel, Jacobi
6. Mencari Solusi Eigenvalue dan Eigenvektor: Metode Polinomial dan Power Method
7. Pencocokan Kurva: Regresi Linear dan Regresi Non Linear
8. Metode Interpolasi: Direct Method, Interpolasi Lagrange, Interpolasi Piecewise/Spline

Metode Numerik: Silabus

9. Penyelesaian integral secara numeris

10. Diferensial secara numeris

11. Penyelesaian persamaan diferensial biasa secara numerik

12. Mempelajari solusi Partial Differential Equation orde 2 dengan Finite Difference Method dan aplikasinya.

13. Simulasi penyelesaian masalah dalam bidang teknik elektro dan teknologi informasi dengan metode numerik

Referensi Utama:

1. Chapra & Canale G. (2010). Numerical Methods for Engineers (6ed). Mc Graw Hill

Matematika Diskret: Silabus

1. Kalimat (Statement) dan Proposisi serta Operasi Logika
2. Inferensi Logika dan Kalimat Berkuantor
3. Dasar Pembuktian Matematis.
4. Induksi Matematika
5. Teori Himpunan dan Aljabar Boolean
6. Relasi
7. Fungsi
8. Graf, Path, dan Sirkuit
9. Pohon
10. Representasi Graf dalam Matriks
11. Konsep Pohon Rentang (Spanning Tree)
12. Algoritma-Algoritma Terkait dengan Bobot Minimum dan Path Terpendek
13. Grup, Semigrup, Monoid, Jenis-Jenis Grup
14. Penyandian Informasi Biner, Proses Transmisi Informasi, Kode Grup
15. Konsep Finite State Machine

Referensi:

1. Matematika Diskret dan Aplikasinya, J.J. Siang.
2. Discrete Mathematics and Its Applications, Kenneth H. Rosen
3. Book of Proof, Richard Hammarck

Probabilitas dan Statistik

1. Penyajian Data dan Teori Probabilitas
2. Peubah Acak Diskret, Jenis-Jenis Peubah Acak Diskret, Distribusi Probabilitas (Probability Distribution Function),
3. Peubah Acak Kontinu, Jenis-Jenis Peubah Acak Kontinu Probability Density Function
4. Konsep Harapan Matematis (Expected Value) dan Variance
5. Dasar Distribusi Sampling
6. Pengantar Teori Estimasi
7. Uji Hipotesis
8. Regresi dan Korelasi
9. Analysis of Variance (ANOVA)

Referensi Utama:

1. Probability and Statistics for Engineers and Scientists 8th Edition, R.E. Walpole, R.H. Myers, S.L. Myers, K. Ye, Prentice Hall.
2. Probability and Stochastic Process: A Friendly Introduction for Electrical and Computer Engineers, Yates and Goodman, John Wiley & Sons

Isyarat dan Sistem: Silabus

1. Konsep Isyarat
2. Konsep Sistem Linear Time Invariant (LTI)
3. Representasi Sistem LTI dengan Persamaan Differensial (PD)
4. Representasi Tanggapan Sistem LTI dengan Transformasi Laplace
5. Tanggapan Frekuensi Sistem LTI dan Transformasi Fourier
6. Perancangan Sistem LTI
7. Analogi Sistem
8. Pengantar Sistem Diskret dan Transformasi Z

Referensi:

1. Oppenheim, A.V., Wilsky, Alan S., Young, Ian T., Signals and Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs

Aljabar Linear: Course Learning Outcome

		Level of Mastery (Level Taksonomi Bloom)						Student Outcome
		1	2	3	4	5	6	
No	Learning Outcome			X				a – k
1.	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep vektor dan matriks beserta operasi-operasinya, mengaplikasikannya dalam permasalahan yang dihadapi serta dapat menterjemahkan konsep-konsep tersebut di atas dalam tataran Geometri			X				SO-a Engineering Knowledge Utilization
2.	Mahasiswa dapat menjelaskan relasi antara penyelesaian persamaan linear simultan dengan konsep eliminasi pada matriks (Eliminasi Gauss, Gauss-Jordan dan Faktorisasi LU) serta mengaplikasikan metode-metode eliminasi matriks dalam permasalahan yang dihadapi			X				SO-a Engineering Knowledge Utilization
3.	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep Vector spaces dan Subspaces serta 4 subspaces penting dalam sistem persamaan linear simultan, menterjemahkan pemahaman tersebut dalam tataran geometri serta memanfaatkan intuisi dari tataran geometri tadi untuk memecahkan permasalahan-permasalahan terkait.			X				SO-e Problem Analysis

Aljabar Linear: Course Learning Outcome

		Level of Mastery (Level Taksonomi Bloom)						Student Outcome
No	Learning Outcome	1	2	3	4	5	6	a – k
4.	Mahasiswa dapat menjelaskan konsep ketegaklurusan dan Proyeksi, mampu menyelesaikan permasalahan yang melibatkan pencarian proyeksi pada suatu subspace, mampu mengaplikasikan metode Least Squares dan Metode Gram-Schmidt.			X				SO-e Problem Analysis
5.	Mahasiswa dapat menjelaskan sifat-sifat determinant matriks, menghitung determinat dari matriks, menemukan invers dan menyelesaikan persamaan linear simultan dengan bantuan determinant.			X				SO-a Engineering Knowledge Utilization
6.	Mahasiswa bisa menjelaskan makna dari Konsep Eigenvalues, Eigenvectors dan singular value decompositions (SVD), mampu melakukan dekomposisi eigenvalue singular value dari suatu matriks.			X				SO-e Problem Analysis

Aljabar Linear: Course Learning Outcome

1. 30 Point

Diketahui matriks berikut ini:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 4 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

- Sebagai langkah untuk menentukan *eigenvalue* dan *eigenvector* matriks \mathbf{A} , mulailah dengan syarat yang harus dipenuhi untuk menentukan *eigenvalue* dan *eigenvector* matriks \mathbf{A} hingga diperoleh persamaan polinomial dalam *eigenvalue* λ [LO5].
- Cek persamaan polinomial di atas. Selidiki apakah $\lambda=1$, $\lambda=3$, dan $\lambda=-2$ merupakan *eigenvalue* matriks \mathbf{A} ? Jika ya tunjukkan dengan cara yang menurut anda paling sederhana lalu temukan *eigenvalue-eigenvalue* yang lain! Jika tidak, temukan seluruh *eigenvalue* matriks \mathbf{A} [LO6].
- Temukan semua *eigenvector* matriks \mathbf{A} yang bersesuaian dengan *eigenvalue-eigenvalue* di atas [LO6].
- Apakah proses diagonalisasi bisa dilakukan? Jelaskan mengapa ya atau mengapa tidak! Jika diagonalisasi bisa dilakukan, lakukan proses diagonalisasi pada matriks \mathbf{A} dengan menggunakan hasil pada nomor b) dan c) [LO6].
- Berapakah dimensi dari *Nullspace* bagi matriks $\mathbf{A}+2\mathbf{I}$? [LO4]

Aljabar Linear: Course Learning Outcome

2. 30 Point

Diketahui suatu matriks \mathbf{Z} berukuran 3×2 dan diberikan oleh

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}$$

- Tentukan dimensi *Column Space* dari \mathbf{Z} , dimensi *Row Space* dari \mathbf{Z} , dimensi *Null Space* dari \mathbf{Z} dan dimensi *Null Space* dari \mathbf{Z}^T [LO4].
- Jika $\mathbf{Y}=\mathbf{Z}^T\mathbf{Z}$ dan $\mathbf{X}=\mathbf{Z}\mathbf{Z}^T$, tunjukkan bawah matriks $\mathbf{C}=\mathbf{Y}^T\mathbf{Y}$ adalah matriks positif semidefinite [LO6].
- Apakah diagonalisasi *orthogonal* pada matriks \mathbf{X} bisa dilakukan? Jelaskan jawaban anda. Apabila diagonalisasi *orthogonal* bisa dilakukan pada \mathbf{X} , tuliskan dekomposisi *eigenvalue* dari \mathbf{X} [LO5 dan LO6].
- Temukan Dekomposisi nilai Singular (SVD) dari matriks \mathbf{Z} [LO6].

Aljabar Linear: Course Learning Outcome

3. 40 Point [seluruhnya LO4]

Diberikan suatu matriks \mathbf{A} (dengan kolom ke- i diberikan oleh vektor \mathbf{a}_i) dan vektor \mathbf{b} berikut ini:

$$\mathbf{A} = [\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ -1 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 11 \\ 7 \\ 2 \\ 9 \end{bmatrix}$$

- Jika matriks \mathbf{A}_{23} diberikan oleh $\mathbf{A}_{23} = \mathbf{a}_2 \mathbf{a}_3^T$, tentukan dimensi *Column Space* dari \mathbf{A}_{23} , dimensi *Row Space* \mathbf{A}_{23} , dimensi *Null Space* dari \mathbf{A}_{23} dan dimensi *Null Space* dari \mathbf{A}_{23}^T .
- Lakukan Faktorisasi QR terhadap matriks \mathbf{A} di atas.
- Berdasarkan hasil dari item b), tentukan dimensi *Column Space* dari \mathbf{A} , dimensi *Row Space* \mathbf{A} , dimensi *Null Space* dari \mathbf{A} dan dimensi *Null Space* dari \mathbf{A}^T .
- Tentukan solusi Least Square dari permasalahan sistem persamaan linear $\mathbf{Ax}=\mathbf{b}$.
- Tentukan proyeksi dari vektor \mathbf{b} pada subspace yang dicakup oleh *Column Space* dari \mathbf{A} serta matriks proyeksi \mathbf{P} yang memproyeksikan \mathbf{b} ke subspace tersebut.
- Apakah proyeksi dari \mathbf{b} adalah vektor \mathbf{b} sendiri? Jelaskan mengapa demikian dan mengapa tidak demikian!

Pengajaran Matakuliah Dasar dan Matematika di DTETI-UGM

- Seluruh matakuliah dasar (termasuk matakuliah Matematika) diampu oleh tim dosen (sepasang dosen).
- Sebagian besar matakuliah dasar disertai dengan kelas tutorial. Tutorial wajib diikuti. Absen lebih dari 6 kelas tutorial tidak diperbolehkan ikut ujian.
- Kelas Tutorial menyediakan:
 - Pembahasan contoh-contoh dan latihan-latihan soal
 - Practice makes perfect
 - Review materi yang telah disampaikan di kelas utama
- Pengelolaan Kelas Tutorial:
 - Dosen sebagai Koordinator
 - Mahasiswa Senior sebagai Tutor

Pengelolaan Kelas Tutorial

- ✓ Kebijakan Program Studi:
 - ✓ Kelulusan mensyaratkan keterlibatan sebagai panitia event, pengurus organisasi kemahasiswaan, asisten praktikum, tutor matakuliah dasar.
- ✓ Mahasiswa senior mendaftar sebagai calon tutor
- ✓ Calon Tutor diseleksi oleh Dosen Koordinator
- ✓ Jumlah tutor bervariasi:
 - ✓ Matakuliah dengan peserta hingga 200 dapat merekrut hingga 20 tutor.
 - ✓ Matakuliah dengan peserta sekurang-kurangnya 10 peserta bisa merekrut 3-4 tutor.

Pengelolaan Kelas Tutorial

- Tugas Tutor:
 - Mempersiapkan contoh soal yang akan dibahas
 - Mereview teori yang didiskusikan di kelas utama
 - Memberikan Penugasan, Pekerjaan Rumah, dan Kuis
 - Mengkoreksi Hasil Penugasan, Pekerjaan Rumah, dan Kuis
- Dosen Matakuliah tidak diperbolehkan untuk membebani tutor dengan penyampaian materi yang harusnya diberikan di kelas utama.
- Tutorial tidak menggantikan penyelenggaraan kelas utama.

Manfaat dan Kendala Tutorial

- ✓ Materi disampaikan dengan gaya dan Bahasa yang berbeda oleh pihak yang usianya tidak terlampau jauh dari peserta.
- ✓ Peserta lebih leluasa untuk bertanya. Sifat lebih informal
- ✓ Beberapa tutor bersedia membantu di luar jam tutor
- ✓ Mahasiswa Senior mengalami upgrade dalam hal pemahaman akan matakuliah dasar.
- ✓ Saat ini jam tutorial cenderung singkat (sekitar 1 jam)
- ✓ Mahasiswa sibuk mengerjakan PR dari kelas tutorial sebelumnya.
- ✓ Jadwal aktivitas kuliah mahasiswa tingkat bawah menjadi lebih padat.

Evaluasi Tutorial

- Evaluasi Peserta Tutorial terhadap Tutor: Masih informal (inisiatif tutor)
- Evaluasi Tutor terhadap jalannya Tutorial: Kuesioner On-Line
- Evaluasi antar Tutor: Baru direncanakan
- Evaluasi Tutor oleh Dosen Koordinator: Baru direncanakan