



FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Mekatronika –Cara yang Lebih Baik Untuk Mendapatkan Fungsionalitas

oleh Dr. Karl Reisinger

- Ringkasan Pelatihan
- Dari fungsionalitas ke aliran sinyal

CONTENT OF THE PRESENTATION:
FOR EDUCATIONAL PURPOSE
ONLY

Ringkasan



- Senin: Khon Kaen,
 - Pelatihan
- Selasa: **Mahararakam**
 - Penjemputan di hotel 7:30
 - Upacara Penyambutan & Pembukaan
 - Pelatihan
 - Tur Lab Singkat & Makan Malam Selamat Datang – MSU
- Rabu: **Site Visit**
 - Penjemputan 8:30
 - CTV
 - Atipong
 - Khon Kaen – Pasar Ton Tan & Tur Kota
- Kamis: Khon Kaen
 - Pelatihan

Pelatihan

- Senin, Selasa pagi: **Mekatronika**
 - Presentasi oleh Karl Reisinger, (Thomas Lechner)
 - Workshop oleh kita SEMUA.
- Selasa, Kamis: **Pengujian**
 - Presentasi oleh Karl Reisinger, (Thomas Lechner)
 - Workshop oleh kita SEMUA.
- Kamis: **Konsep EKTU**
 - Pengantar oleh Thomas Esch
 - Workshop oleh kita SEMUA



Ringkasan - Mekatronika



Apa itu Mekatronika? – – Cara yang lebih baik untuk mendapatkan fungsionalitas

- Dari fungsionalitas hingga aliran sinyal melalui studi kasus

Pengajaran Mekatronika & Pengembangan Perangkat Lunak 1

- Mekatronika di FHJ – pengembangan kontrol kopling
- Proses pengembangan perangkat lunak otomotif, V-Model, Model-In-The-Loop, Hardware-In-The-Loop
- Aplikasi melalui CAN: CCP/XCP – kunci untuk melihat sinyal dan mengatur parameter secara real time

Pengajaran Mekatronika & Pengembangan Perangkat Lunak 2

- Menyiapkan sistem mekatronik
- Simulink sebagai bahasa program dan lingkungannya
- Integrasi CCP/XCP

Pelatihan langsung: konsep pengajaran untuk masing-masing universitas mitra

- Pengantar
- **SEMUA:** Persiapan + Tanya Jawab
- **SEMUA:** presentasi hasil dan





FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Apa itu Mekatronika?

Cara yang lebih baik untuk mendapatkan Mesin
"pintar" dengan fungsi baru...



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

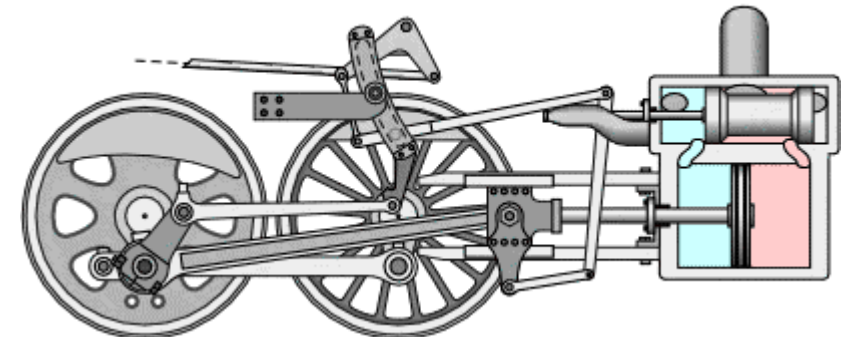
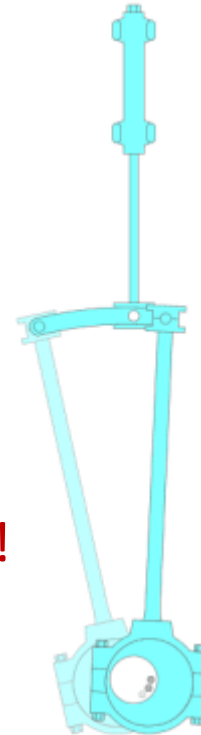
This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Stephenson tidak memiliki Mekatronika

...

- Kegunaan
 - Kontrol katup dengan pengaturan waktu yang dapat disesuaikan
- Solusi
 - secara mekanis
- Keuntungan
 - robust
- Kerugian
 - aus, kompleks = biaya unit tinggi
 - perubahan waktu = perubahan bagian!

→ hanya kecerdasan terbatas yang mungkin



Kecerdasan Terbatas?

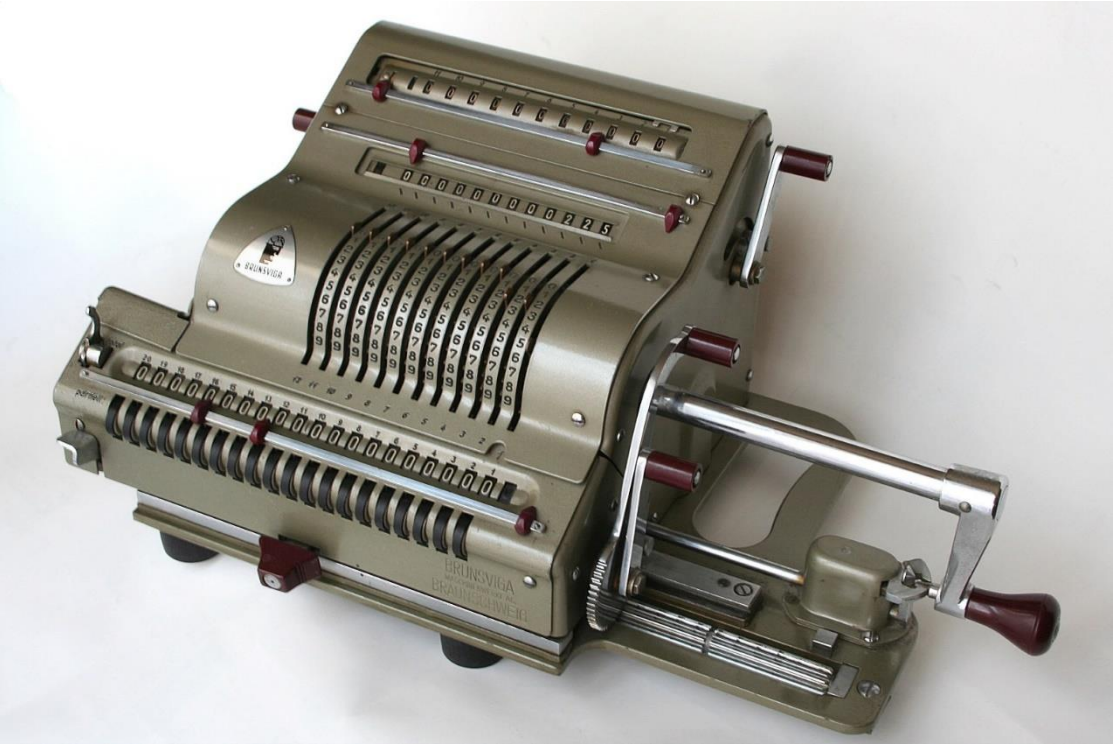


<https://de.wikipedia.org/wiki/Vier-Spezies-Maschine>



Kecerdasan Terbatas?

YA, kecerdasan itu terbatas...



<https://de.wikipedia.org/wiki/Vier-Spezies-Maschine>



<https://de.wikipedia.org/wiki/HP-41C>



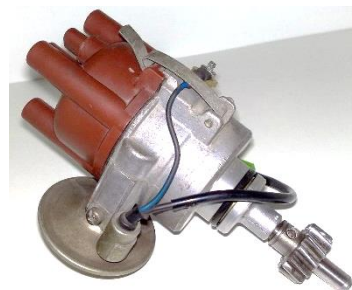
https://de.wikipedia.org/wiki/Samsung_Galaxy_Note

Bagaimana cara Anda menyelesaikan tugas ini?

Optimalisasi proses pembakaran

- campuran bahan bakar
 - persamaan Bernoulli
 - saklar sensitif suhu
 - ...
- Pengapian
 - membran
 - gaya sentrifugal

Cukup akurat?

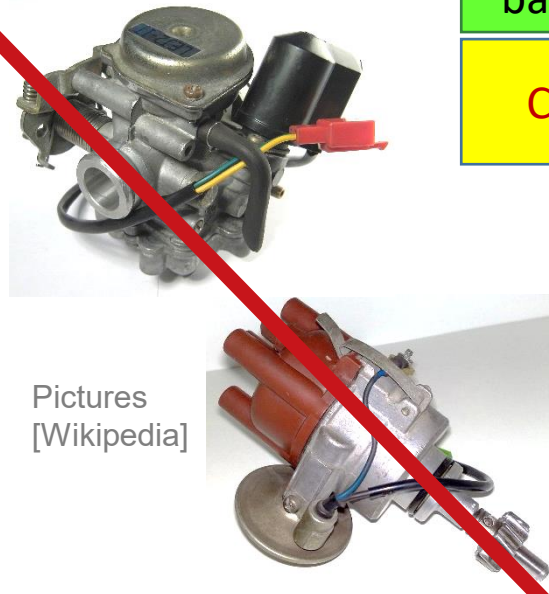


Bagaimana Anda ingin menyelesaikan tugas ini?

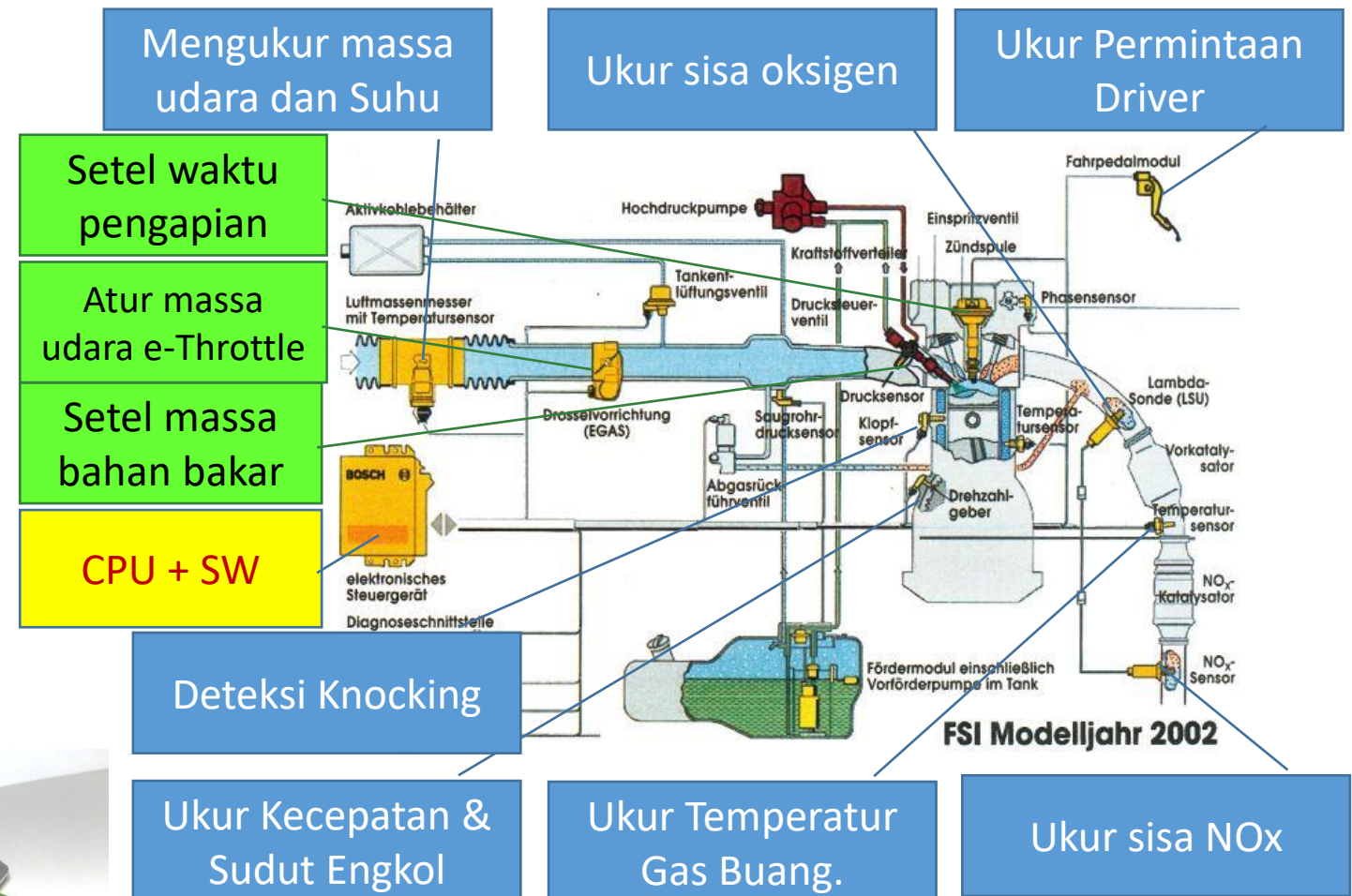
Selesaikan tugas kompleks dengan perangkat lunak

Optimalisasi proses pembakaran

- Mengukur/memperkirakan semua variabel keadaan yang signifikan
- **Pemrosesan berbasis model**
- Set Tindakan
 - pengapian
 - throttle
 - injeksi,
 - ...



Pictures [Wikipedia]

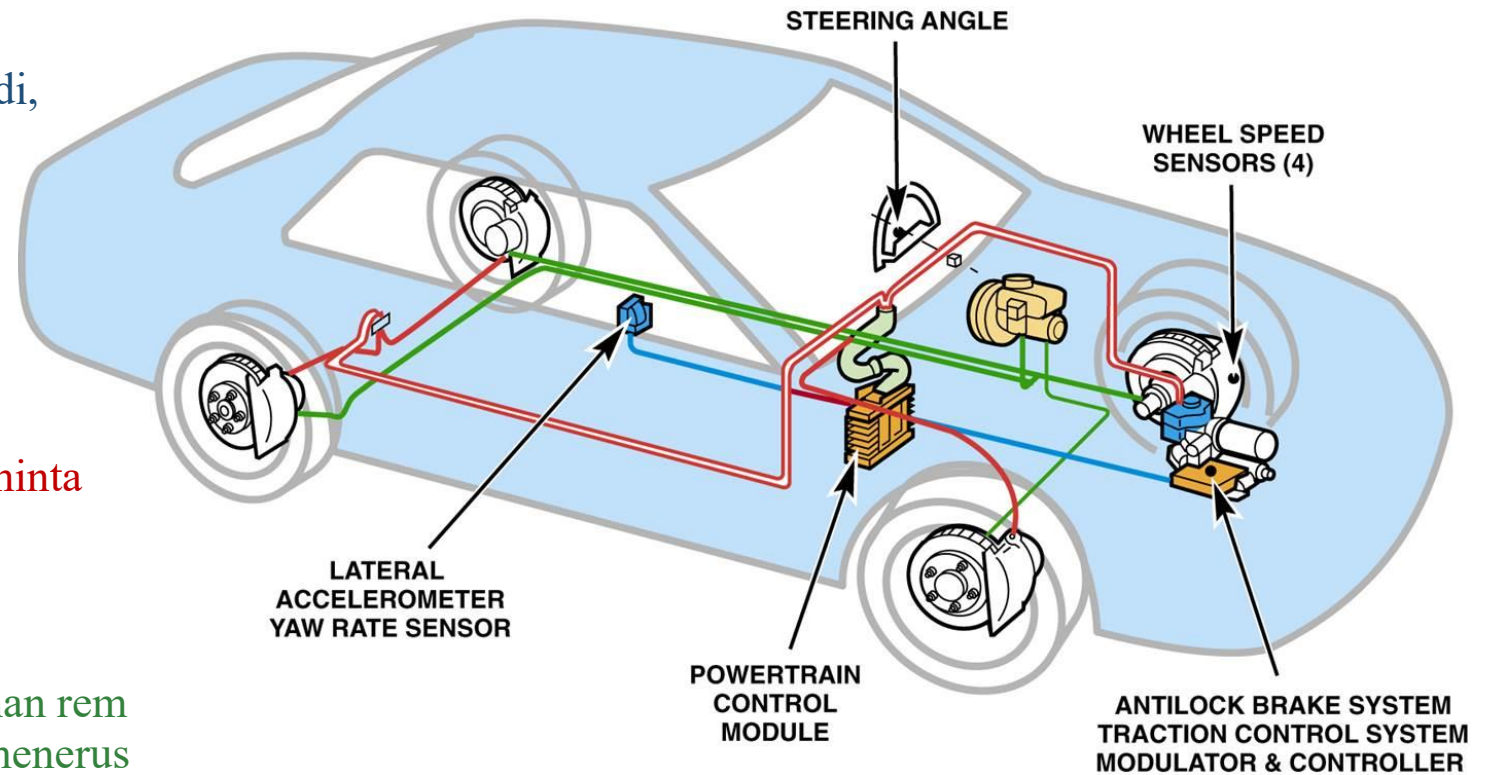


[Base Picture: VW, Bosch, Internet, ZAWM Belgien]

Contoh: Antilock-brake-system

Menghindari slip berlebih agar dapat mengarahkan setir ketika rem darurat

- Estimasi Status Kendaraan
 - kecepatan roda, sudut roda kemudi, percepatan lateral,
- Permintaan Driver
 - sudut roda kemudi
 - tekanan rem
- ECU
 - Estimasi slip roda
 - Bandingkan dengan slip yang diminta
 - Batasi tekanan rem
 - Keamanan
- Tindakan
 - katup terkontrol membatasi tekanan rem
 - pompa untuk pengereman terus menerus

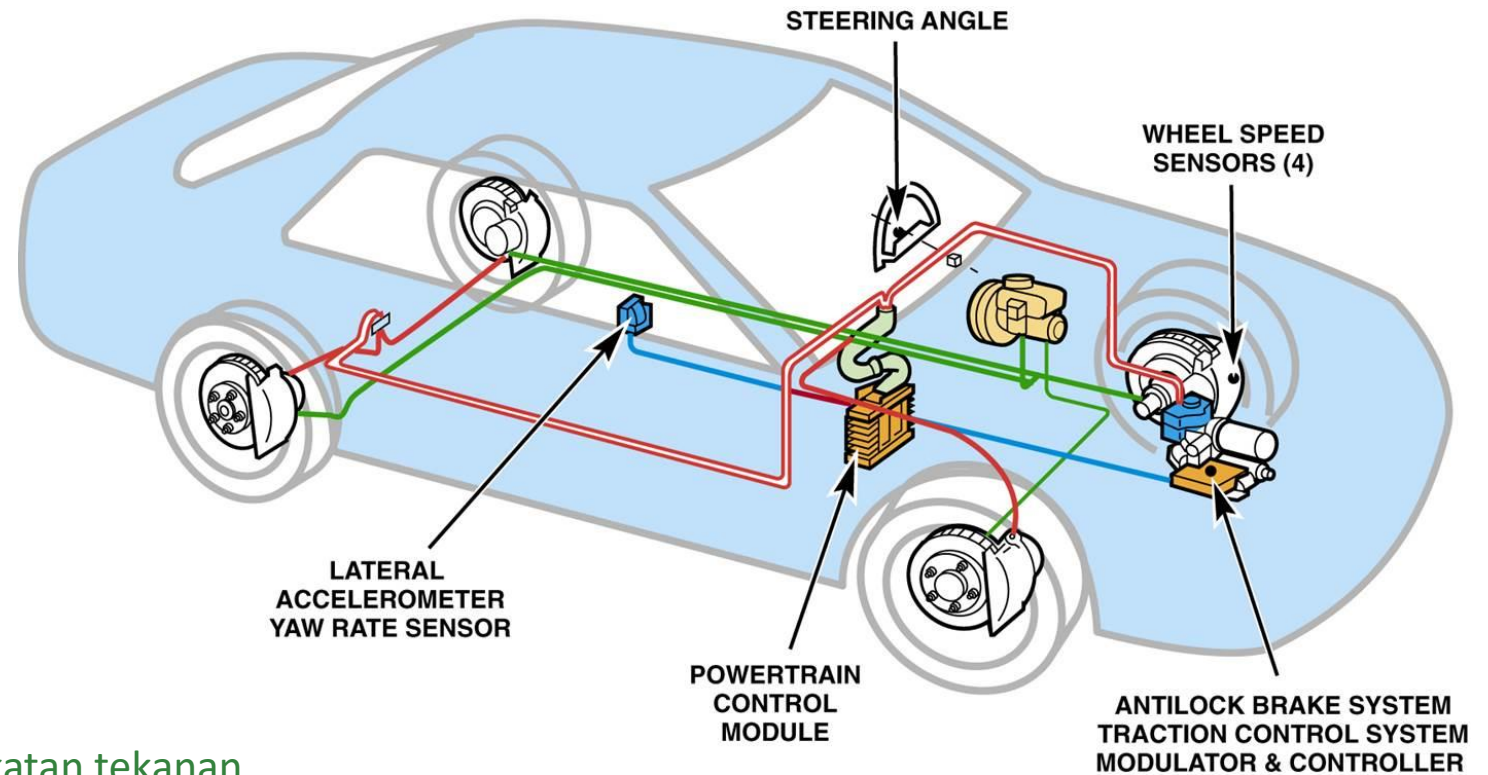


<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

Contoh: Kunci Diferensial Elektronik

Menghindari putaran roda pada μ -split untuk meningkatkan traksi

- Estimasi Status Kendaraan
 - Sensor Anti-Lock-System
 - torsi mesin
 - tingkat yaw
- Permintaan Driver
 - Sensor Anti Kunci
- ECU
 - Fungsi Anti Kunci +
 - Kalkulasi torsi rem
 - Hindari rem panas
 - Atur tekanan rem pada satu roda
- Tindakan
 - Sistem Anti Kunci +
 - 2 katup tambahan untuk peningkatan tekanan

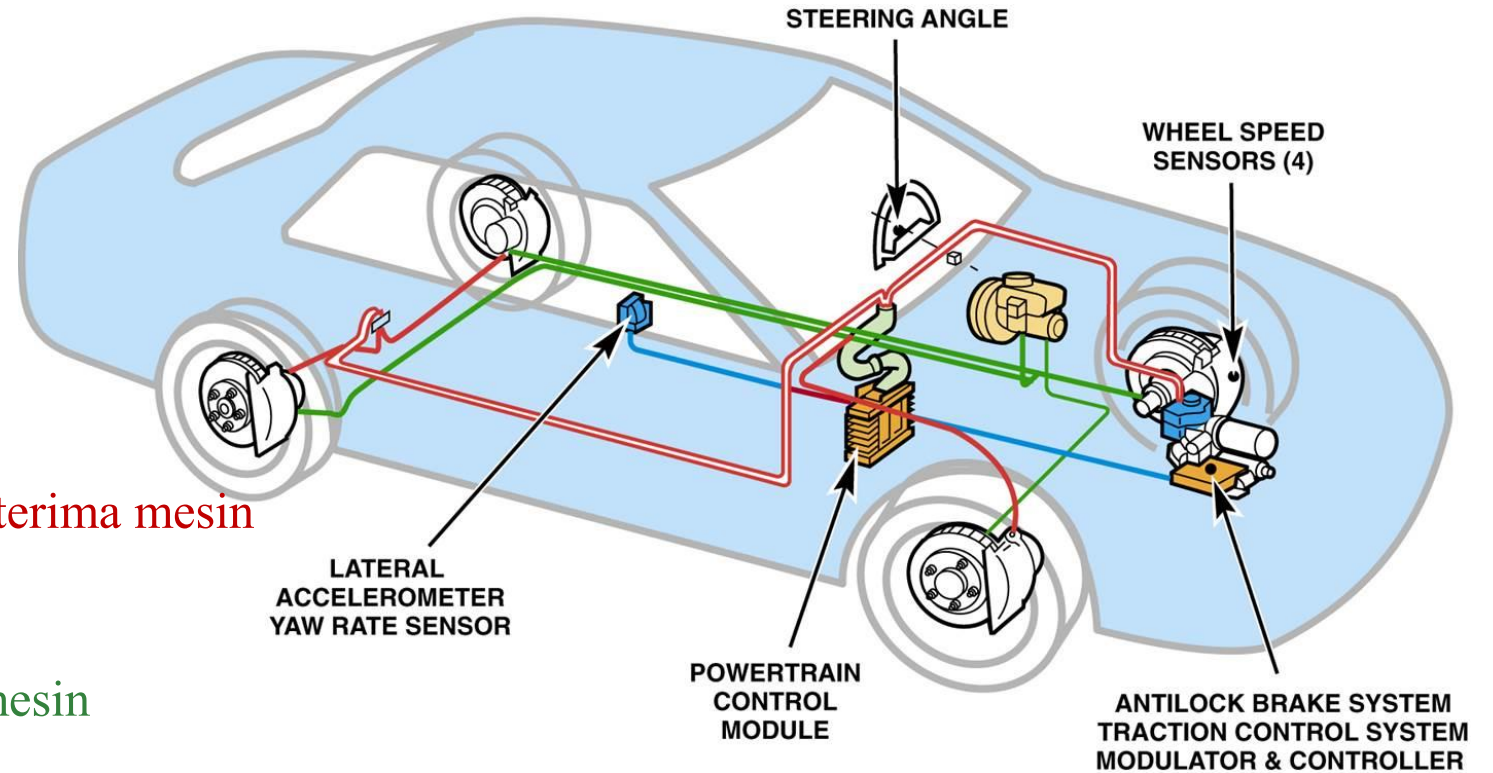


<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

Contoh: Kontrol Traksi

Mengjindari berputarnya kedua roda yang digerakkan saat μ -low

- Estimasi Status Kendaraan
 - sistem di atas
- Permintaan Driver
 - sistem di atas
- ECU
 - Sistem di atas
 - batasi model torsi mesin
 - Torsi maksimal yang dapat diterima mesin
- Tindakan
 - Sistem di atas
 - + torsi maksimal pada ECU mesin
 - ++ throttle elektronik

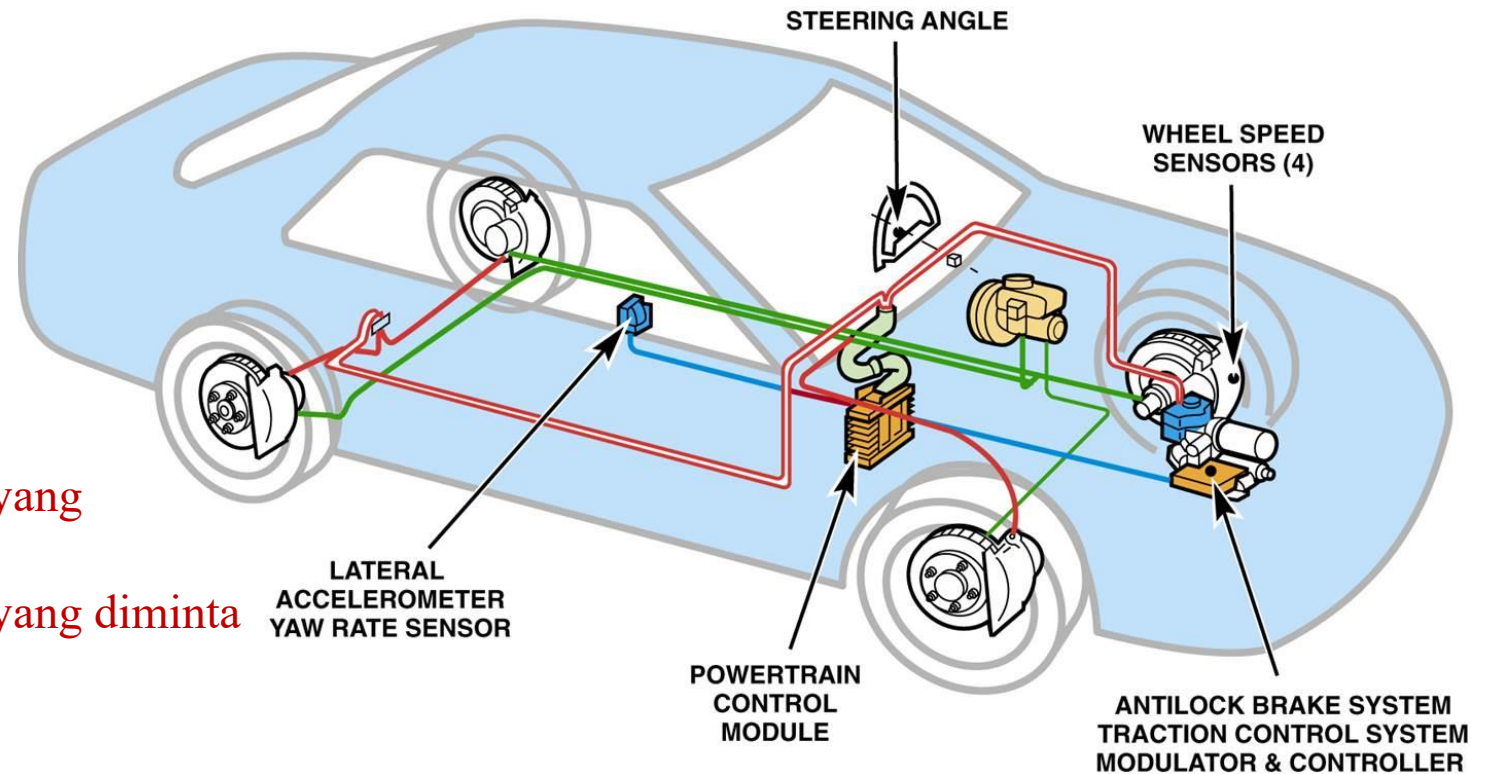


<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

Contoh: Kontrol Stabilitas Elektronik

menghindari over/understeering dan seli[p yang berlebihan

- Estimasi Status Kendaraan
 - sistem di atas
- Permintaan Driver
 - system above
- ECU
 - sistem di atas
 - memperkirakan sudut slip body yang sebenarnya
 - memperkirakan sudut slip body yang diminta
 - batasi torsi mesin
 - atur tekanan rem pada satu roda



<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

Ada banyak Subsistem di Mobil modern, mereka terhubung.

- **Bagikan Sensor**

- misalnya sensor kecepatan roda
- diperoleh dari Anti Lock - ECU
- digunakan oleh speedometer/odometer, kontrol gear box, kontrol kopling, ..., kenyalangan radio

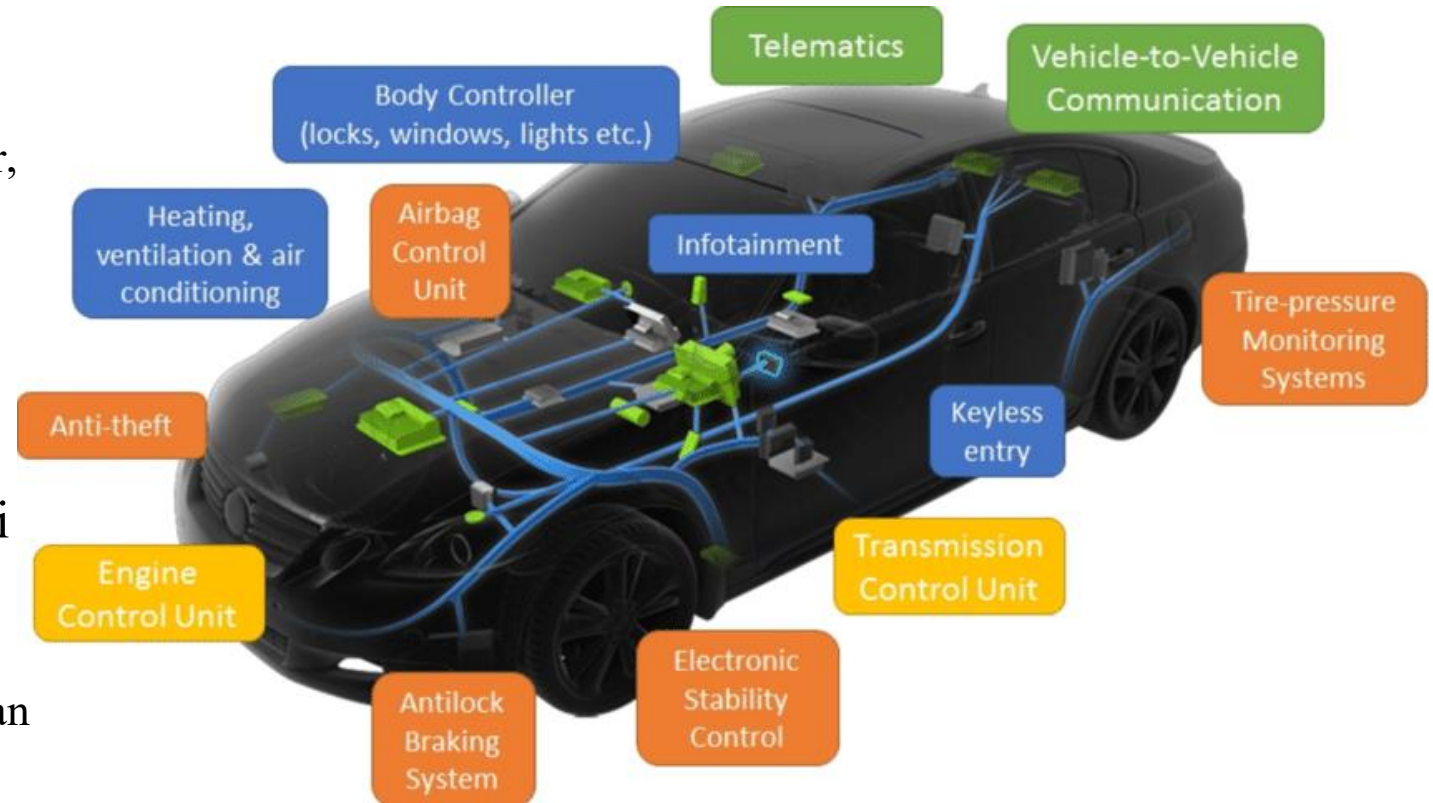
- **Antarmuka Sederhana: Subsistem Cerdas**

- kekuatan
- **BUS-Connection** untuk sinyal

- **Fungsionalitas baru** dengan koneksi pintar

- cornering lamp = lampu kabut pintar mencerahkan sudut dalam
- tutup jendela dengan sistem penguncian sentral
- ...

- **Titik Penjualan Unik**



https://www.researchgate.net/publication/320198036_Security_Concerns_in_Co-operative_Intelligent_Transportation_Systems

Pandangan IEEE/ASME tentang Mekanika?



Mekanika adalah integrasi sinergis dari teknik mesin dengan elektronik dan kontrol komputer cerdas pada desain dan pembuatan produk dan proses industri “

Definisi dalam IEEE/ASME Trans. tentang Mekanika (1996)[Moheimani S.I.R.: Pemimpin Redaksi, Mekanika; ELSEVIR <https://www.journals.elsevier.com/mechatronics>, 20.01.2020]

Integrasi Sinergis

- Solusi yang lebih baik karena setiap domain tunggal.

Teknik Mesin

- ... mendesain bodi itu sendiri.

Elektronik

- ... untuk merasakan dan bergerak.

Kontrol Komputer Cerdas

- Membuat benda mekanis menjadi cerdas untuk melakukan tugas kompleks secara otomatis
- menyediakan antarmuka sederhana antar subsistem

Produk dan Proses Industri

- Produk cerdas dapat melakukan proses yang kompleks.



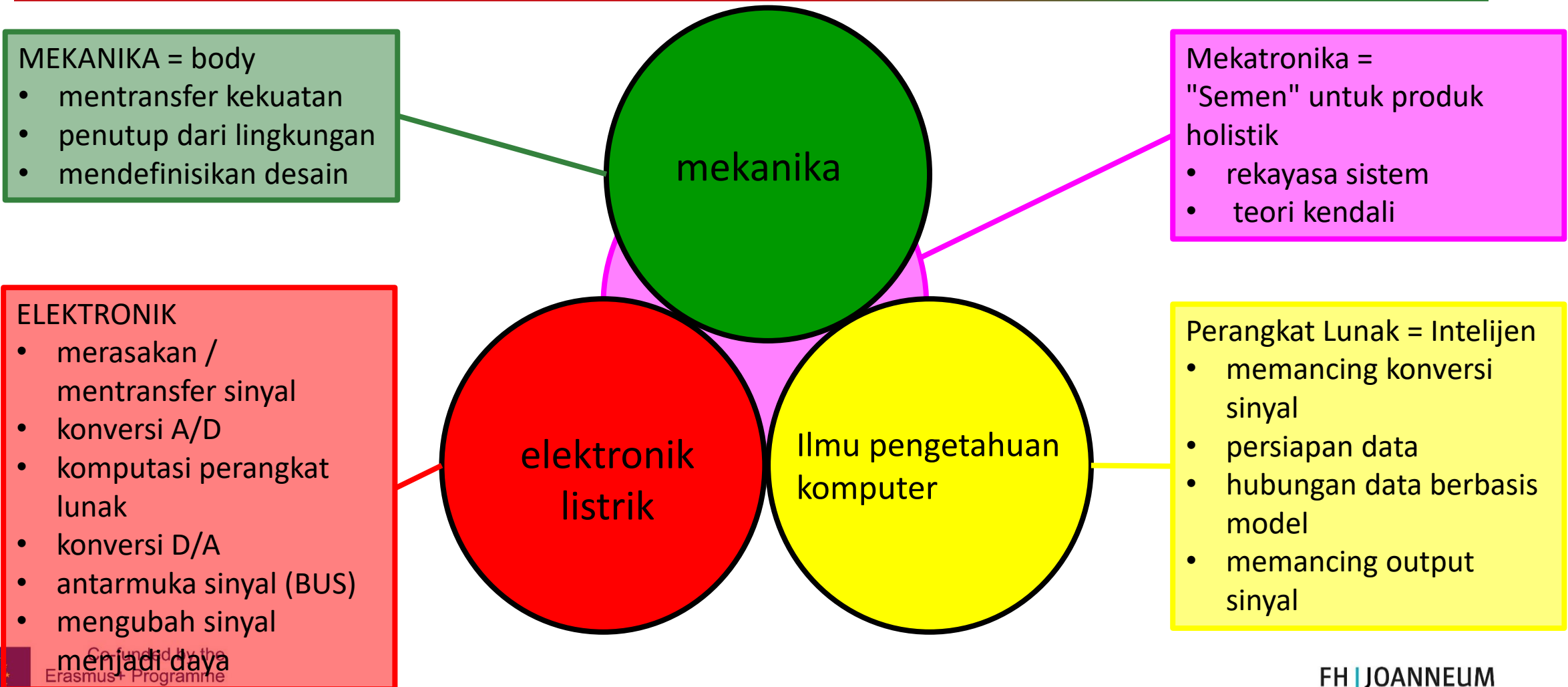
Sistem Tertanam



- Komputer tertanam dalam konteks teknis melakukan tugas otomatisasi
- Seringkali di latar belakang, tidak terlihat oleh pelanggan
- **Menangkap Status Sistem**
sensor elektronik, cepat & akurat, mengubah besaran fisik menjadi sinyal listrik atau sinyal elektronik (BUS)
- **Memproses informasi**
 - **Akuisisi Data:** mengubah sinyal listrik menjadi variabel
 - **Persiapan Data:** menentukan variabel berbasis fisik
 - **Hubungan data:** menghitung sinyal berdasarkan logika, persamaan, dan karakteristik menggunakan pandangan fisika teknik untuk mendapatkan fungsi yang tepat
 - **Atur Tindakan:** Output digital menggunakan sinyal PWM atau BUS
- **Aktuator**
berikan energi ke sinyal untuk memengaruhi sistem

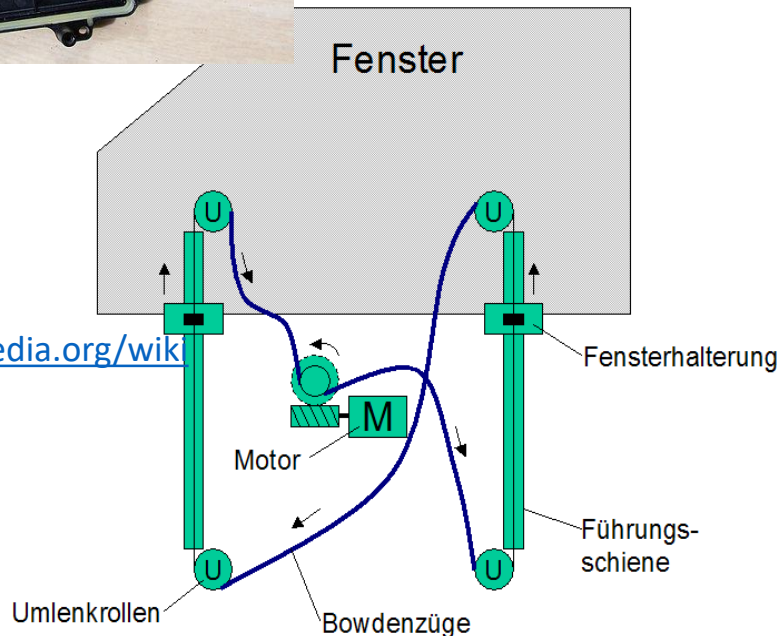
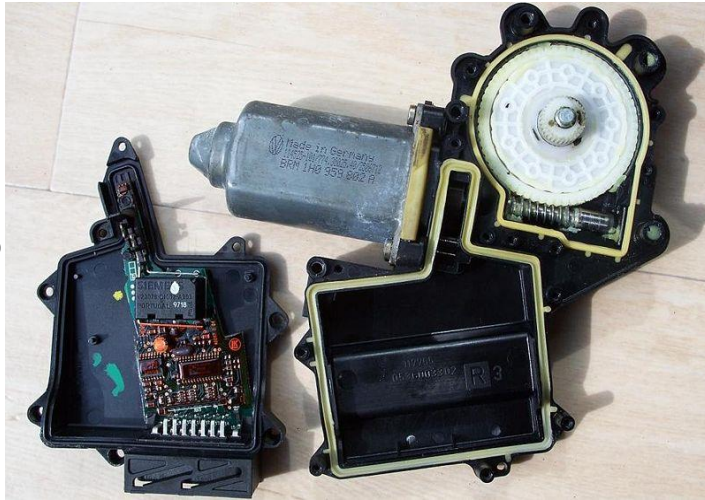


Mekatronika – Tugas Domain



Misalnya Power Window

[Picture: K. Reisinger]



[<https://de.wikipedia.org/wiki/Fensterheber>]

Fungsi Dasar:

- membuka/menutup jendela selama tombol ditekan.
- pengemudi atau penumpang dapat mengoperasikan

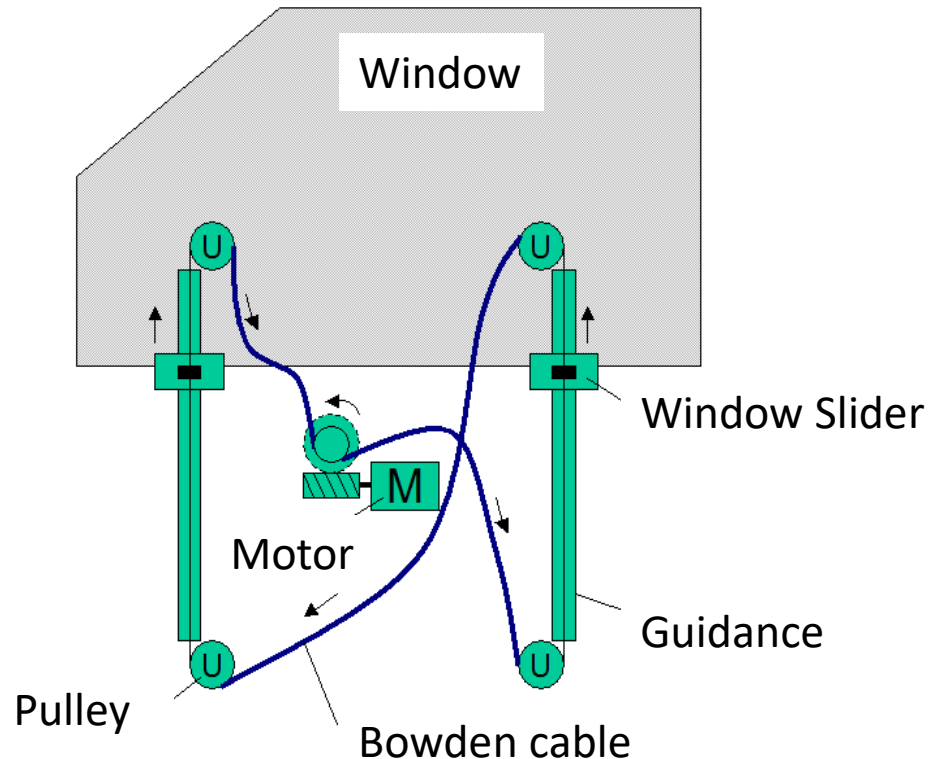
Bahaya

- **menjepit tangan, kepala!**
- pengemudi harus mengambil alih
- nonaktifkan saat kunci kontak mati (pengemudi tidak ada)

Solusi

- sakelar pegas dengan pembuka dan penutup kontak untuk menghindari jalan pintas
- **Tidak perlu Mekanika.**

Mis. Automatic Power Window 1



Fungsionalitas yang Lebih Baik:

- buka/tutup jendela secara otomatis dipicu dengan menekan tombol tekan.
- pengemudi atau penumpang dapat mengoperasikan

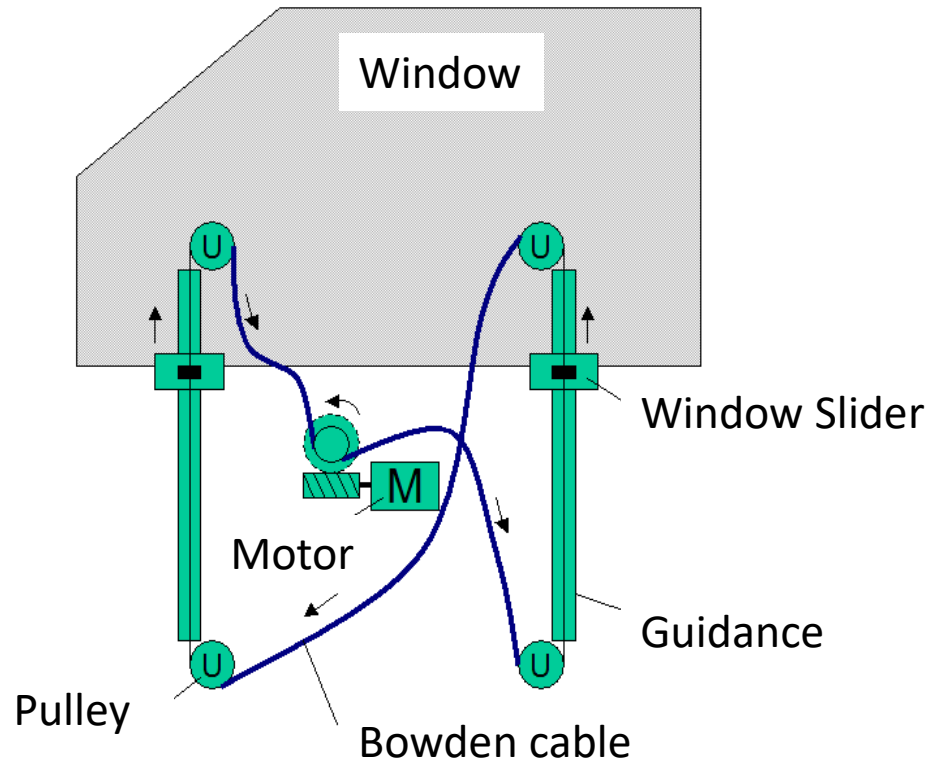
Bahaya

- menjepit tangan, kepala!
- sistem cerdas harus mengambil alih!
- Bagaimana?

Pembagian tugas

- mendeteksi benda yang terjepit
- berhenti menutup saat terdeteksi

Mis. Automatic Power Window 2



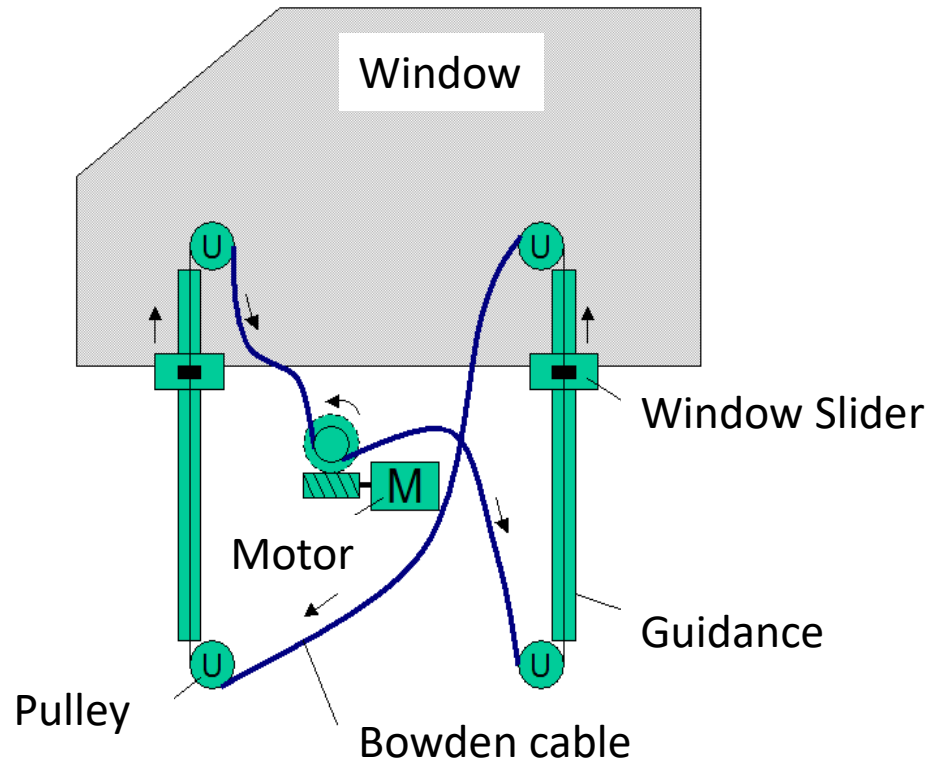
mendeteksi benda yang terjepit

- mendeteksi gaya pada bingkai
 - selang sensor berisi udara + sensor tekanan
 - Bagaimana cara memeriksa secara berkala?
- mengukur kekuatan penutupan
 - sensor gaya pada panduan geser
 - sensor gaya di kabel Bowden
 - mengukur torsi dukungan motor
 - pengukuran torsi di roda Bowden
 - tentukan torsi poros motor
 - ...

berhenti menutup saat terdeteksi

- buka celah
- matikan motornya

Mis. Automatic Power Window 3



mendeteksi objek yang dijepit dengan penentuan torsi motor

- mengukur torsi poros motor
- memperkirakan torsi poros motor
 - $J \frac{d\omega}{dt} = +k_t \cdot i(t) + M_{shaft}(t)$
 - Ukur arus motor (t) menggunakan shunt internal di unit kontrol
 - Ukur kecepatan ω menggunakan sensor kecepatan tambahan
 - turunkan kecepatan secara numerik terhadap waktu

→ Variabel kontrol $M_{shaft}(t)$

→ Kecerdasan dalam Perangkat Lunak ECU

→ Sensor sederhana, murah, dan robust digunakan

→ **Sistem Mekatronika dengan Nilai Tambah**

Alur Kerja Mekatronika untuk Produk baru

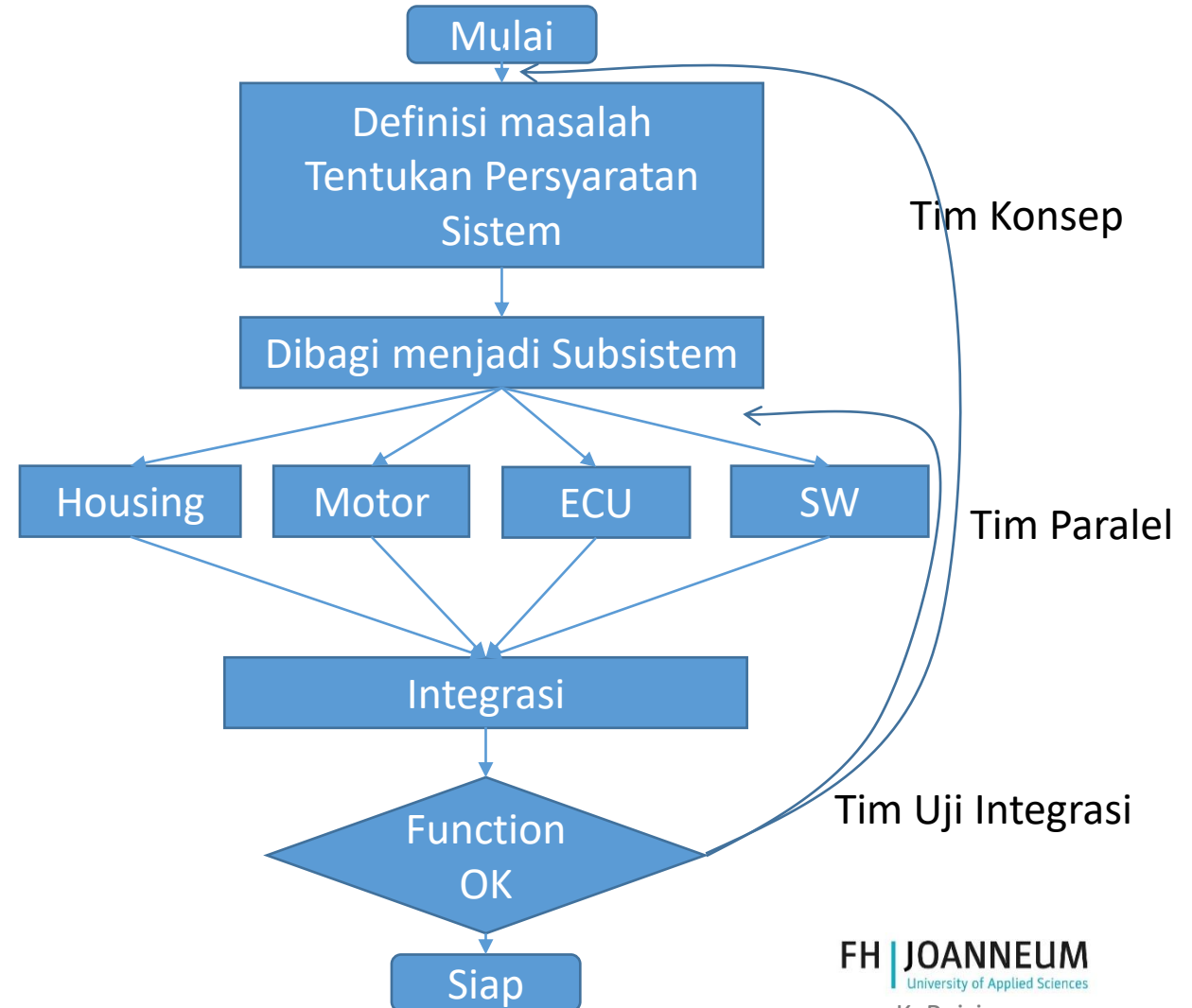


- **Lepaskan diri Anda dari solusi yang telah diketahui!**
- **Fungsionalitas mana yang kita inginkan?**
 - Menentukan kebutuhan
- **Apakah ada perilaku berbahaya yang harus dihindari?**
 - **Bahaya** → Persyaratan Keamanan
- **Sinyal mana yang harus kita rasakan untuk mengetahui status sistem?**
 - **sinyal masukan**
 - Bagaimana kita bisa mendapatkannya? (langsung atau menggunakan hukum fisika)
- **Bagaimana kita dapat mempengaruhi sistem dengan cara yang benar?**
 - sinyal keluaran / tindakan
 - bagaimana kita bisa melakukan itu?
- **Mulai merancang konsep secara mekanis...**

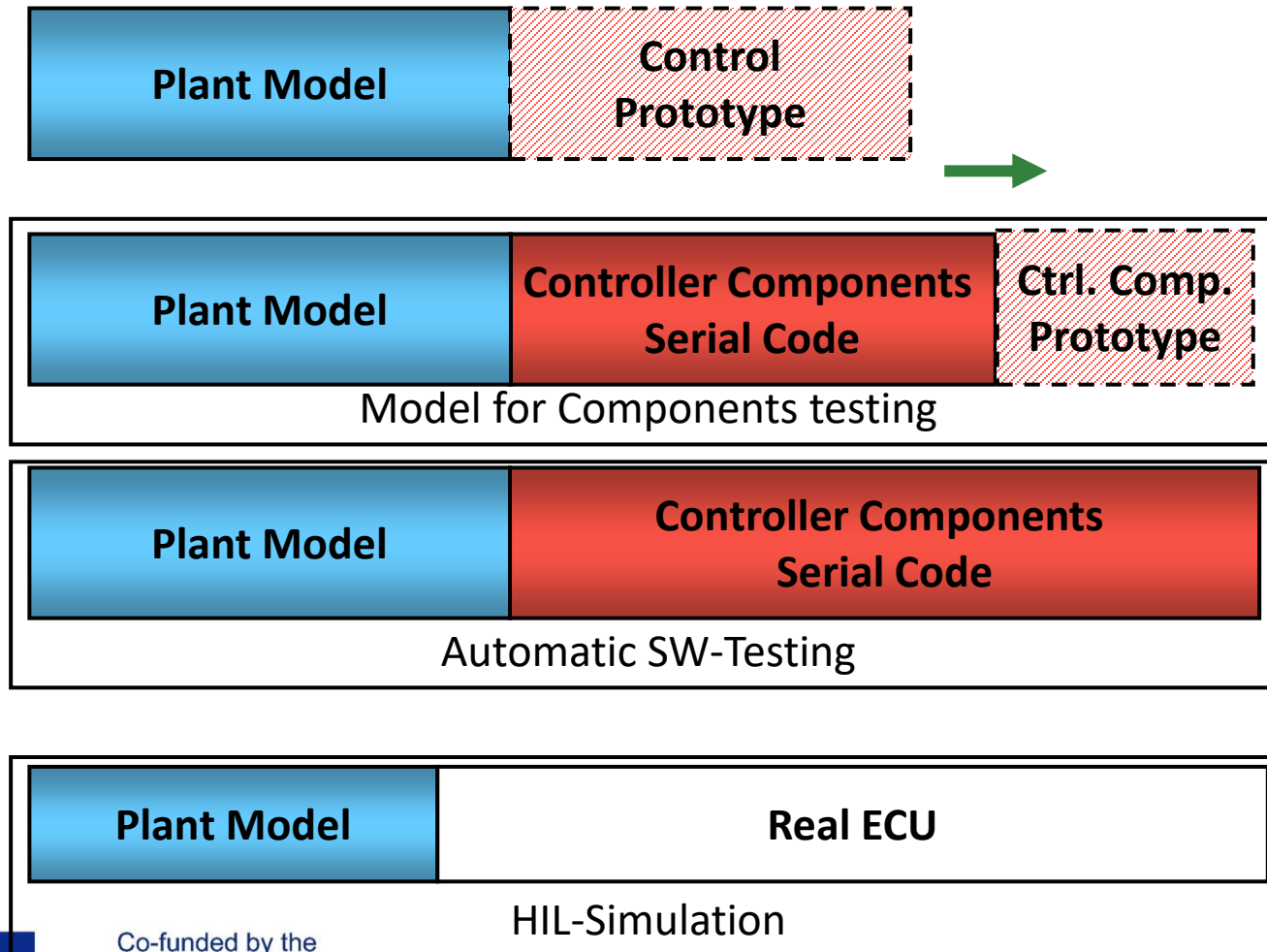


Pengembangan Sistem Mekatronika

- Pengembangan Otomotif dilakukan oleh banyak tim / perusahaan secara paralel
- **Di SOP SEMUA harus siap!**
- Sangat penting untuk mendefinisikan apa yang kita inginkan!
- **Buat langkah kecil yang aman untuk mencapai tujuan tepat waktu.**



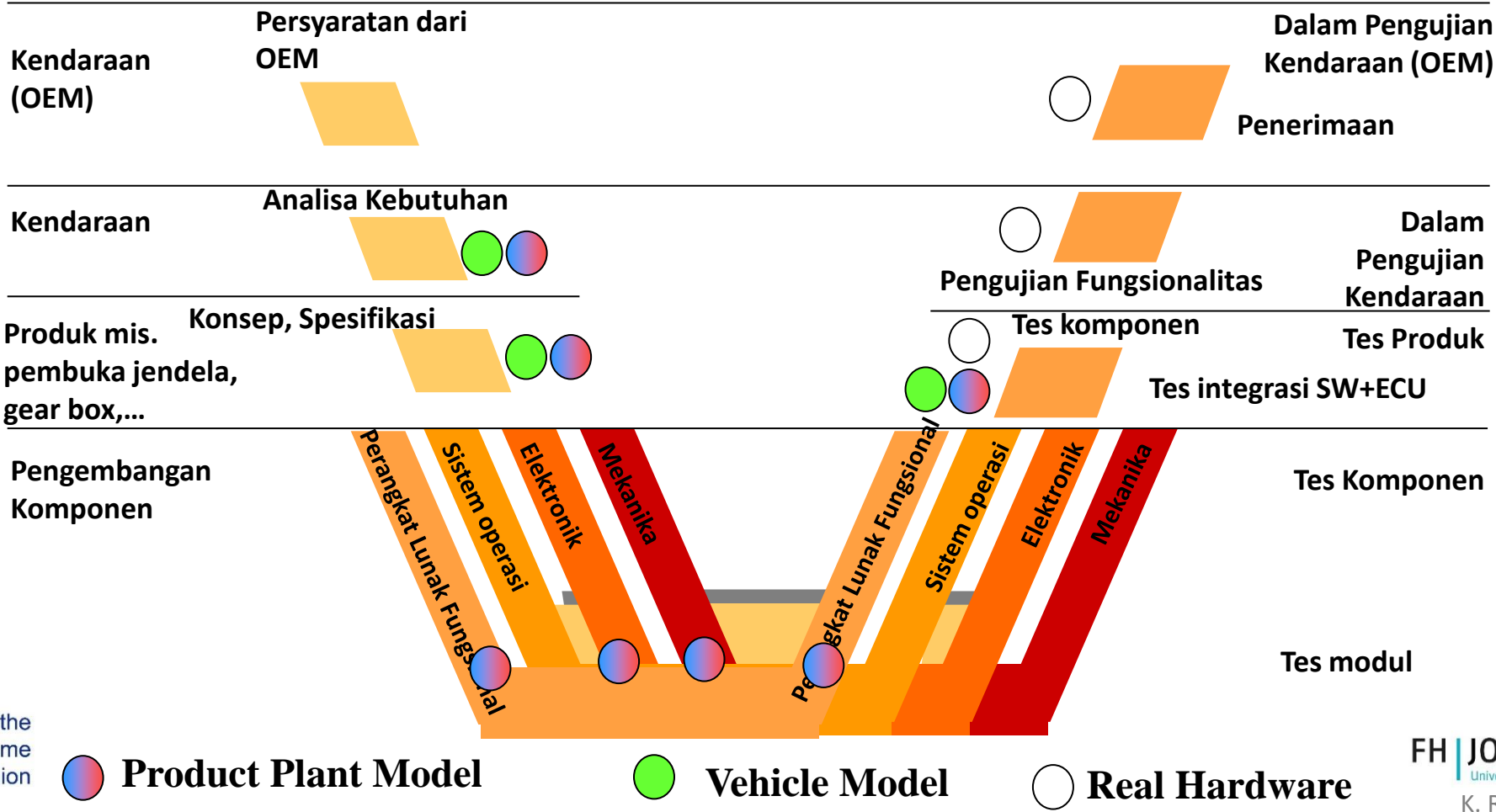
Proses Desain Berbasis Model



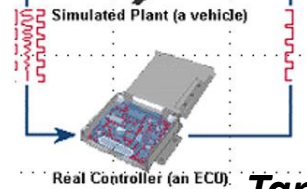
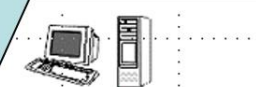
- **Berbasis model:** model simulasi menyertai Pengembangan
- Model In the Loop untuk kelayakan
 - Plant + Prototype
- Modul Perangkat Lunak
 - Plant + bagian dari Prototype
- Perangkat Lunak In the Loop
 - Plant + Perangkat Lunak Serial
- Perangkat keras In the Loop
 - ECU Asli

Penggunaan Model Simulasi

Definisi dan Validasi



V-Model untuk Pengembangan Perangkat Lunak



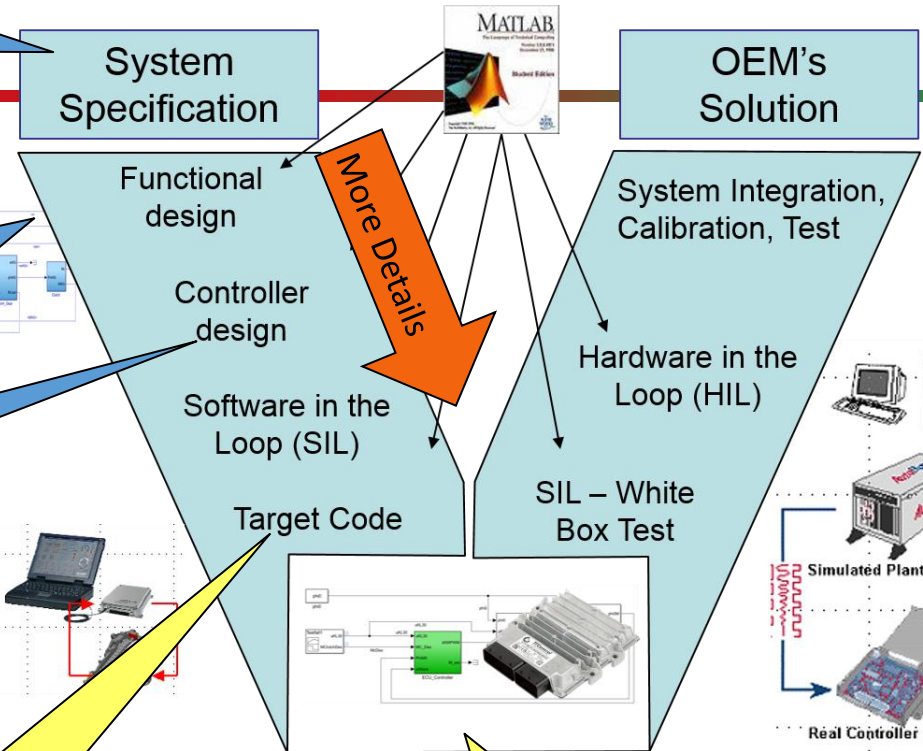
Kelayakan Simulink Model plant & controller + Dokumentasi

Spesifikasi Perangkat Lunak Model sederhana Controller, Definisi persyaratan

Model In the Loop Model Software Simulink (ideal) terhadap simulasi model yang diperbaiki.

Desain software
Pemisahan modul,
→ re-usable, testable

Pemrograman
Simulink Software
→ (otomatis)
pembuatan C-Code.

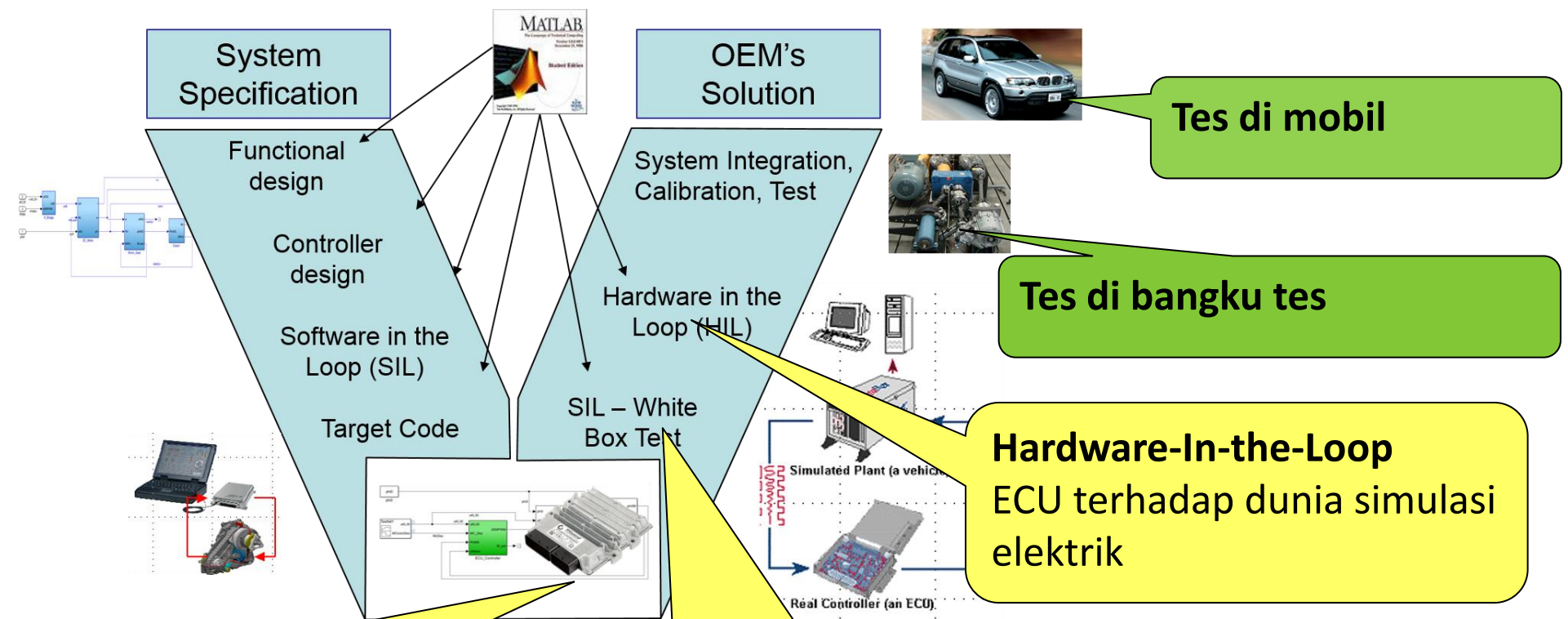


Tanggung jawab

System Engineer

Software Engineer

Test Engineer



Software-Module-Test,
Setiap model Simulink-WS
terhadap urutan pengujian
sederhana yang ditentukan
dalam MATLAB

Software-In-The-Loop
Simulink-WS terhadap
simulasi Plant

Hardware-In-the-Loop
ECU terhadap dunia simulasi
elektrik

Tes di mobil

Tes di bangku tes

- Tanggung jawab**
- System Engineer
 - Software Engineer
 - Test Engineer

SPICE

- Software Process Improvement and Capability Determination ISO/IEC 15504
- membantu memenuhi ¹⁾
 - Functionality (Fungsionalitas)
 - Reliability (Keandalan)
 - Usability (Kegunaan)
 - Efficiency (Efisiensi)
 - Maintainability (Pemeliharaan)
 - Reusability (Dapat digunakan kembali)

Sasaran

- kualitas pengembangan konstan
- komunikasi yang jelas antara insinyur
- hindari melakukan kesalahan yang sama dua kali

- menggunakan V-Model

Anda harus memenuhi standar SPICE untuk mengirimkan OEM Eropa!

1) [ISO 9126, Spillner A., Linz T.: Basiswissen Softwaretest]

Keamanan Fungsional, ISO 26262

Hindari kemampuan oleh operator

Severity to humans
 ↓
 probability
 ↓
 probability
 ↓
 probability

Risk matrix ISO/DIS 26262-3		C - Controllability		
S - Severity	E - Exposure	C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	ASIL A
	E4	QM	QM	ASIL B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	ASIL A
	E3	QM	ASIL A	ASIL B
	E4	ASIL A	ASIL B	ASIL C
S3	E1	QM	QM	ASIL A
	E2	QM	ASIL A	ASIL B
	E3	ASIL A	ASIL B	ASIL C
	E4	ASIL B	ASIL C	ASIL D

Meningkatkan upaya pengembangan dan pengujian

Manajemen Persyaratan

- Tujuan
 - jelaskan fungsinya dengan jelas
 - dan dapat diuji (= dapat diukur)
- Sistem Manajemen Persyaratan memberikan jawaban atas...
 - Fungsionalitas mana yang memiliki status pengembangan mana
 - Fungsi mana yang sudah OK?
 - Persyaratan Sistem mana yang tidak dapat dipenuhi, jika subsistem/komponen gagal atau diubah?

DOORS (***D**ynamic **O**bject **O**riented **R**equirements **S**ystem*) adalah salah satu sistem manajemen kebutuhan yang umum digunakan.

https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_DOORS



Perangkat Lunak dan Bug

- Kegagalan.. hasil/perilaku yang tidak diinginkan

→ Apa yang kamu inginkan? Tentukan Persyaratan sebelum coding!

- Berbeda dengan mekanik / elektrik software sekarang sudah habis.

- Kegagalan dalam perangkat lunak disebabkan oleh kesalahan

→ De-Bugging menemukan penyebab kegagalan dan memperbaikinya

- Tujuan dari Proses Pengembangan Perangkat Lunak adalah untuk menghindari kegagalan kritikal secara total dan mengurangi kegagalan lainnya
 - Tetapkan persyaratan dengan jelas
 - Manajemen Persyaratan
 - terstruktur, pengkodean yang jelas
 - struktur mudah dibaca, catatan
 - pengujian statis, aturan pengkodean, ...
 - pengujian terhadap persyaratan
 - menemukan kegagalan
 - Manajemen mutu
 - Hindari melakukan kesalahan dua kali

Pengembangan perangkat lunak



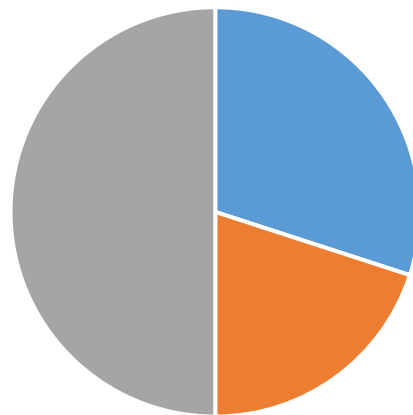
- "Berapa banyak baris yang kamu kodekan hari ini?"



Pengembangan perangkat lunak

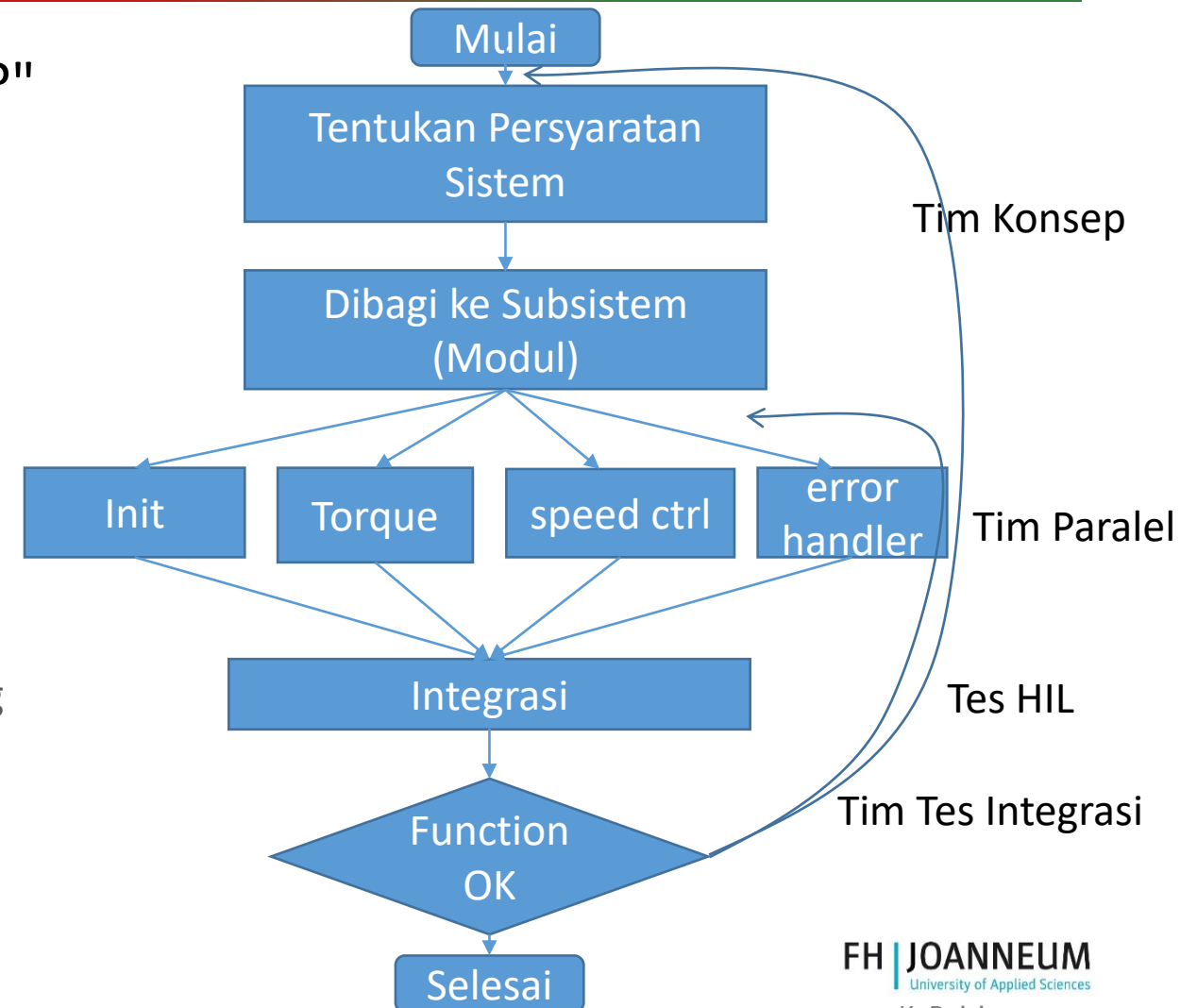
- ~~"Berapa baris yang kamu kode hari ini?"~~

Pengembangan Perangkat Lunak



■ Requirements Management ■ Coding ■ Testing

Author: Reisinger





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

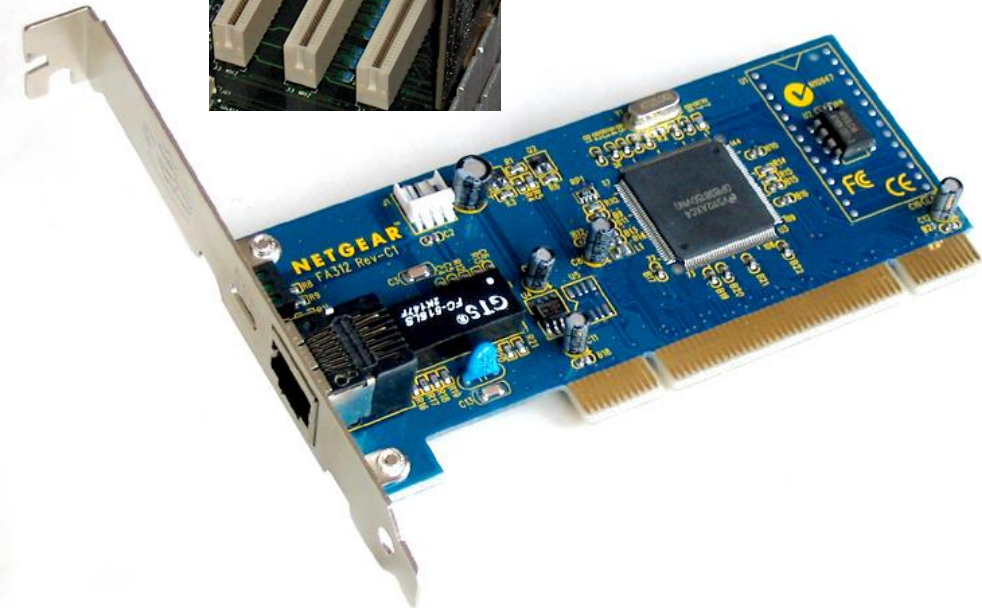
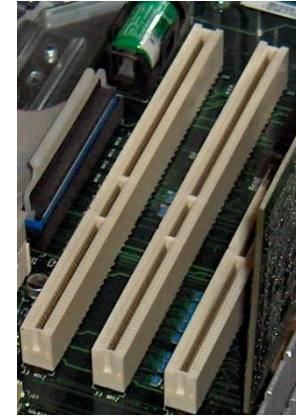
Transfer data menggunakan Sistem Bus Digital

K. Reisinger



Bus Paralel

- PCI-Bus
 - Interkoneksi Komponen Periferal
- Data alamat dan data sinyal ditransfer secara paralel pada saluran listrik yang berbeda
 - Hingga 124 pin di PC
- Bukan untuk jarak yang jauh!



Sistem bus drivetrain dari mobil penumpang

- Digunakan untuk
 - 1 sensor dibagikan untuk ECU yang berbeda
 - Koneksi sensor-ECU
 - Koneksi dasbor ECU,...
- Sistem bus serial
 - 1 atau 2 kabel untuk transfer data yang kuat
- Tambahan
 - BISA kecepatan rendah untuk interior...
- Tidak Ada Bus Paralel di dalam mobil
 - → Transfer Data Serial pada 2 jalur

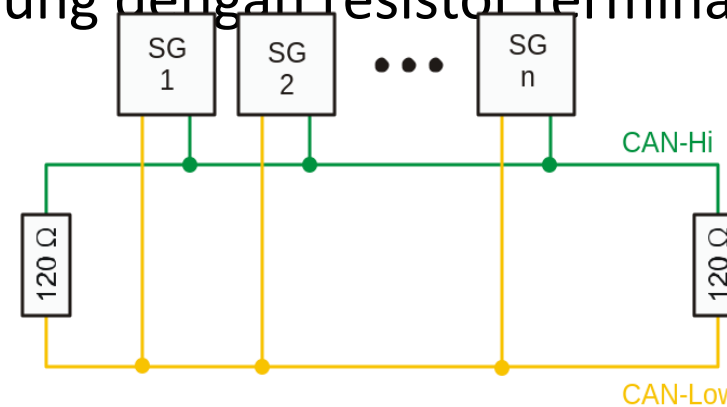


Picture e.g.

https://canbuskits.com/images/diag_canbus2.jpg

Sistem bus 1

- CAN-Bus (Jaringan Area Kontrol)
 - High-Speed-CAN , 250kBit/s, 500kBit/s, 1MBit/s
 - Low-Speed-CAN, $\leq 125\text{kBit/s}$
 - Serial, anggota tidak disinkronkan satu sama lain
 - Transfer data non deterministik (tidak ada kecepatan transfer yang ditentukan secara pasti)
 - Twisted pair dari 2 kabel tanpa pelindung dengan resistor terminasi di kedua ujungnya.



Sistem bus 2



- CAN-FD
 - antara 1 MBit dan 10 Mbit ¹⁾
 - BISA + kecepatan data fleksibel
 - kompatibel dengan anggota CAN
- FlexRay
 - > 10 MBit ¹⁾
 - Transfer data deterministik dimungkinkan
 - Mekanisme untuk keamanan data yang relevan
 - Twisted pair tanpa pelindung dari 2 kabel berkualitas tinggi

[1\) Ways to transition from classic CAN to the improved CAN FD](#)

Sistem bus 3



- Ethernet otomotif
 - Ethernet, komunikasi berbasis IP
- MOST-Bus
 - Transportasi Sistem Berorientasi Media
 - Kecepatan data tinggi, keamanan rendah
 - Kabel atau serat optik
- LIN-Bus
 - sederhana
 - Komunikasi ECU – Sensor – Actor
 - Kabel tunggal (+ suplai + GND ke sensor menghasilkan 3 kabel)

More: see <https://elearning.vector.com/?lang=en>



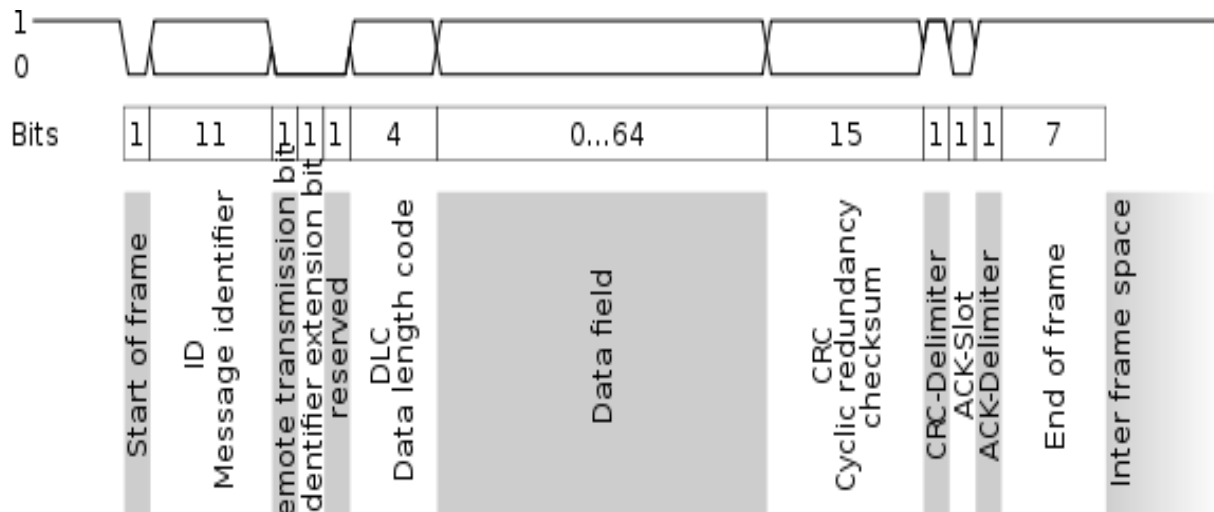
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger

CAN-BUS

- Standar adalah:
 - Harness kabel, Level tegangan,
 - Bingkai untuk alamat dan transfer data



[https://de.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network]

- Rahasia Perusahaan adalah
 - Sinyal mana yang dikirim? Bagaimana sinyal dikodekan? Resolusi, level tegangan sinyal...
- Jika kita ingin membaca CAN-Data
 - CAN-Database / Flexray-Database diperlukan
 - *.dbc-File, atau EXCEL-Sheet.
- **Anda harus menjadi mitra pengembangan dari OEM!**

Contoh CAN-DB Snow Mobile - Excel



Message	DLC	Signal	Startbit	Length	Order	Value Type	Factor	Offset	Min	Max	Unit	Table	Comment	
MCU_to_BMS/ID 200	8	Motor speed	0	16	Intel	Unsigned	1	0	0	65000	rpm			
		Main_relay_ON	16	1	Intel	Unsigned	1	0	0	1	-	0 = Relay OFF 1 = Relay ON	BMS has to respect internal safety mechanisms	
		not used	17	23	-	-	-	-	-	-	-	-		
		MCU_Temp	40	8	Intel	Unsigned	1	0	0	255	degC			
		MCU_status	48	8	-	-	-	-	-	-	-	-	Bit 0: driving Bit 1: charging	charger management done by MCU
		not used	56	8	-	-	-	-	-	-	-			
BMS_to_MCU_1/ID 201	8	Pack_Voltage	0	16	Intel	Unsigned	0,1	0	0	5000	V	total battery pack voltage		
		pack_Current	16	16	Intel	Signed	0,1	0	-1000	1000	A	total battery pack current < 0: discharge > 0: charge		
		SOC	32	8	-	Unsigned	1	0	0	100	%		from BMS SOC algorithm	
		BMS_status_1	40	8	-	Unsigned	-	-	-	-	-	Bit 0: overvoltage warning Bit 1: undervoltage warning Bit 2: overtemperature warning Bit 3: overcurrent warning Bit 4: overcharge warning Bit 5: overdischarge warning Bit 6: repeated overdischarge Bit 7: isolation fault warning		
		BMS_status_2	48	8	-	Unsigned	-	-	-	-	-	Bit 0: single cell overvoltage Bit 1: single cell undervoltage Bit 2: signal error current sensor Bit 3: Finish charging request Bit 4: General hardware failure Bit 5: Communication error Bit 6: balancing active Bit 7: charge complete		
		not used	56	8	-	-	-	-	-	-	-			



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Kalibrasi



= mengukur dan mengatur parameter untuk menentukan perilaku sistem

- Pengukuran sinyal di dalam ECU, siapkan GUI
- Set parameter di dalam ECU secara Real-Time, menangani set parameter

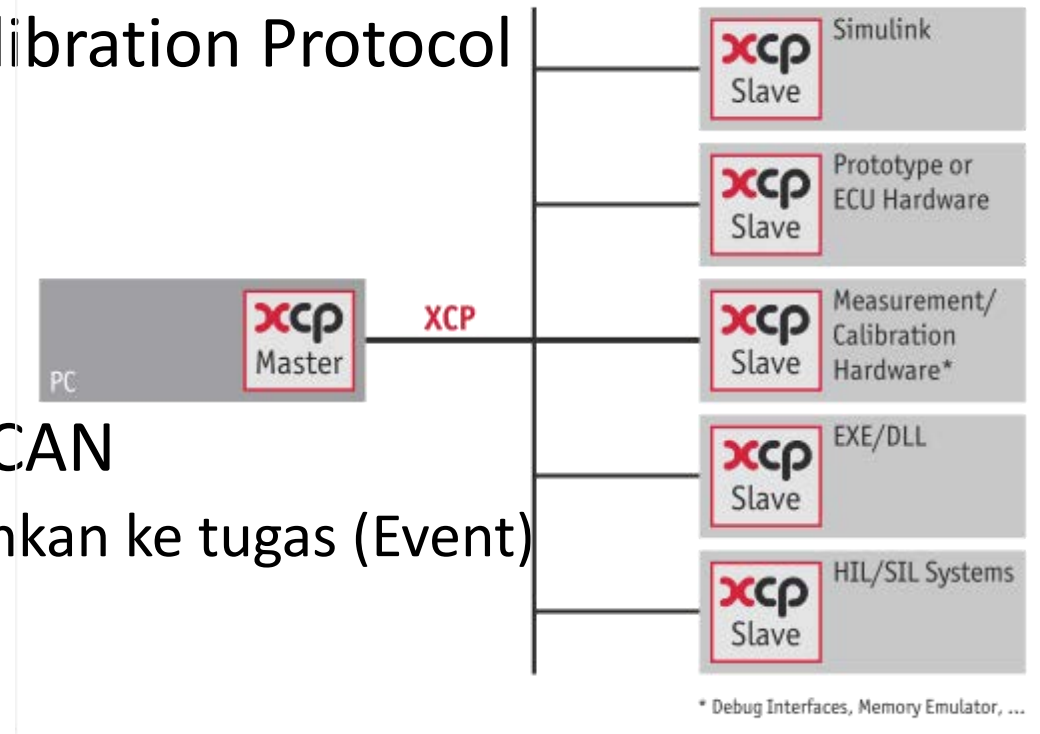
Kunci untuk mengembangkan dan mengoptimalkan sistem!

Kalibrasi menggunakan CCP/XCP

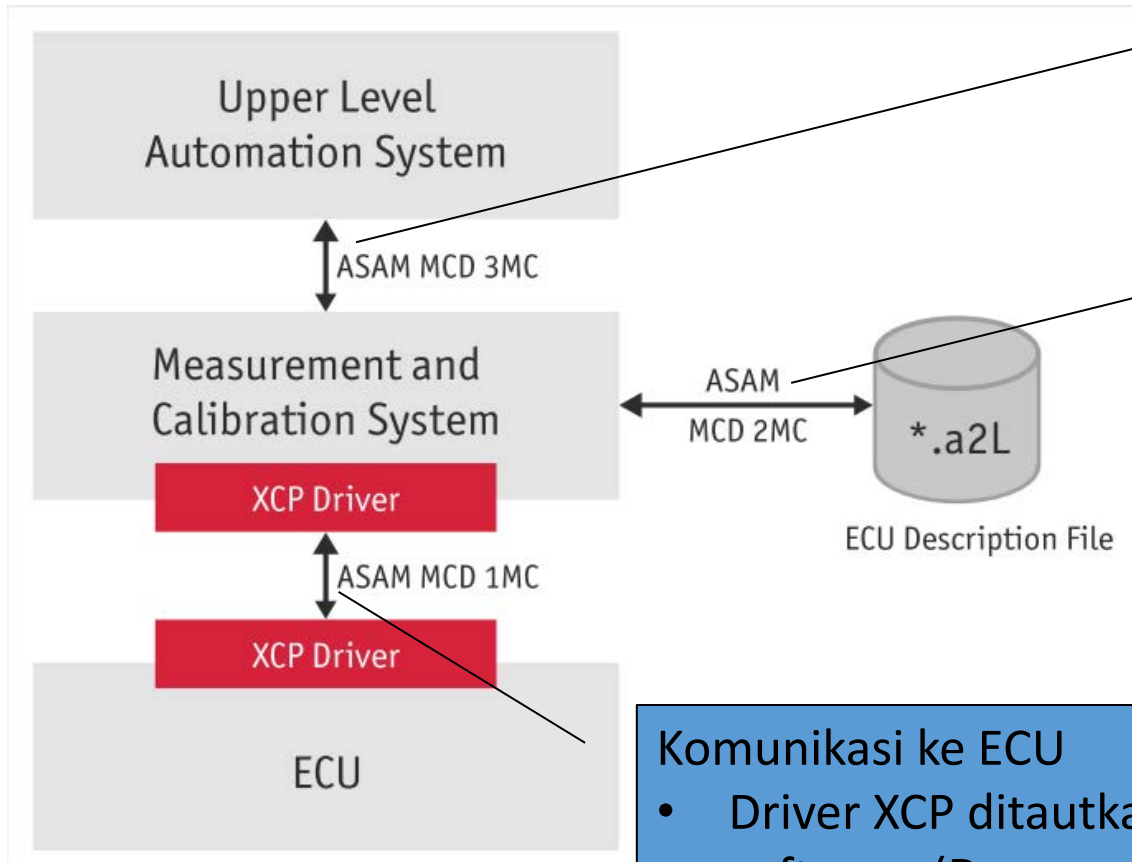
CCP ... CAN Calibration Protocol

XCP ... Universal Measurement and Calibration Protocol
untuk lapisan transport yang berbeda

- Membaca dan menulis data melalui CAN
 - membaca dengan polling atau disinkronkan ke tugas (Event)
 - menulis parameter ke RAM



CCP/XCP terstandar



Remote Control Sistem Pengukuran (bangku tes)

CAN Database:

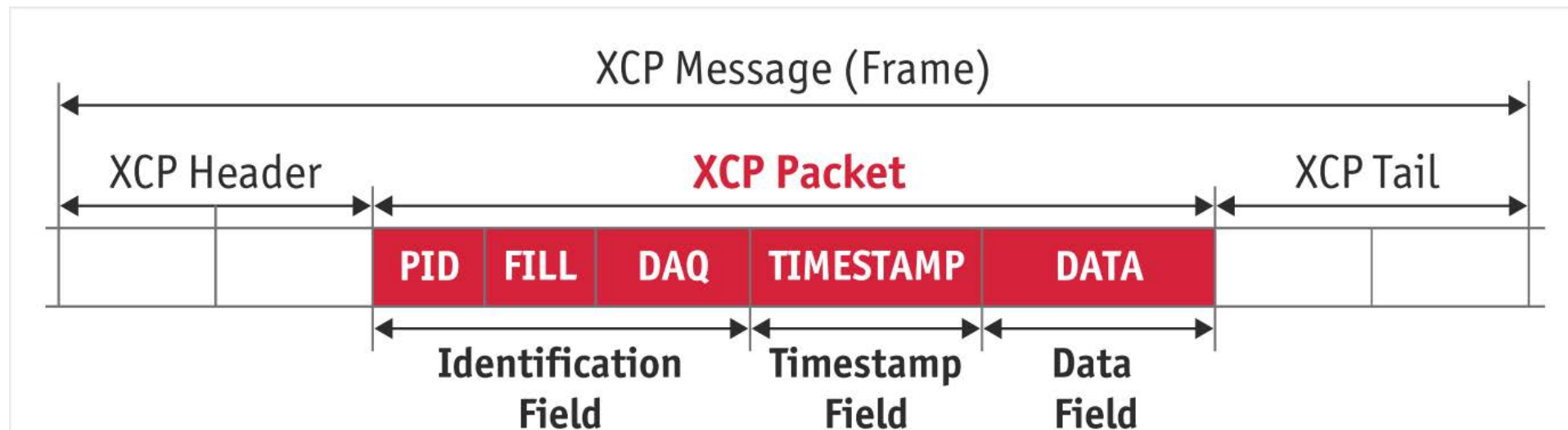
- Nama, unit dan penskalaan variabel dan Tabel Pencarian
- Lokasinya di RAM

Komunikasi ke ECU

- Driver XCP ditautkan ke software (Daemon)

Komunikasi melalui CAN, FlexRay,...

- terhubung ke jaringan CAN atau Flexray yang ada
- pesan tambahan untuk dikirim/diterima
- Pesan XCP dikemas ke dalam bingkai data CAN

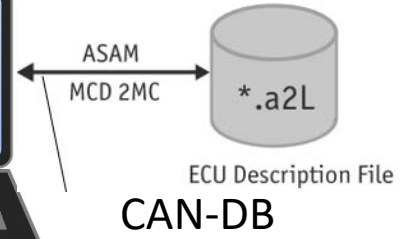
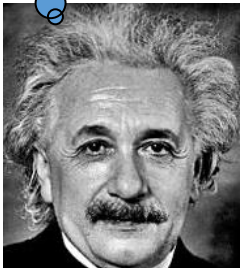


Apa yang perlu kita kalibrasi?



Demon-Software

Saya ingin mengukur kecepatan roda



Vector CANape

File Edit Display Device Measurement Calibration Analysis Flash Tools Database Window ?

1: SETUP 2: Measurement 3: Calibration 4: Diagnostic 5: Matlab/Simulink® 6: GPS 7: Multimedia 8: Send CAN Message 9: Tracing 10: Offline Analysis

[16] Parameter-Explorer.CCPsim

Content of: Parameters

Name/type	General	Values	3D View
Test_Parameter	-	/	2
ampl	-	+	6
limit			
offset			
period1			

[17] Diagnostic parameter

Name	Value
Windows.Window_Front_Left	0 %
Windows.Window_Front_Right	0 %
Windows.Window_Rear_Left	0 %
Windows.Window_Rear_Right	0 %

[13.1] CCPsim

Name	Value
channel1	0.436
channel2	-0.869
channel3	1.298

[13.2] CCPsim

Name	Value
channel1	0.134
channel2	-0.269
channel3	2.165

t = 9.731279s

[31] CCPsim: map1

m\m	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0	0	0	0	0	0	0	100	200
0.1	0	0	0	0	0	0	200	300
0.2	0	0	0	0	100	100	200	300
0.3	0	0	0	100	100	200	300	400
0.4	0	100	100	200	300	400	500	700
0.5	100	100	100	200	400	600	800	900
0.6	100	100	200	400	500	800	900	1000
0.7	100	100	300	500	800	900	1000	1000

[30] map1

[5] Digital

Name

bit 0

t = 9.731279s

[53] Diagnostics

Symbolic [COMMON_DIAGNOSTICS] KWPsim

1: 10 81 - Default Session (OBDII) Start

Name	Value	Unit
PDU	10 81	

Start Session

- 10 81 - Default
- 10 85 - Program
- Identification
 - 1A 90 - ECU Id
 - 1A 91 - Development
 - 3B 92 - Serial N
 - 1A 92 - Serial N
- Security Access
- Dynamic Data
- Stored Data
- Variant Coding
- Device Control
- Memory
- Stop Session
- Fault Memory
 - 18 02 - Fault M
 - 18 03 - Fault M
 - 17 - Fault Mem

ExampleModel

GainOutput: -1.208954

LookUp TableOutput: -1.208954

ONLINE cna\kccsimdemo.cna



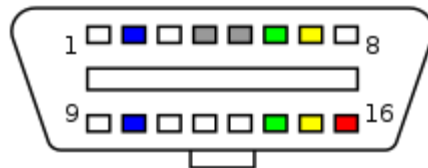
CANape GUI untuk mendapatkan pandangan ECU dari kata-kata dan menyesuainya.

[<https://de.wikipedia.org/wiki/CANape>]

Diagnosa On Board

Menghindari Bahaya

- Bawa sistem ke status simpan
 - mendiagnosis kegagalan berbahaya atau penyebabnya (kesalahan) secara permanen dan
 - melakukan tindakan untuk mendapatkan status aman dalam waktu toleransi kegagalan
 - beri tahu pengemudi tentang mobil yang diganti
- Periksa diagnosis secara berkala
 - ISO 26262 mengatakan: setiap start-up



https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics#OBD-II

Didorong oleh Hukum

- menghindari pencemaran lingkungan
 - mengenali kegagalan
 - menginformasikan pengemudi dan mengurangi kinerja mobil
 - Dapat dibaca oleh alat standar OBD-II atau EOBD

Serviceability

- bantuan untuk perbaikan
- typ. semua koneksi kabel
- mengenali kesalahan atau kegagalan secara berkala
 - memberi tahu pengemudi
 - catatan di EEPROM (Flash)
 - Dapat dibaca oleh alat standar OBD-II atau EOBD



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Pengenalan Tutorial Laboratorium Mekatronika UAS

K. Reisinger, T. Lechner



- **Pengantar Tutorial Lab Mekatronika kami**
 - Topik mekatronika dalam kurikulum kami
 - **Garis besar tutorial laboratorium dan contoh panduannya**
 - Dvp. Proses: V-Model, Model-In-the-Loop (MIL), Software-In-the-Loop (SIL), Hardware-In-the-Loop (HIL)
 - **Akuisisi data, aritmatika bilangan bulat**
 - Pelajaran yang didapat dan tutorial lab di masa mendatang
 - **XCP/CCP alat untuk kalibrasi**

Tempat di Kurikulum

- Program Sarjana
 - **Mekanika Teknik** (Statika, Kinetika), Komponen Mekanik
 - Pengantar **Teknik Elektro, Sistem Elektronik**, Tutorial Lab Elektronik, Mesin & Inverter Listrik,
 - **Pengembangan Software**, c#, MatLab/Simulink
 - Teknik pengaturan
- **Tutorial Lab Mekatronika**
 - **Sarjana semester 4**

Pelajaran setelah Lab ini

- Program Sarjana
 - **Mengukur Sinyal listrik dan non-listrik**
- Program Magister
 - **Sensor/Aktor Otomotif,**
 - **Pemrosesan Sinyal, Teknik Kontrol Digital,**
 - Analisis Data Mobil Balap
 - Sistem Penggerak & Propulsi Listrik, Manajemen Energi & Sistem Penyimpanan

Tujuan Lab - Umum



- Memahami cara kerja sistem mekatronik
 - **bekerja dengan sistem tertanam**
menghubungkan mekanika, listrik dan perangkat lunak, pemikiran holistik
 - **Menggabungkan pengetahuan matematika/fisik dengan teknologi perangkat lunak**
 - **Pahami ketidaksempurnaan dan batasan**
A/D-, Konverter D/A, efek kuantisasi, pengaruh waktu siklus
 - **Pengkodean sinyal**
Tipe data, aritmatika titik tetap

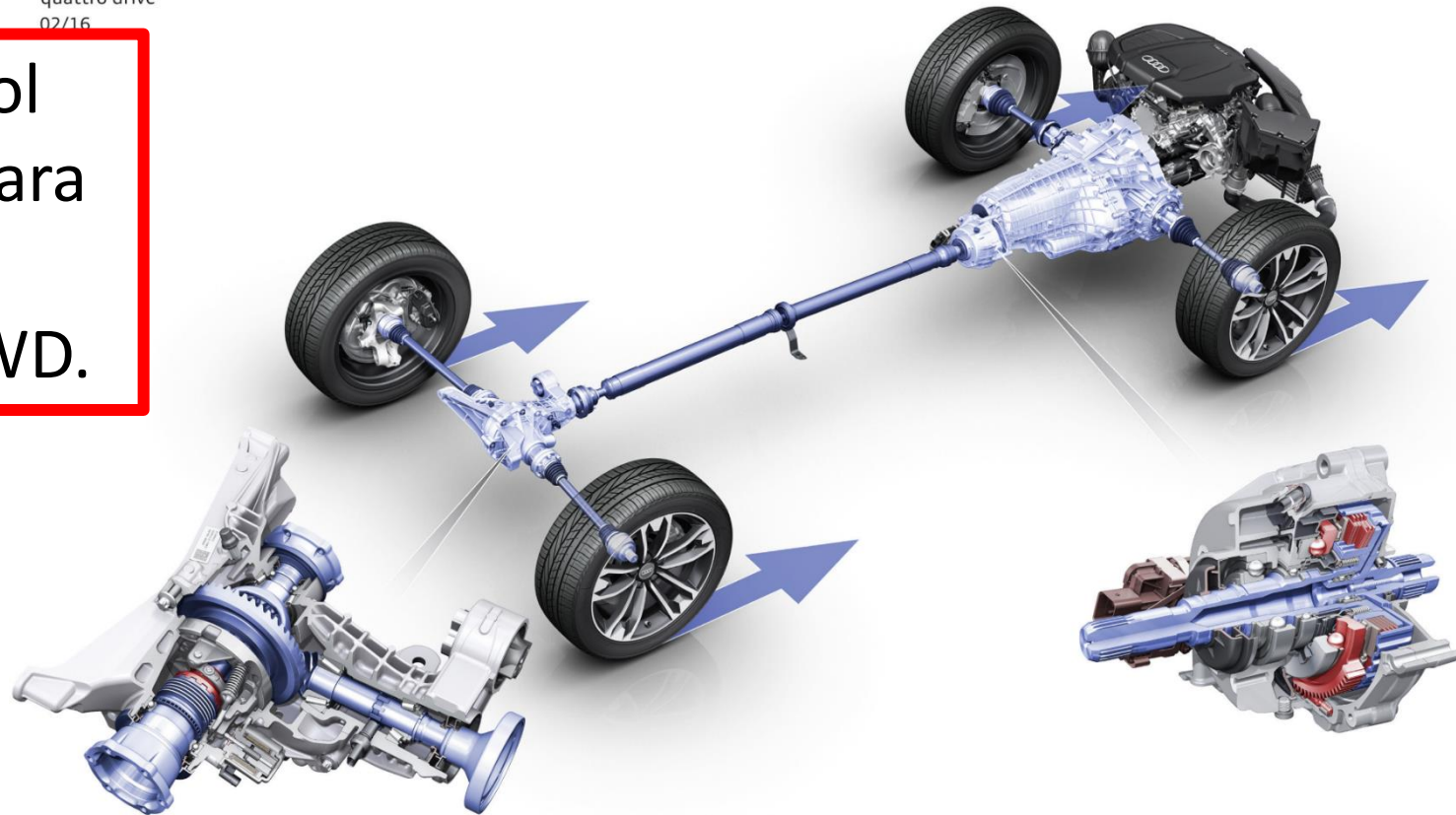


Objek kami untuk mengambil konten

Audi quattro mit ultra-Technologie

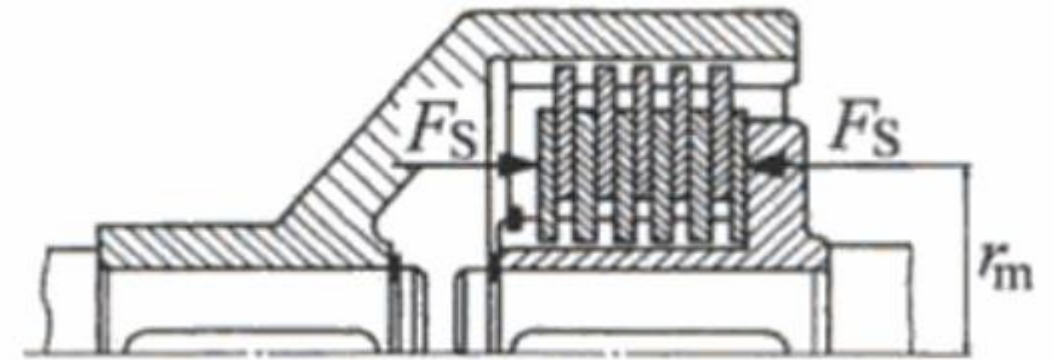
quattro Antrieb
Audi quattro with ultra technology
quattro drive
02/16

tujuan: mengontrol distribusi torsi antara gardan depan dan belakang mobil 4WD.



Kopling Multi-Plate

- Torsi Kopling $M_c \sim$ gaya aksial F_c
$$M_c \cong F_c \cdot \mu \cdot z \cdot r_m$$



Künne B.: Einführung in die Maschinenelemente, Teubner



Aktuator Cerdas AWD-Clutch Terkendali yang menerapkan torsi yang diminta



Diberikan: $M_{Req}(t)$.. torsi yang diinginkan

Tekan kopling multi pelat dengan gaya yang menghasilkan torsi gesekan $M_{clutch} = M_{Req} \pm 10\%$ dalam waktu 150 ms.

Umpan balik: $M_{clutch}(t)$.. torsi gesekan saat ini dari kopling multi-plate

Konsep aktuasi

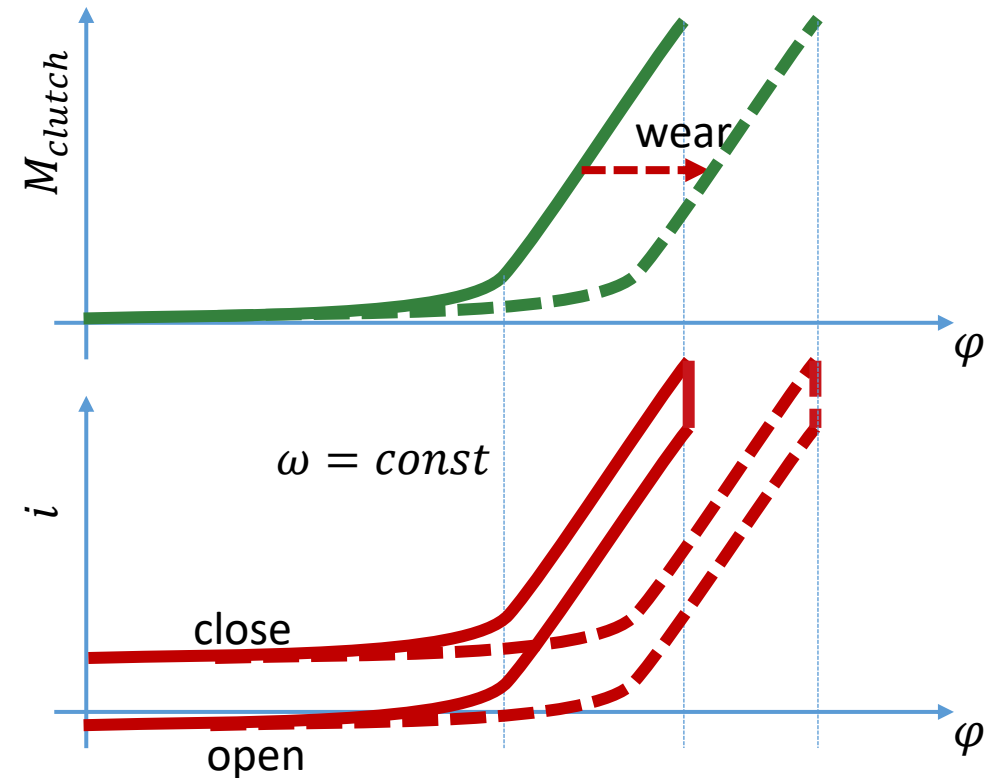
Motor listrik mendorong ancaman untuk menerapkan gaya aksial tinggi untuk menutup kopling

Konsep Kontrol

- Mengukur torsi
- Mengukur kekuatan kopling
- Mengukur torsi motor
- Perkirakan torsi motor dari arus.

Perkirakan torsi motor dari arus.

- $J_{mot} \cdot \frac{d\omega}{dt} = k_T \cdot i - M_{shaft} \rightarrow M_{shaft}$
- Beberapa putaran motor menghasilkan langkah 2mm
→ rasio gigi tinggi
- $m_{red} = J_{mot} \cdot i_g^2 \gg 1$
→ sinyal akselerasi yang sangat akurat!
→ bukan untuk tindakan cepat!
- Penyelesaian
 - Tabel $M(\varphi)$: $M_{Req} \rightarrow \varphi_{Req}$
 - Kontrol Posisi
 - gunakan $i(\varphi)$ saat dimatikan untuk memperbaiki keausan



Isi Tutorial Lab



- Pendahuluan pelajaran
 - Konsep sistem
 - Mekanik pemodelan (Kopling, mekanik aktuator termasuk roda gigi cacing)
 - Konsep kontrol
 - State Machine untuk menemukan posisi awal
 - Umpan pengontrol torsi maju menggunakan karakteristik mekanis
 - Algoritme kontrol posisi menggunakan kaskade kecepatan



Isi Tutorial Lab



- Pelajaran Pendahuluan
 - CAN
 - Prinsip CAN
 - Protokol XCP, CCP
 - Proses Pengembangan: V-Model
- 5 Sesi Lab dalam kelompok maks. 20 mahasiswa
 - 1 Sesi Lab: 5 kali 45 menit



V-Model

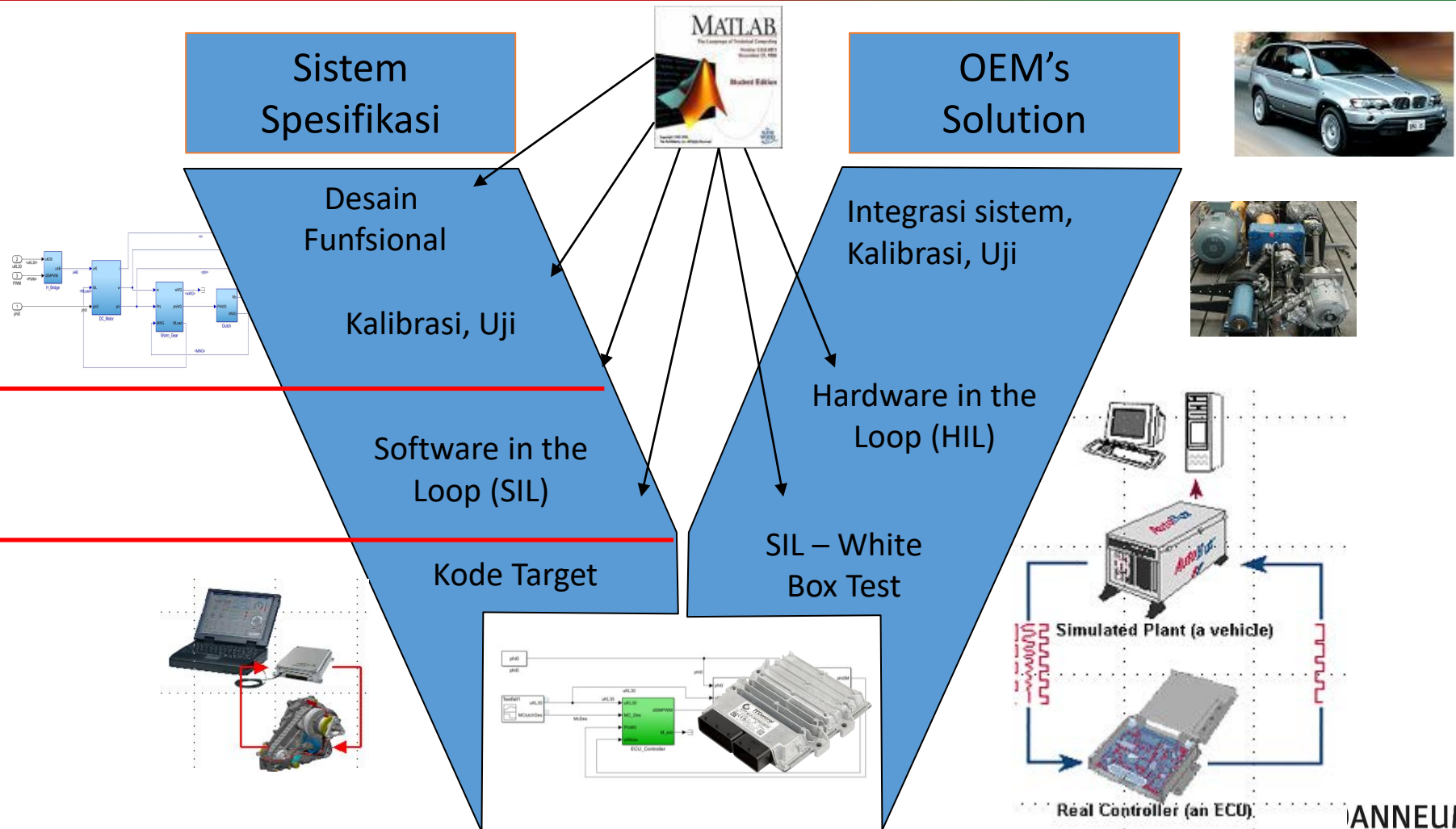
Kami fokus pada tugas seorang insinyur sistem! → Prototype Dvp.



Sesi-Lab:
1 & 2

(2), 3 & (4)

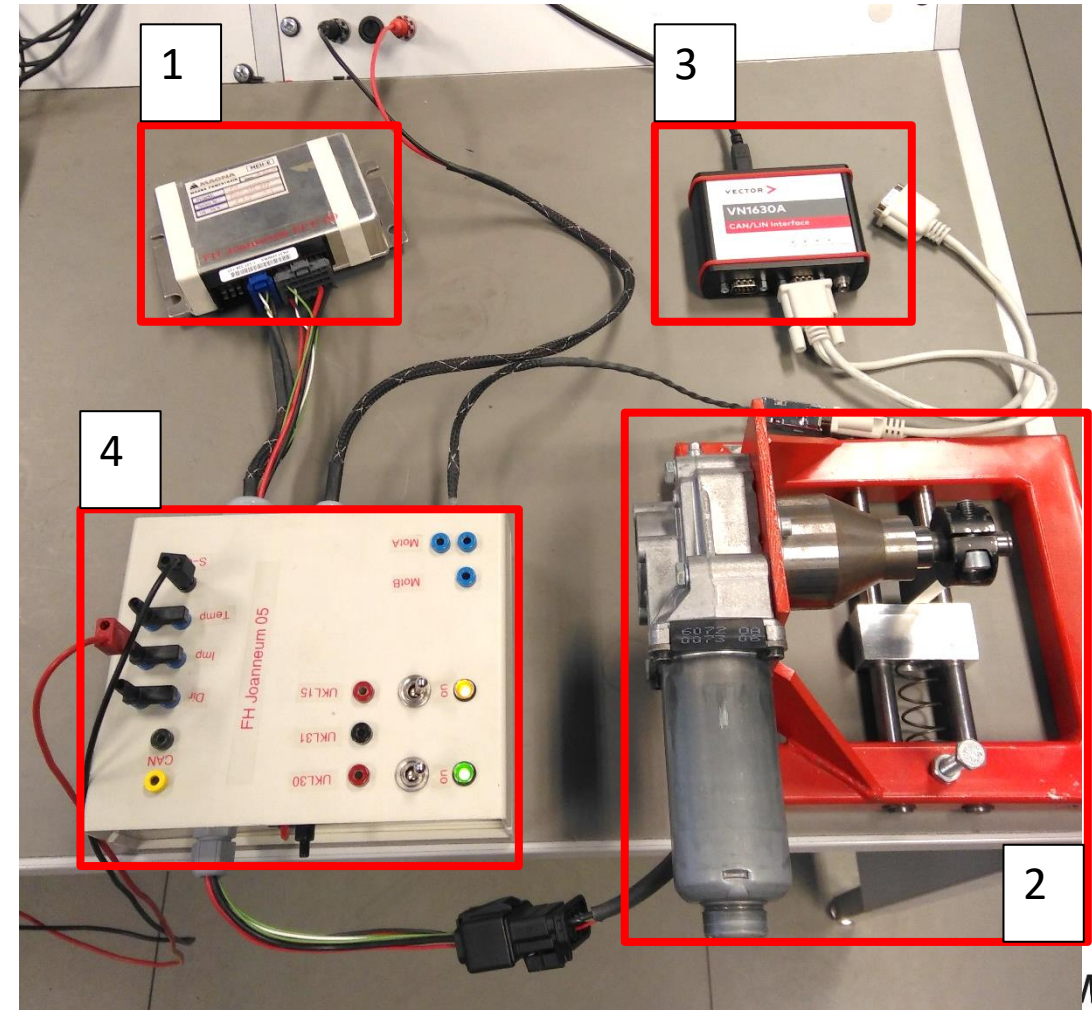
(4) & 5



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Kontrol Torsi– Modell in the Loop Hardware Overview

- 1 Pengontrol ECU
- 2 Lingkungan (plant model)
- 3 CAN ke USB Interface
Vector VN 1630
- 4 Break Out box



Break Out Box

Persyaratan Umum

- Penggantian wiring harness, koneksi antara motor, sensor, ECU, CAN-Interface Eksternal dan power supply.
- Sakelar untuk status mobil
- Konektor untuk mengukur dan menguji kegagalan sinyal.

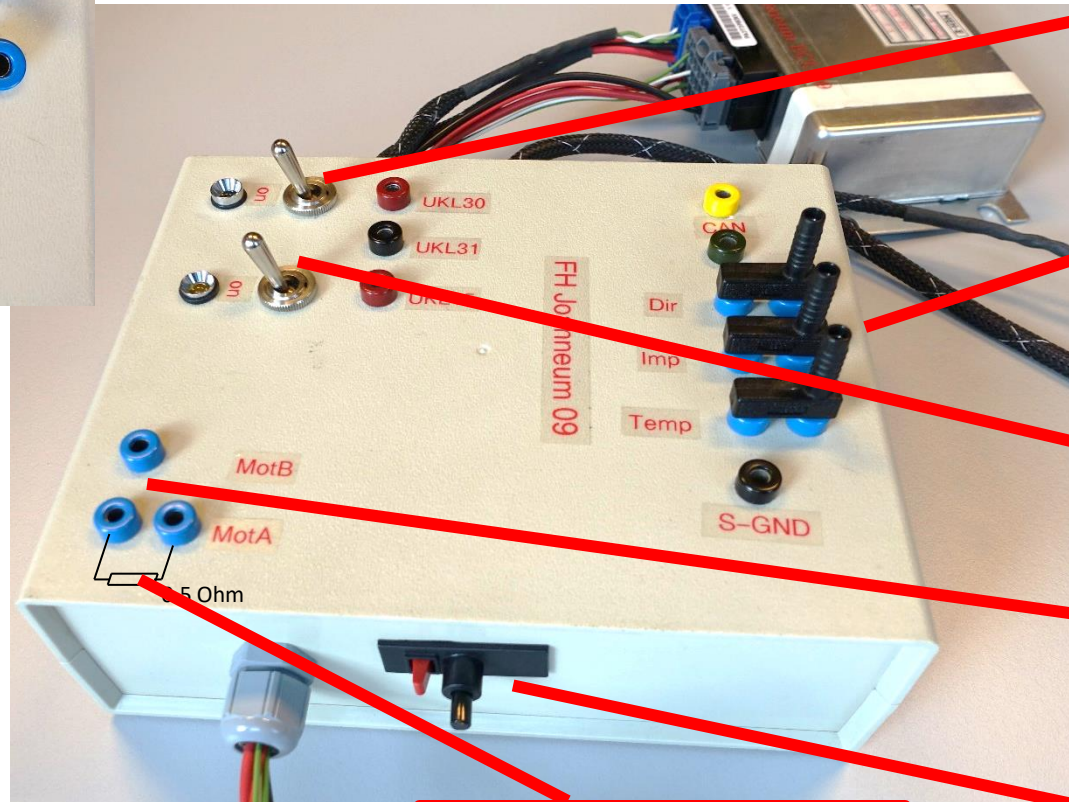
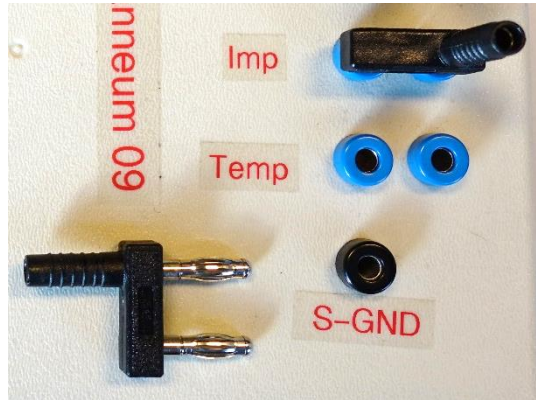
Persyaratan khusus untuk pelatihan

- resistor untuk membatasi arus puncak
- sekering termal

tidak ada motor yang terbakar sejak bertahun-tahun 😊



Break Out Box



Sakelar daya dan indikasi

Akses / manipulasi sinyal

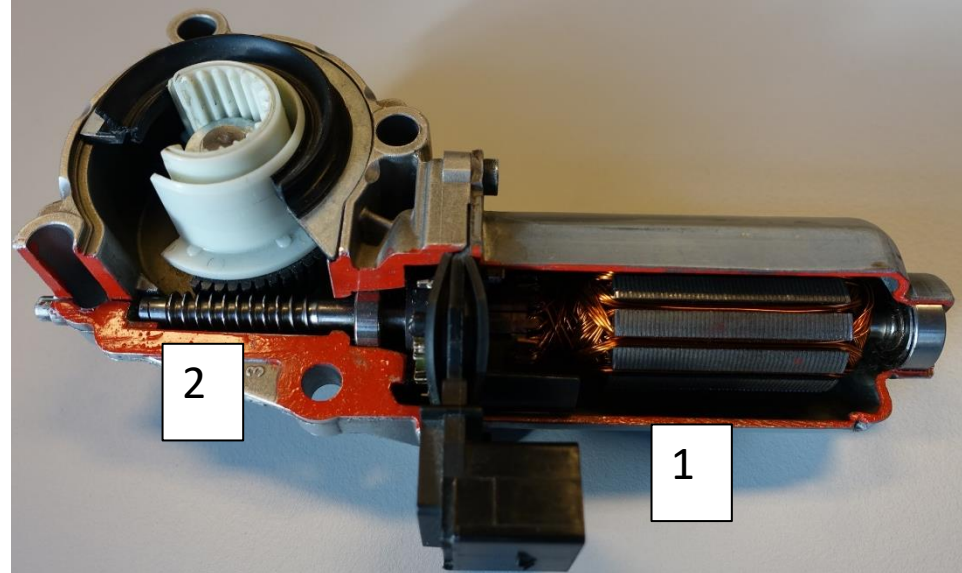
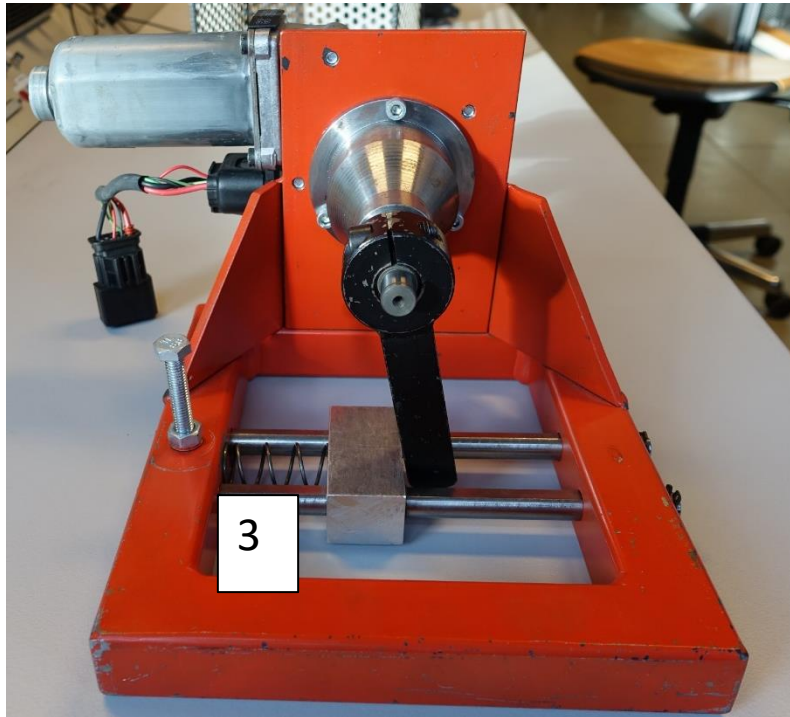
Ignition On

Terminal untuk Tegangan Motor

Resistor

Thermo-Fuse

Lingkungan → Plant Model

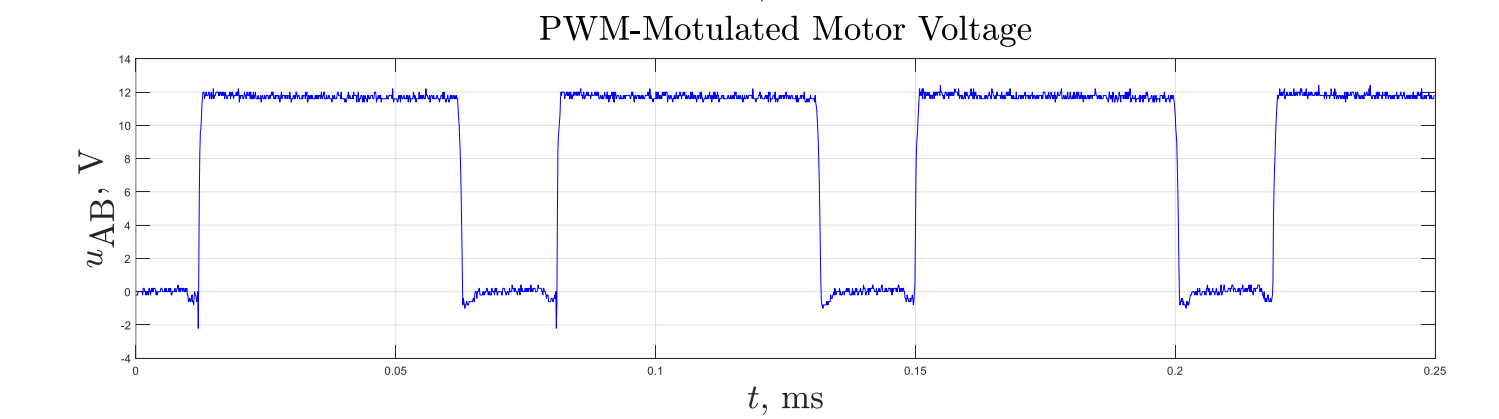
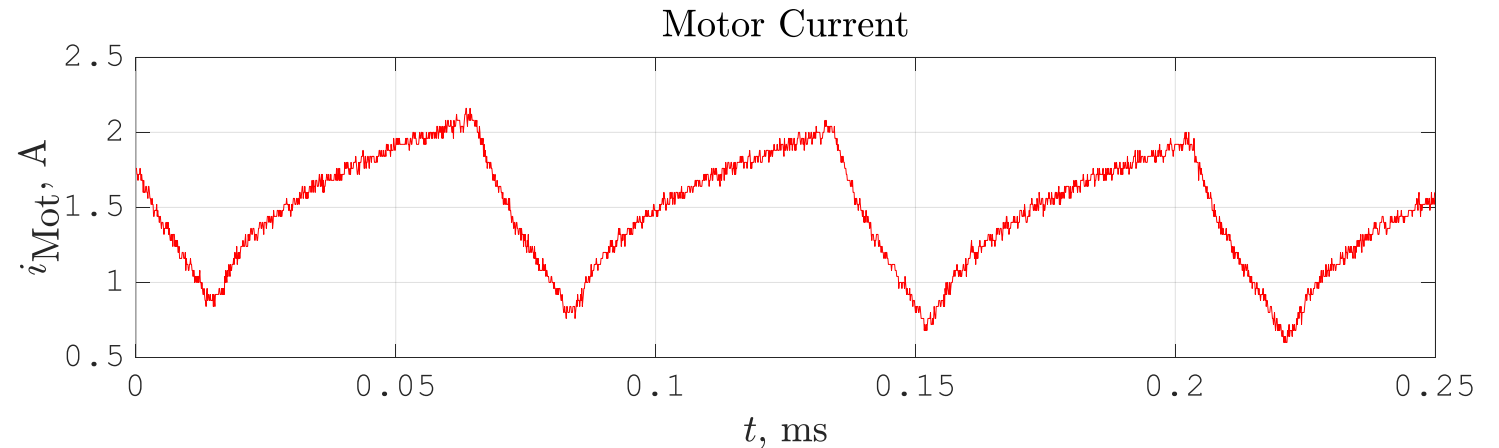
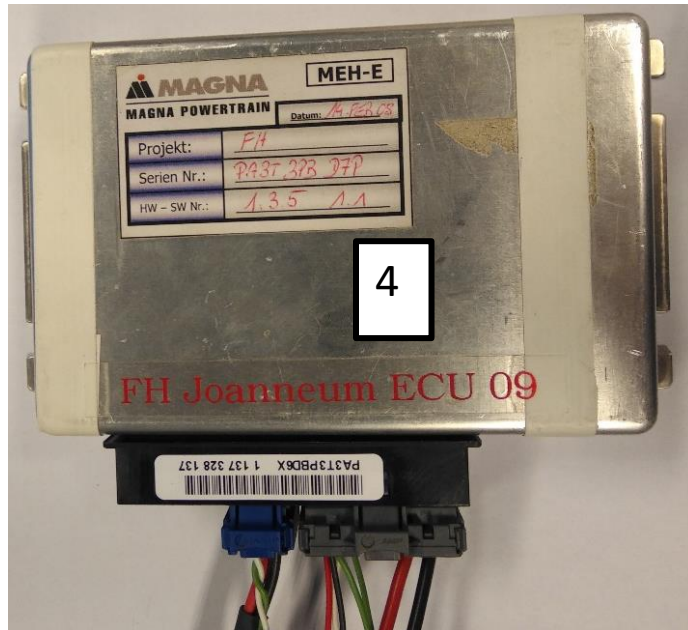


1 – Motor DC

2 – Worm Gear → rasio gear adalah 56

3 – Pegas → mensimulasikan umpan balik dari kopleng

Plant Model, H-Bridge

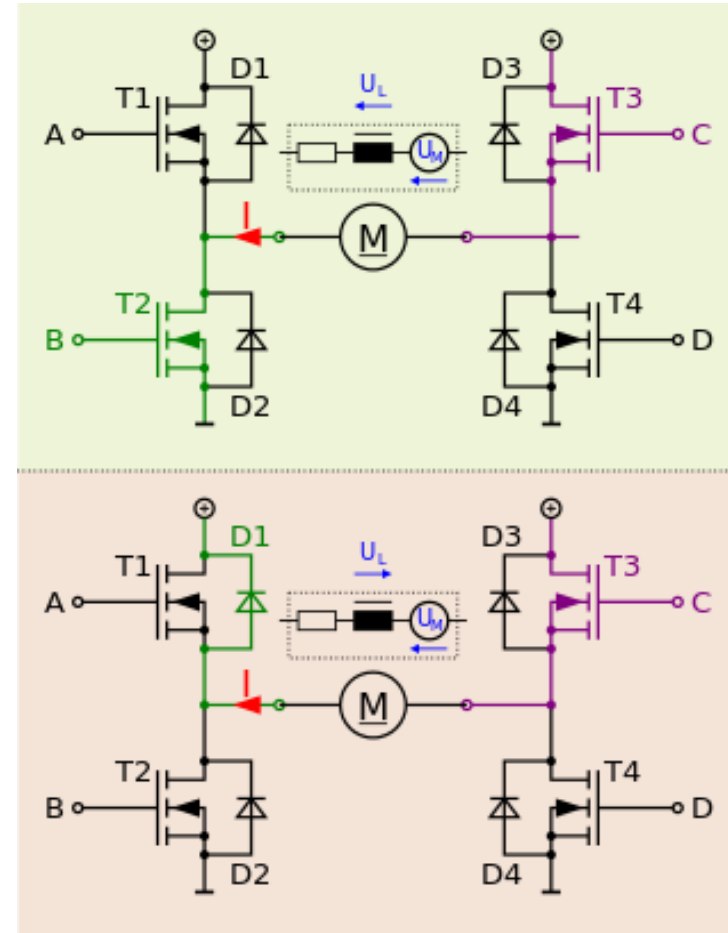
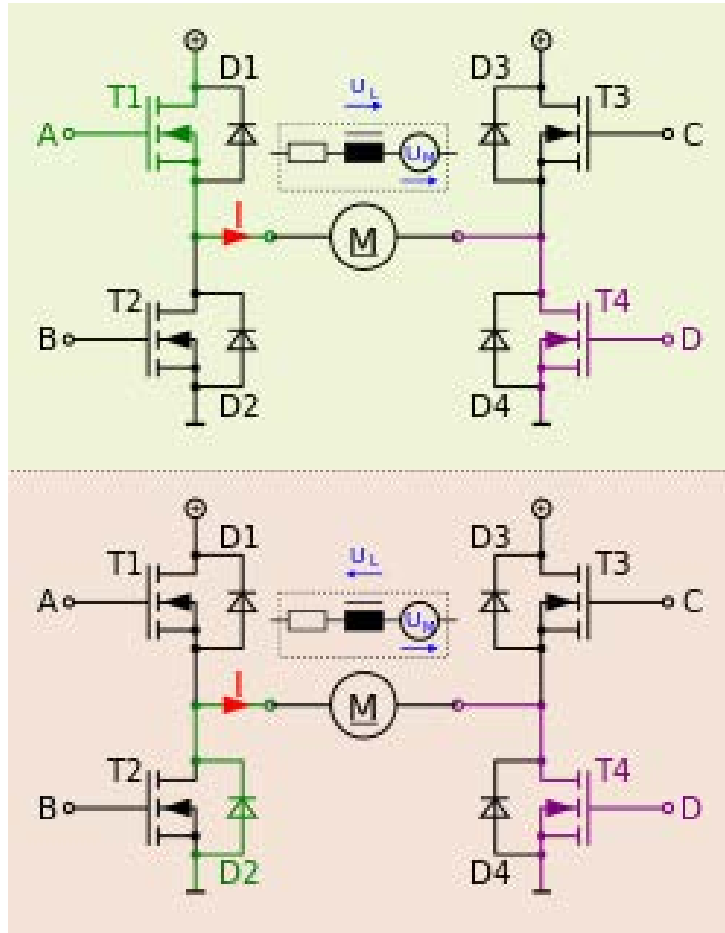


4 – H-Bridge terintegrasi di ECU. Outputnya adalah tegangan termodulasi PWM. Nilai rata-rata tegangan sebanding dengan kecepatan motor.

H-Bridge

Kuadran 1 – akselerasi ke depan

Kuadran 3 – akselerasi ke belakang



Plant Model – Penyederhanaan Sesuai kebutuhan!



H-Bridge → Elektronik daya (termasuk di ECU)

Input: PWM-Sinyal dari pengontrol. Dalam model kami, PWM adalah nilai numerik antara -1 dan +1

Output: Tegangan termodulasi PWM untuk catu daya Motor DC. Nilai rata-rata mempengaruhi kecepatan motor.

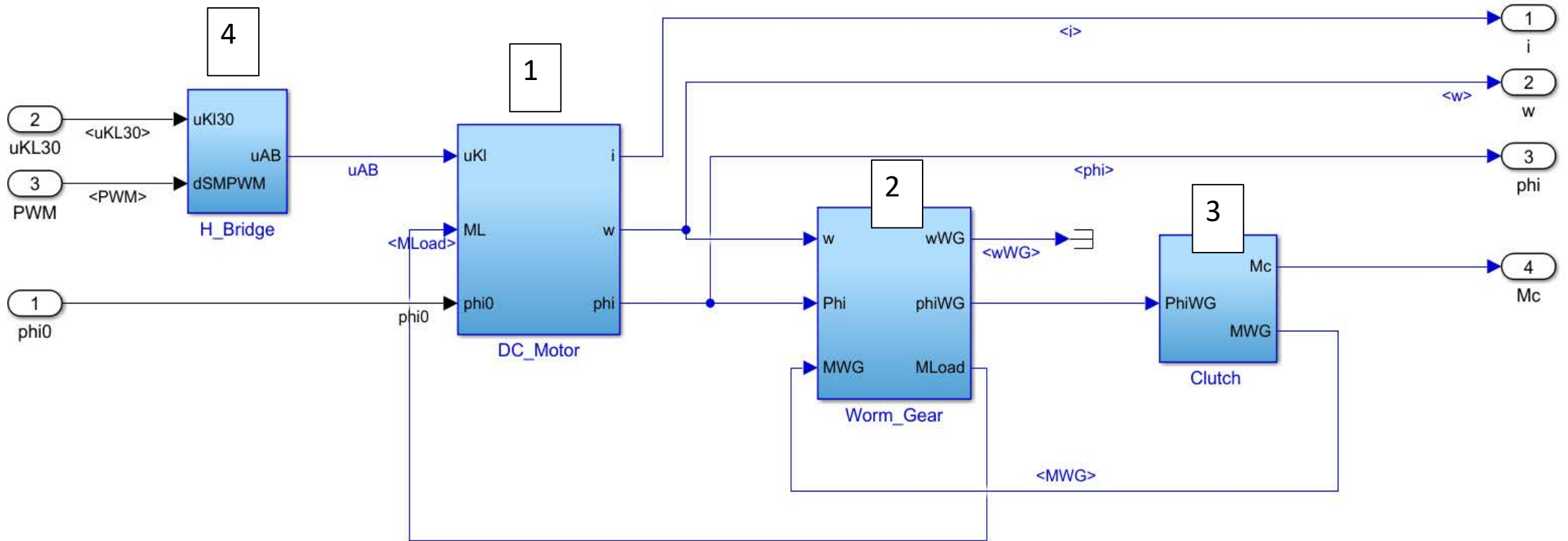
Penyederhanaan model: $u_{AB} = u_{K130} \cdot PWM$

u_{AB} tegangan input motor-DC

u_{K130} Tegangan supply

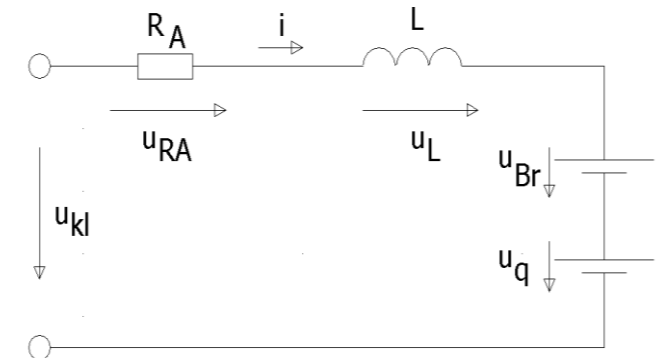
No resolution of pulsed voltage → waktu simulasi singkat

Plant Model



Bagaimana cara memodelkan perangkat dengan Simulink? Contoh: Motor DC magnet permanen

- Jelaskan motor secara matematis
 - 1.) sistem kelistrikan



Hukum Kirchoff:

$$u_{Kl} = u_{RA} + u_L + u_{Br} + u_q \quad (1)$$

Penurunan tegangan:
(2)

$$u_{RA} = i \cdot R_A$$

$$u_L = L \frac{di}{dt} \quad (3)$$

$$u_q = k_T \cdot \omega \quad (4)$$

$u_{Br} = f(i) \rightarrow$ Lookup Table

(2), (3) and (4) \rightarrow (1)

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L} (u_{Kl} - i \cdot R_A - u_{Br} - k_T \omega) \quad (5)$$

Bagaimana cara memodelkan perangkat dengan Simulink? Contoh: Motor DC magnet permanen

- Jelaskan motor secara matematis

2.) kopling antara sistem listrik dan mekanik

Torsi sebanding dengan arus

$$M_{el} = k_T \cdot i \quad (6)$$

3.) sistem mekanik

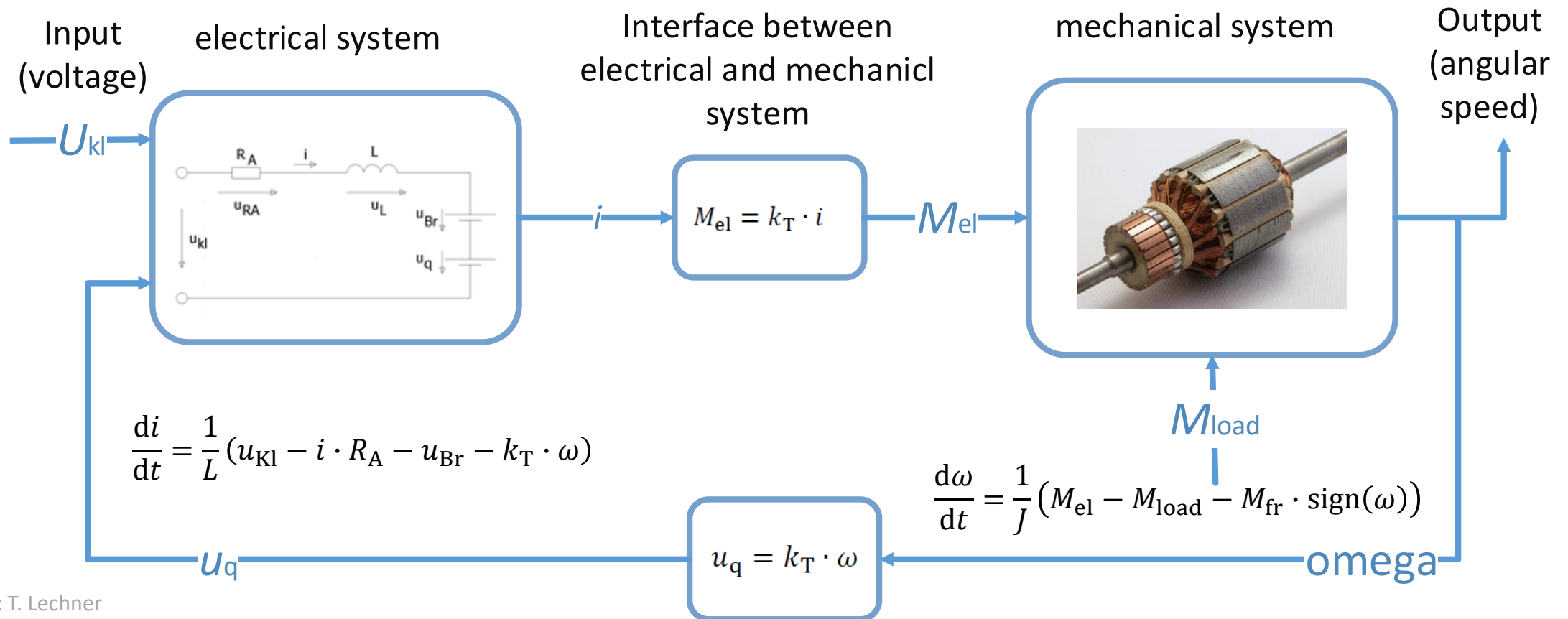
Rotor adalah massa inersia terpasang yang dapat diputar – prinsip momentum sudut

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_{el} - M_{load} - M_{fr} \cdot \text{sign}(\omega) \quad (7)$$



[https://de.wikipedia.org/wiki/Anker_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Anker_(Elektrotechnik))

Skema model



Author: T. Lechner



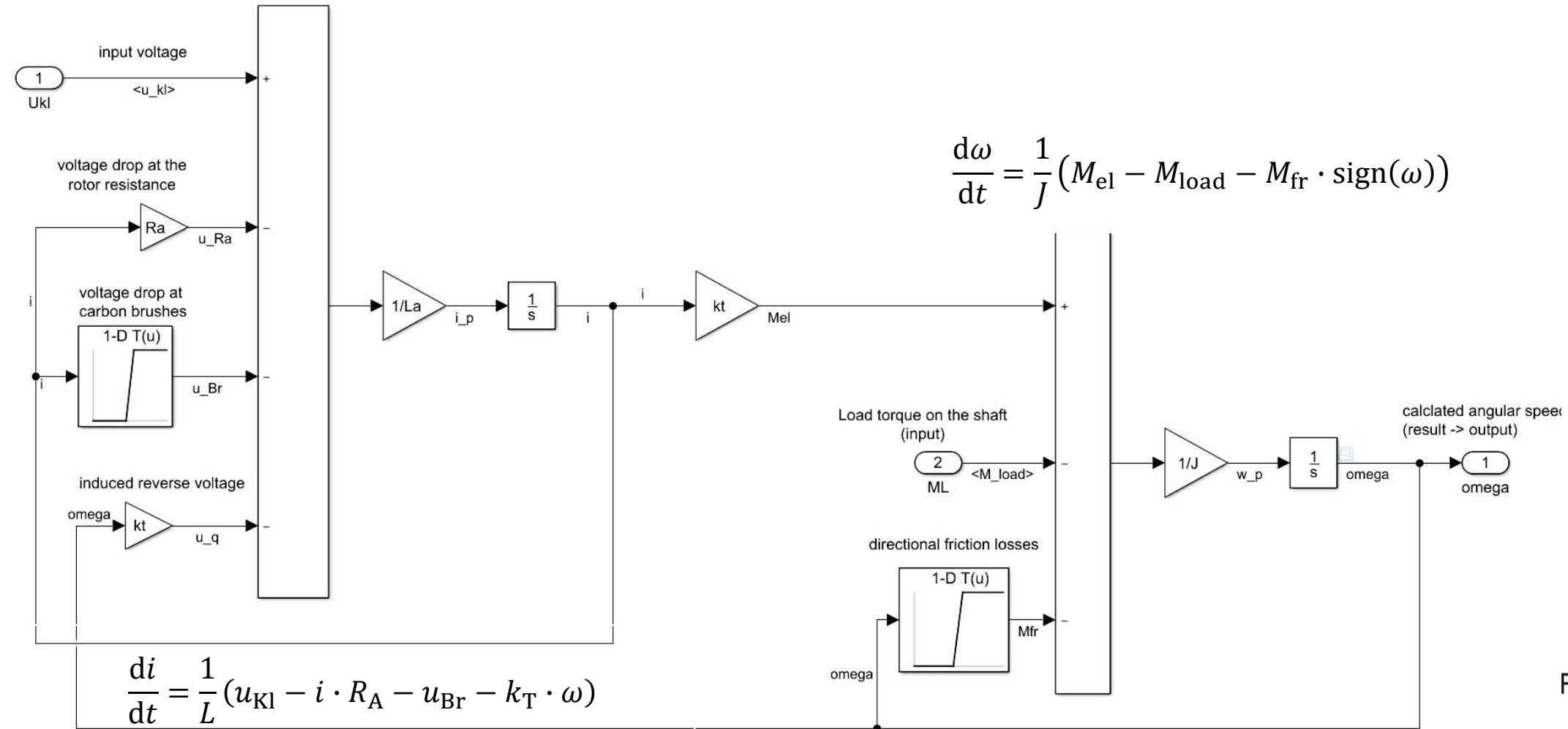
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Simulink model

Electrical system

Interface

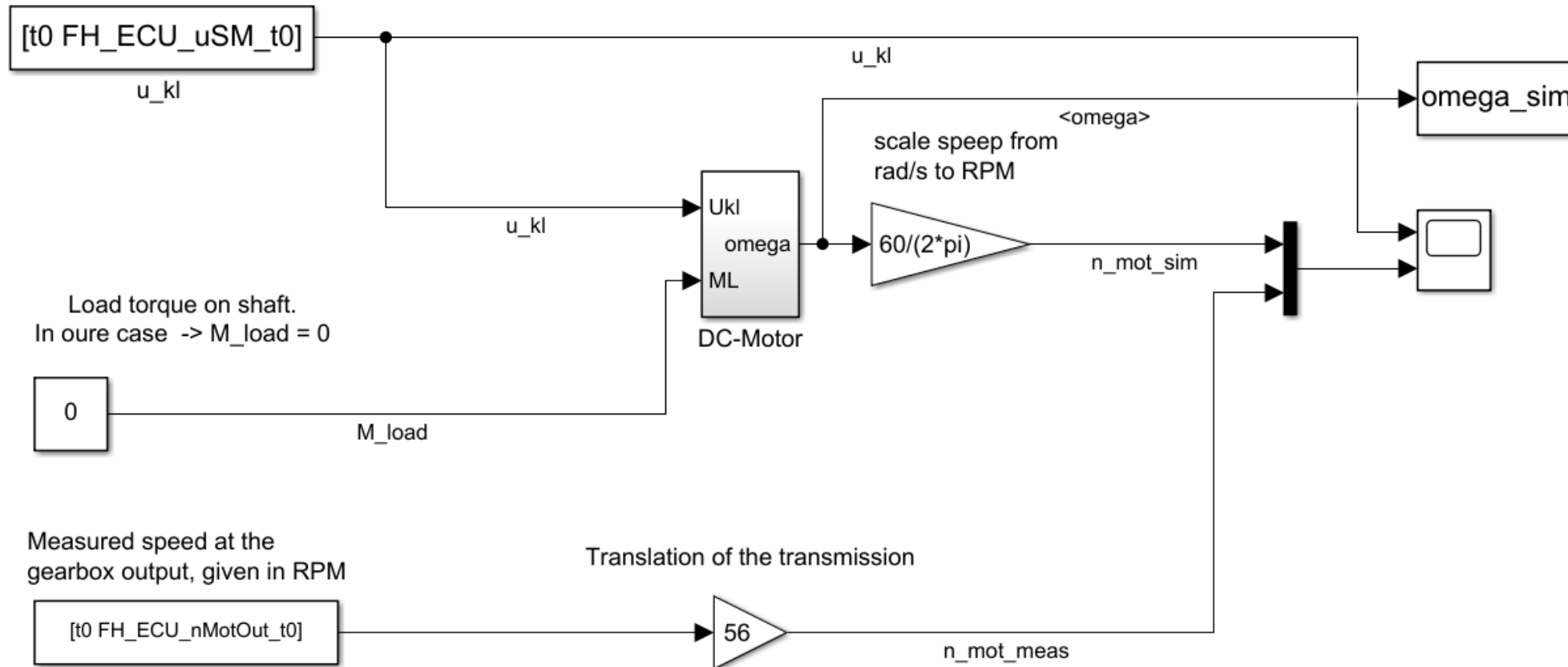
Mechanical system



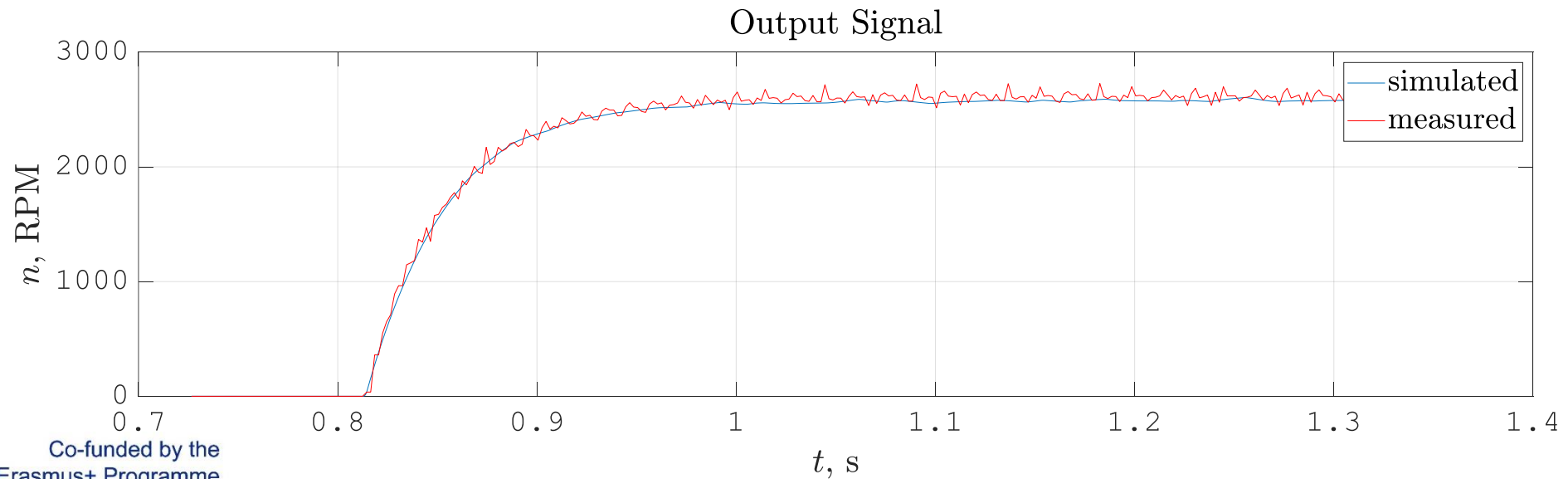
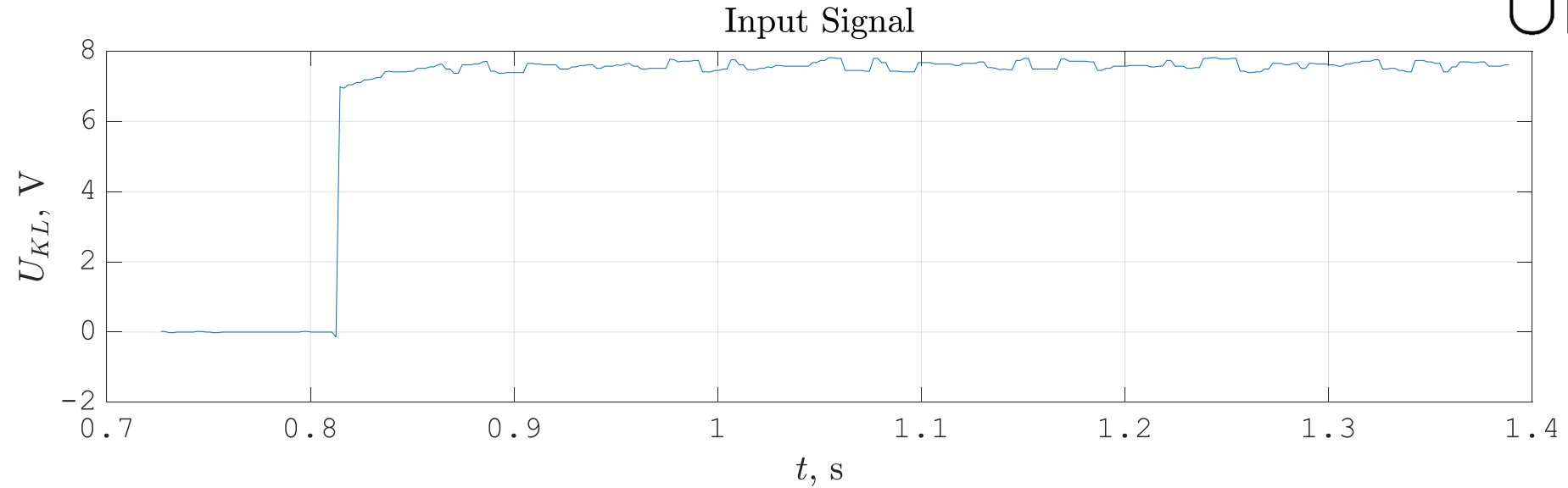
Temukan Parameter

Import from Matlab
--> real (measured)
input voltage

Export to Matlab

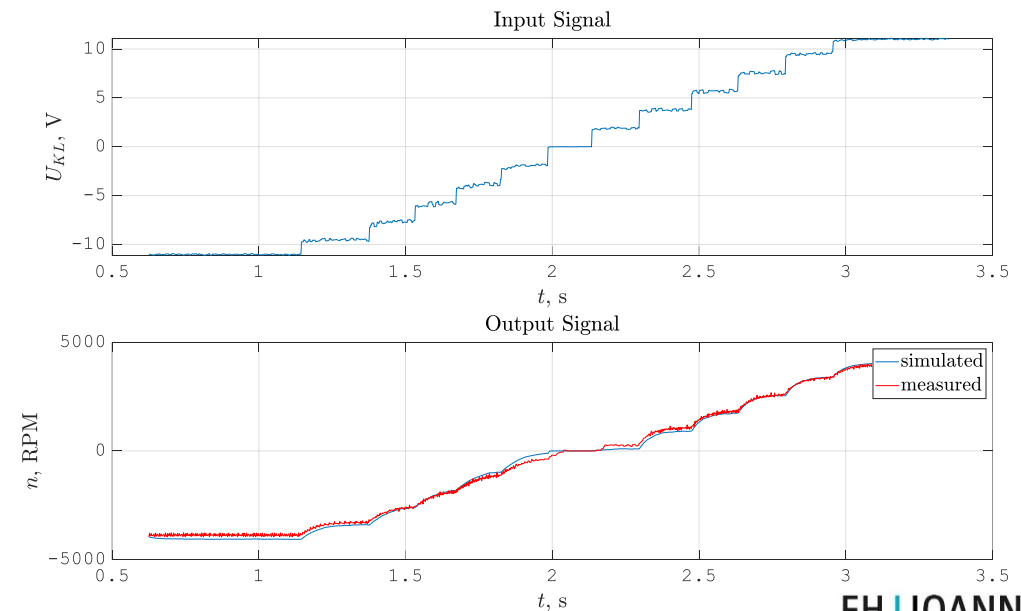


Temukan Parameter



Validasi model

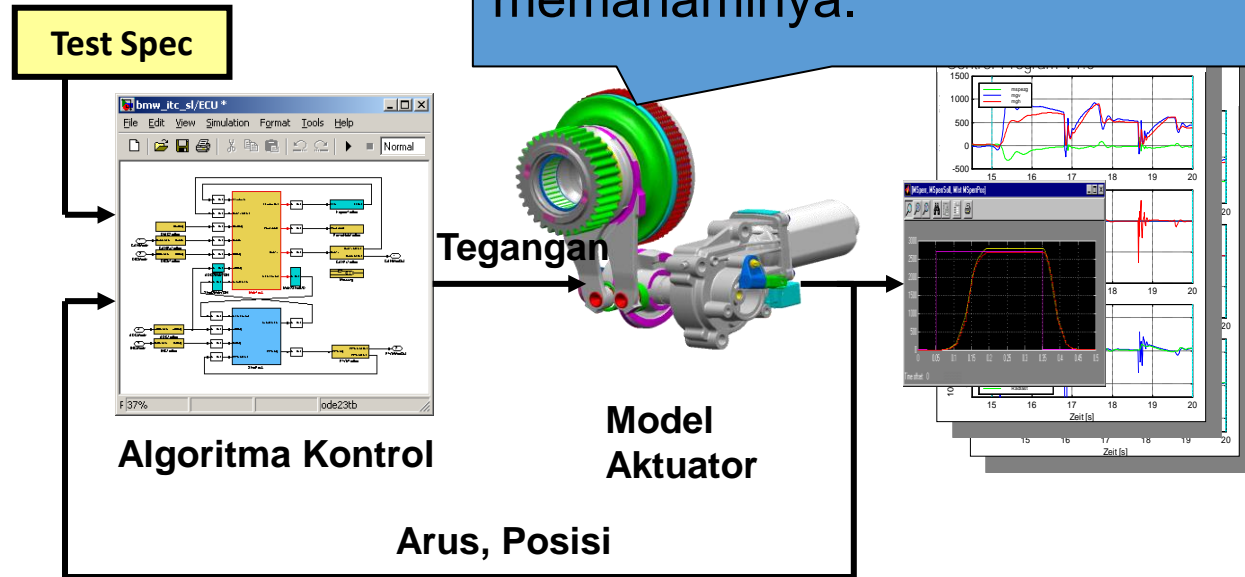
- Parameter validasi
 - Gunakan rangsangan yang berbeda dari untuk identifikasi parameter!



Model In The Loop

Tugas: Letakkan data nyata ke model simulasi

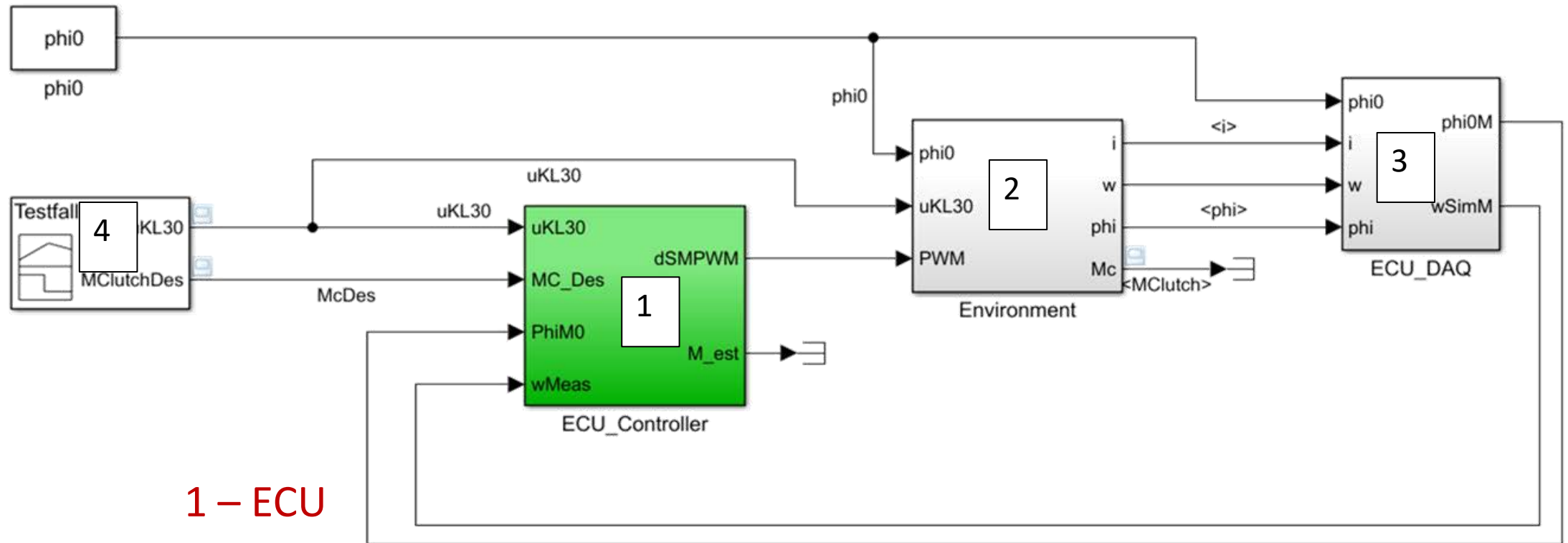
Siswa mendapatkan Simulink-Plant-Model. Mereka harus memahaminya.



Model plant tidak dapat dihancurkan oleh kesalahan penggunaan



Modell in the Loop – Top View



1 – ECU

2 – Plant-model (Environment)

3 – Data acquisition

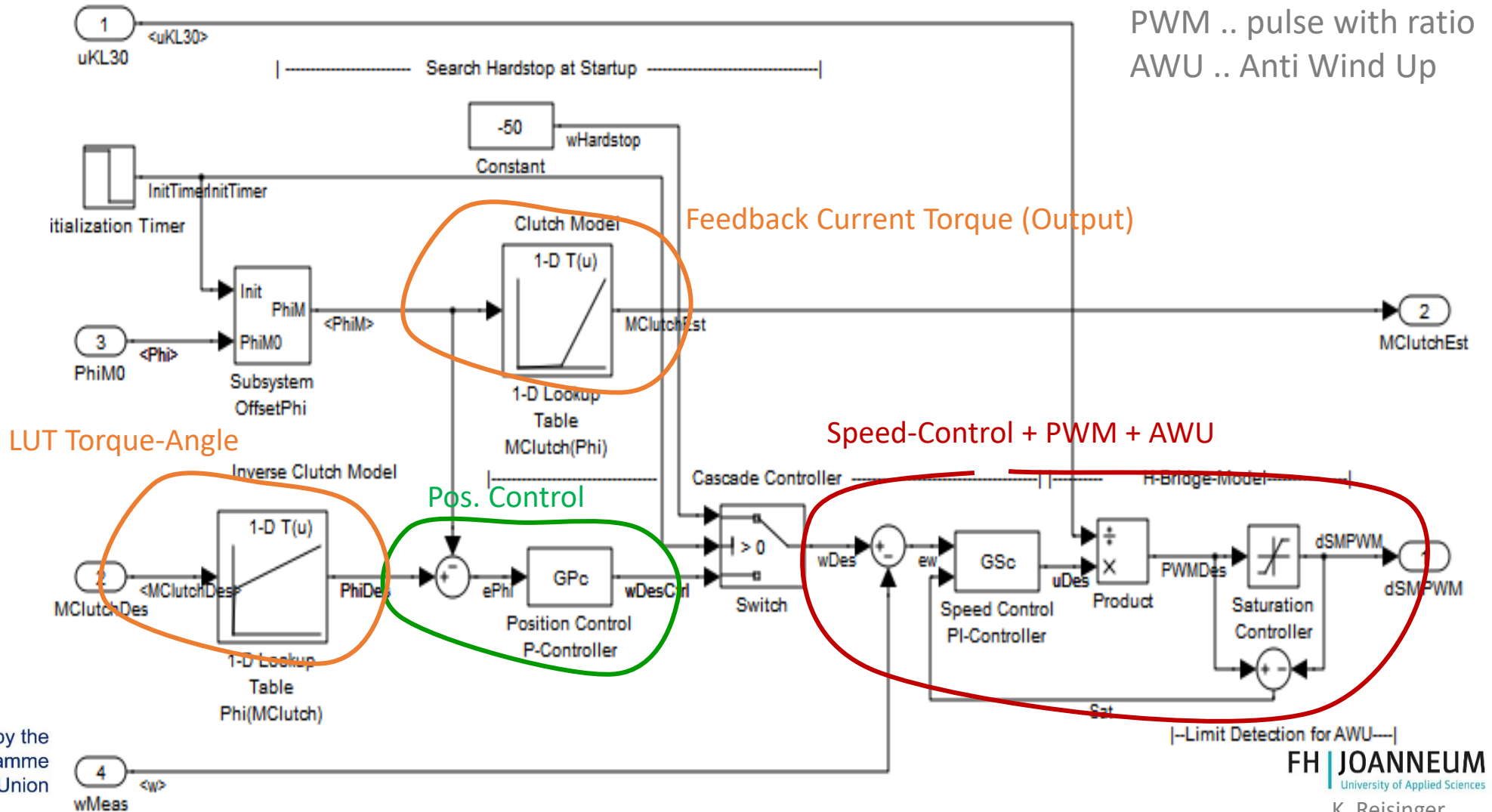
4 – Stimulus (Simulink: Signal Generator)

Persyaratan untuk Perangkat Lunak Kontrol Kopling berbasis Posisi

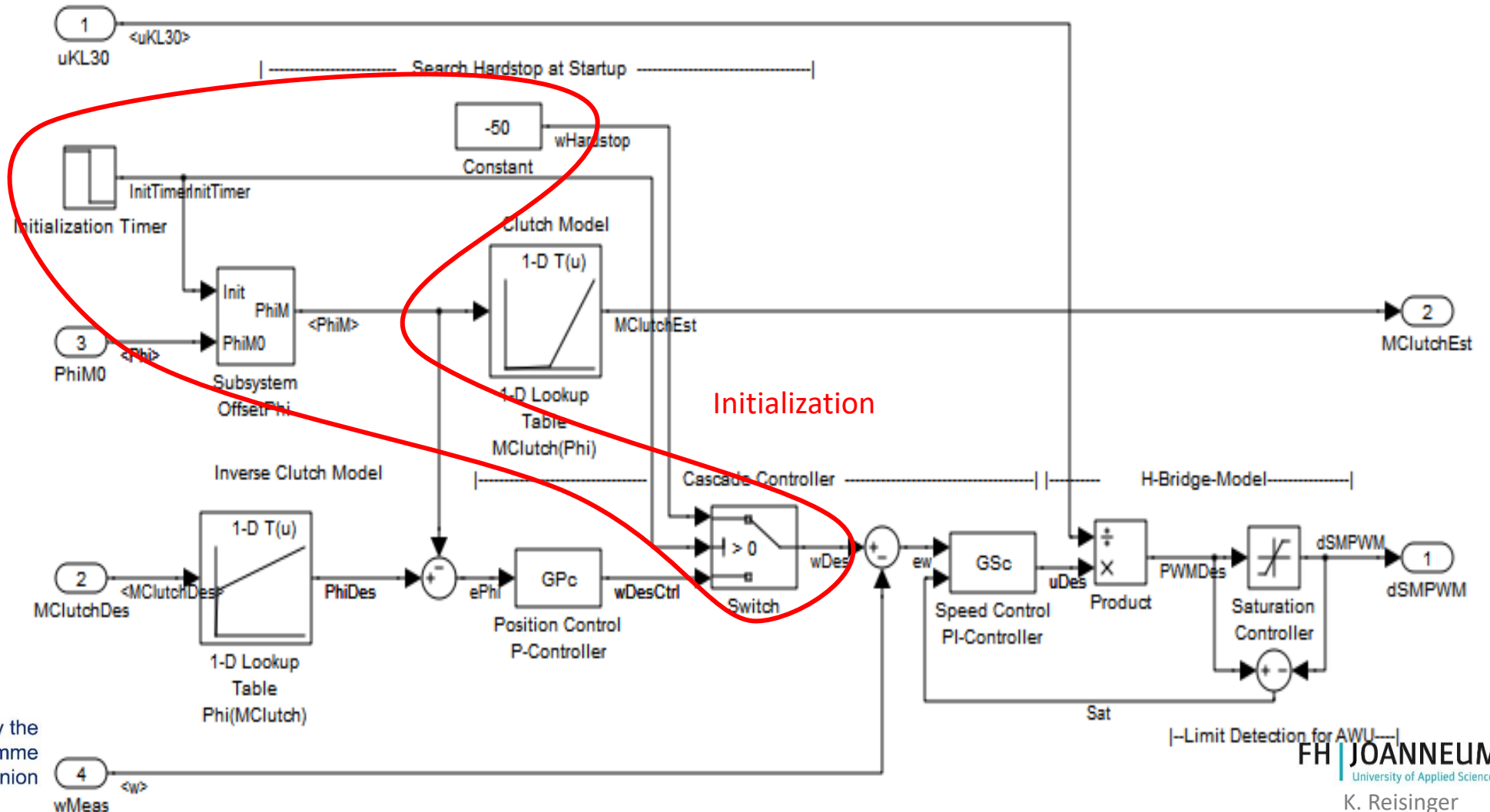


- Inisialisasi
 - Mencari hard-stop
 - Atur posisi ke nol
 - Mulai Kontrol Kopling
- Mencari hard-stop
 - Bergerak mundur dengan kecepatan rendah cukup lama sehingga ditemukan hard-stop
→ Pengatur Kecepatan
- Kontrol Kopling
 - Terjemahkan Torsi yang Diminta ke Posisi yang Diminta
 - Hitung Posisi Saat Ini (Sudut)
 - Pengontrol Posisi menentukan Kecepatan yang Diminta
 - Pengontrol Kecepatan menentukan Tegangan Keluaran
 - Hitung PWM untuk motor
 - Terjemahkan Posisi Saat Ini ke Torsi Saat Ini

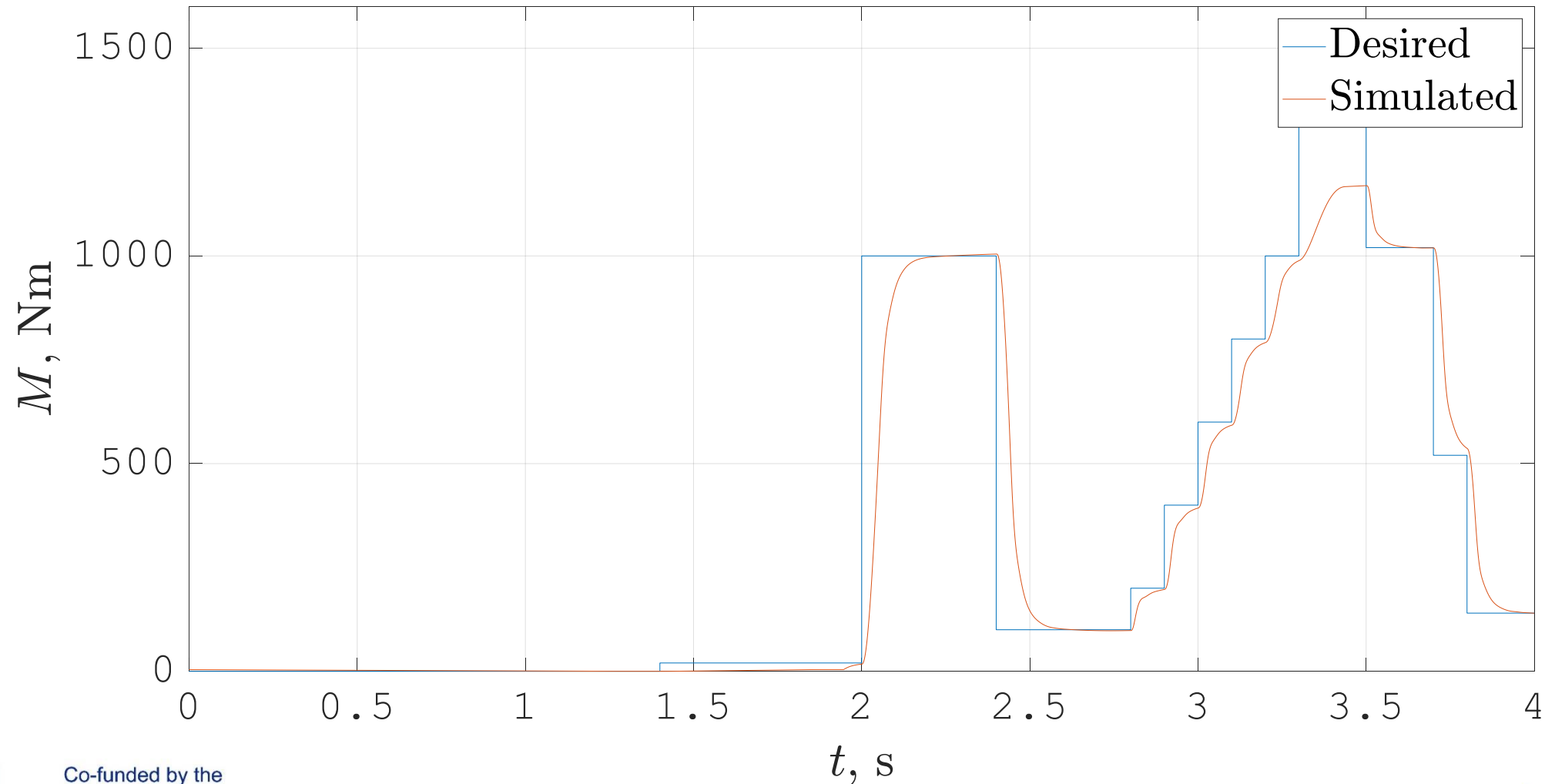
Pengontrol Torsi Sederhana



Pengontrol Torsi – Dimulai dengan hard stop

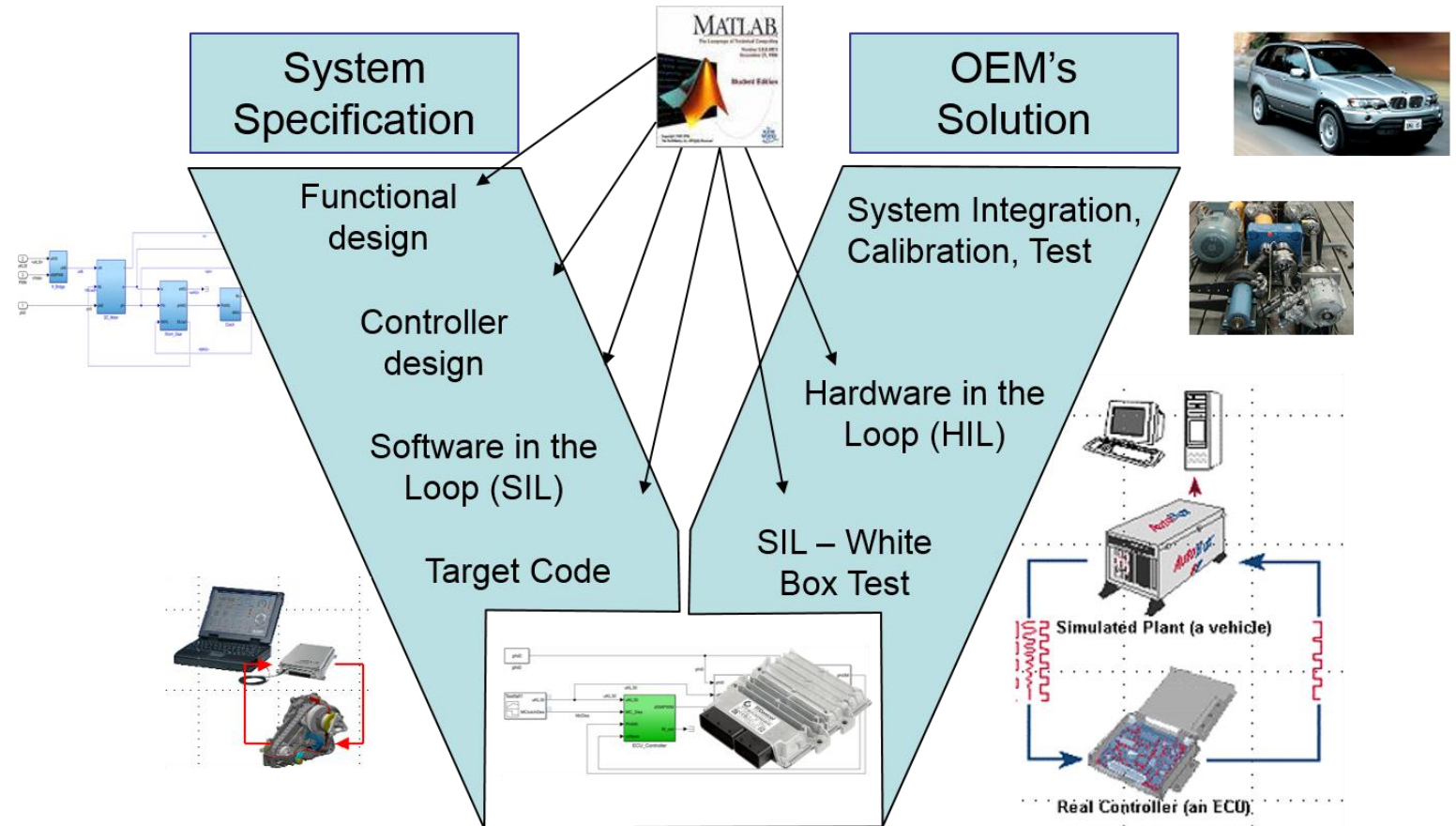


Pengontrol Torsi-Hasil MIL



Dari MIL ke SIL

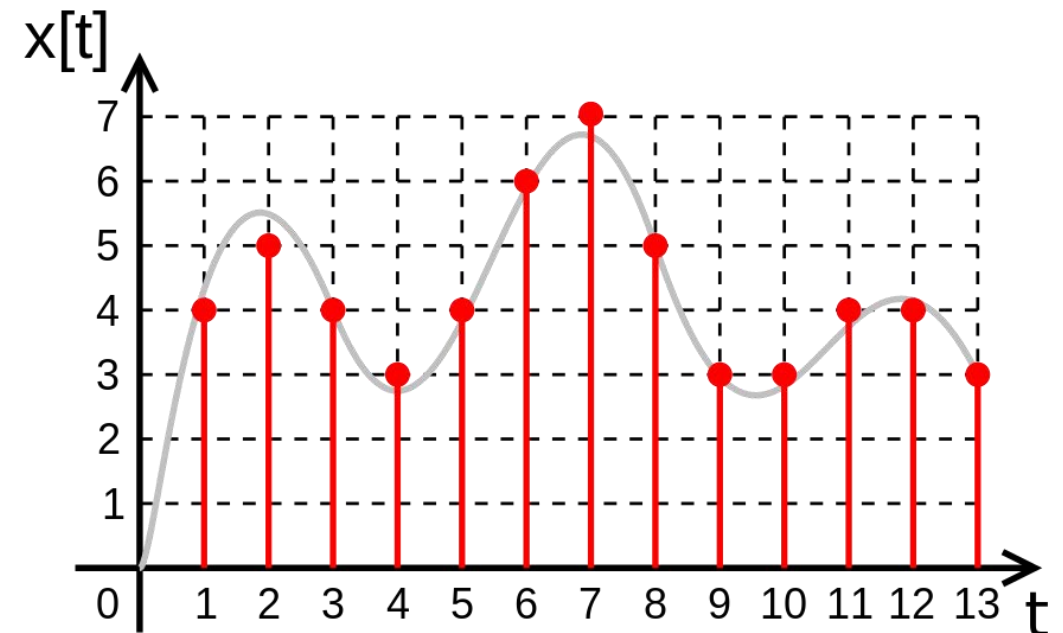
- MIL: lingkungan yang "sempurna".
- pertimbangkan detail teknis berikut:
 - Akuisisi Data (DAQ)
 - waktu diskrit
 - terkuantisasi
 - Waktu siklus tugas dalam kalkulasi
 - Integrator!
 - Aritmatika titik tetap



Konversi Analog-Digital (Pengambilan Sampel)

- Waktu Diskrit \rightarrow Waktu Sampel
- Amplitudo Diskrit \rightarrow Kuantisasi

- Contoh:
 - 2 Bit ADC \rightarrow 8 langkah dari 0 hingga 7
 - Tiingkat sampel 1s

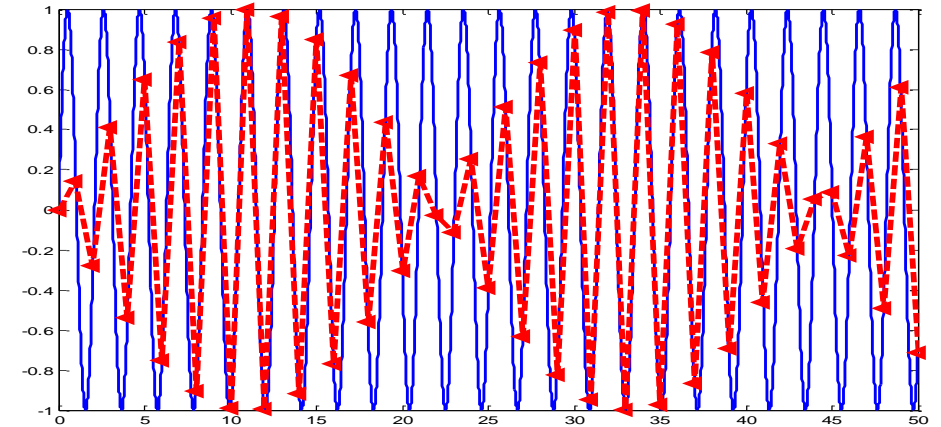


Aliasing

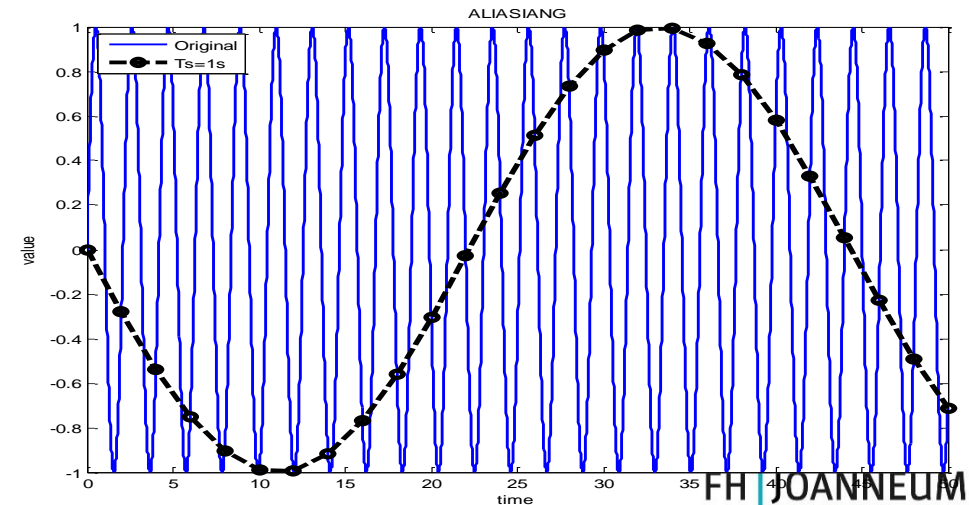
- Teorema Nyquist-Shannon

$$f_s = \frac{1}{T_s} > 2 \cdot f_{max}$$

- Aliasing sebaliknya
 - Mengalahkan antara frekuensi sampling dan sinyal
 - Frekuensi yang tidak ada muncul.
- Solusi
 - Filter listrik sebelum ADC mengubah sinyal!



$f_s = 2.1 f \dots$ no new frequency



$f_s = 1.1 f$ image frequencies appear

Integer Mathematics

- $\mu P \rightarrow 16 \text{ Bit}$
- Tipe data \rightarrow Signed Integer

Tegangan power supply \rightarrow Nilai maksimum 20 V

memory map:

n	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	sign	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
binary		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
decimal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	4	0	0	20

10 Bit unused

5 Bit used

Bit 15 - tanda:

Positif \rightarrow 0

Negatif \rightarrow 1



Integer Mathematics

For a better memory usage → Shift 10 Bits to left (multiplication with 2^{10})

n	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2^n	sign	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
binary		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
decimal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	4	0	0

20

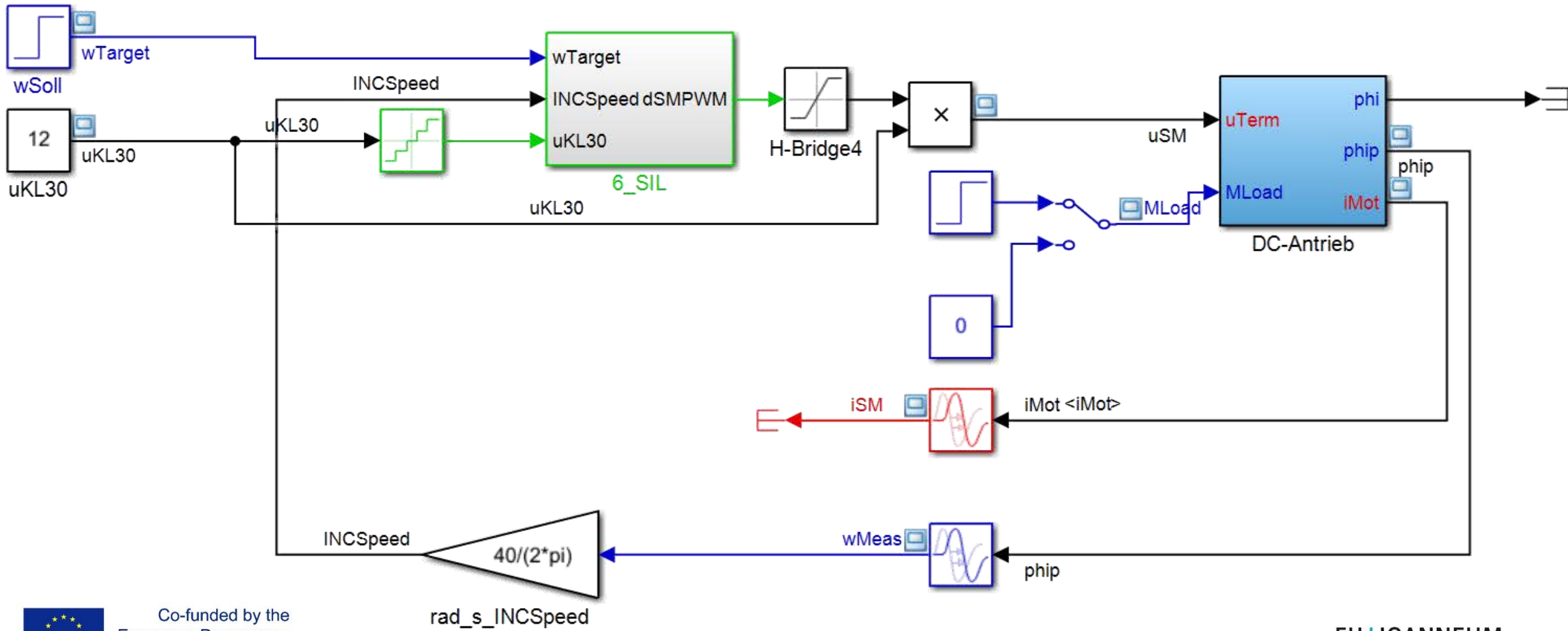
$$20 \cdot 2^{10} = 20480$$

n	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2^n	sign	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
binary		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
decimal		16384	0	4096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20480

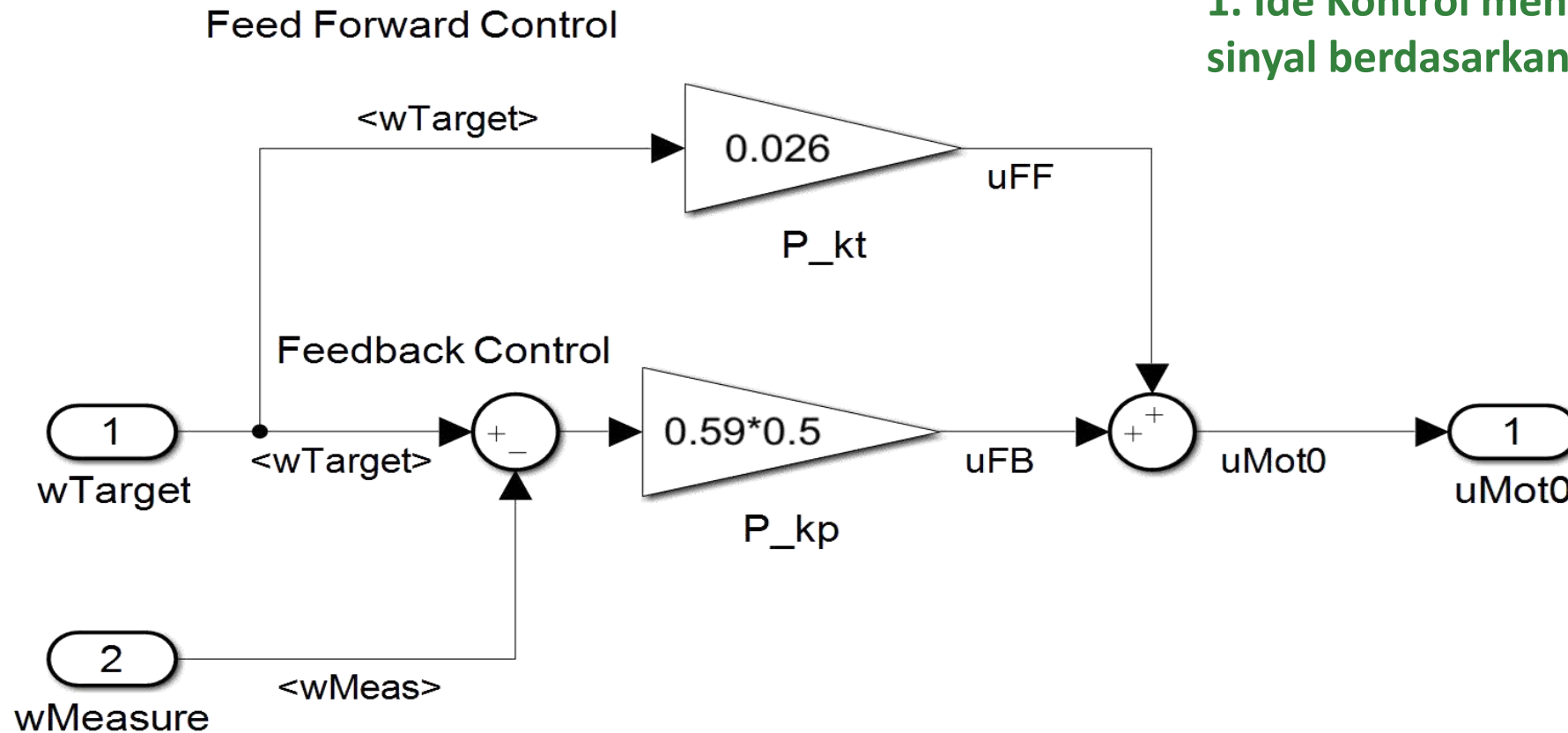
10 free Bits for a higher accuracy

SIL-Model – Top view



Pengontrol Kecepatan Sederhana – 1st MIL-Model

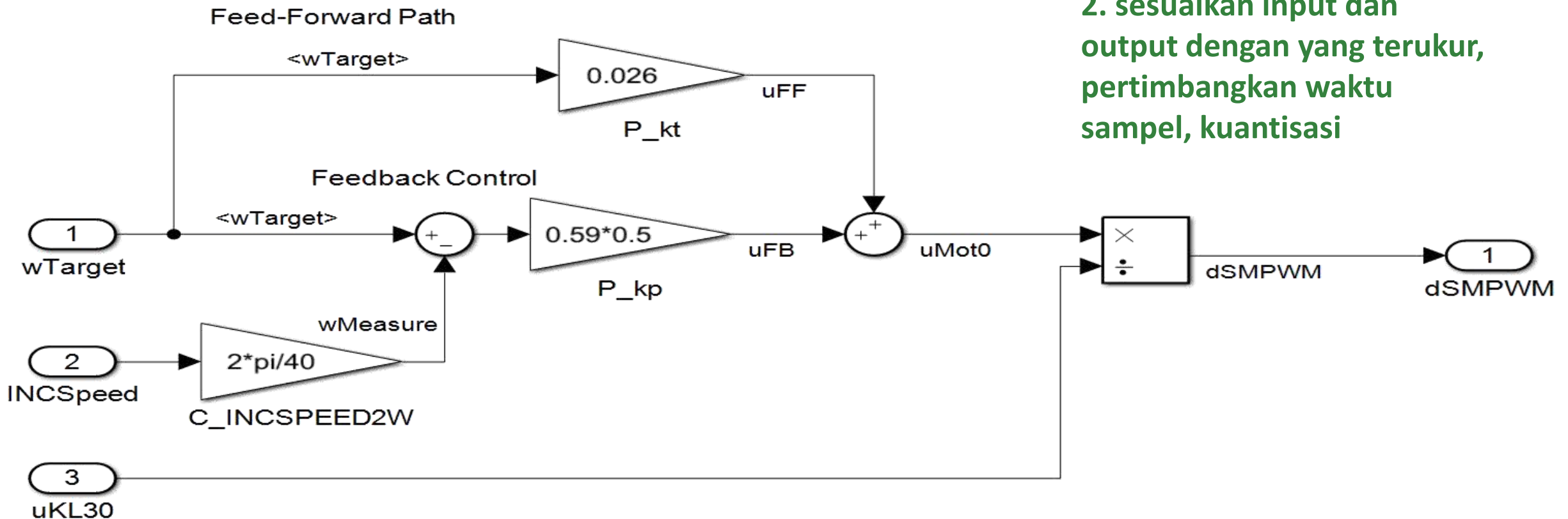
1. Ide Kontrol menggunakan sinyal berdasarkan fisika



Pengontrol Kecepatan Sederhana – 2nd MIL-Model

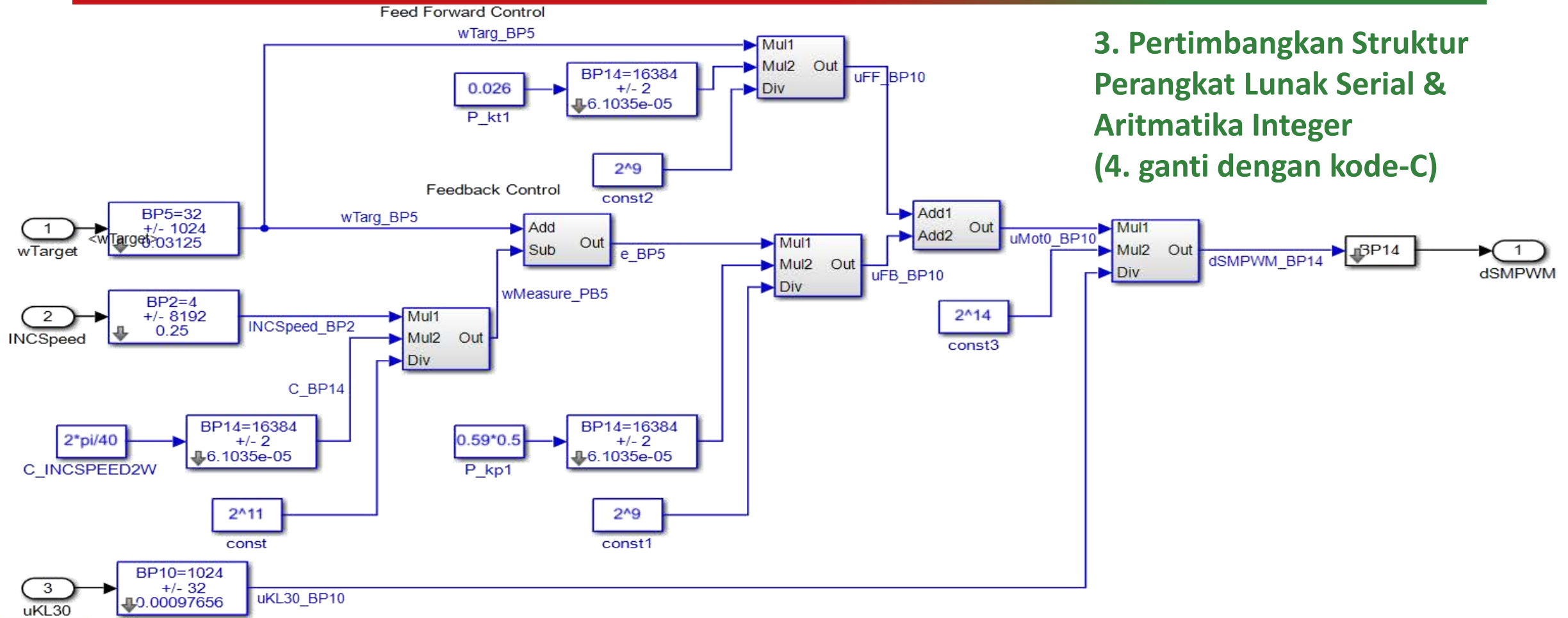


--- HAL-Input Layer---|----- Modelling Physics -----|--- HAL-Output Layer-----



2. sesuaikan input dan output dengan yang terukur, pertimbangkan waktu sampel, kuantisasi

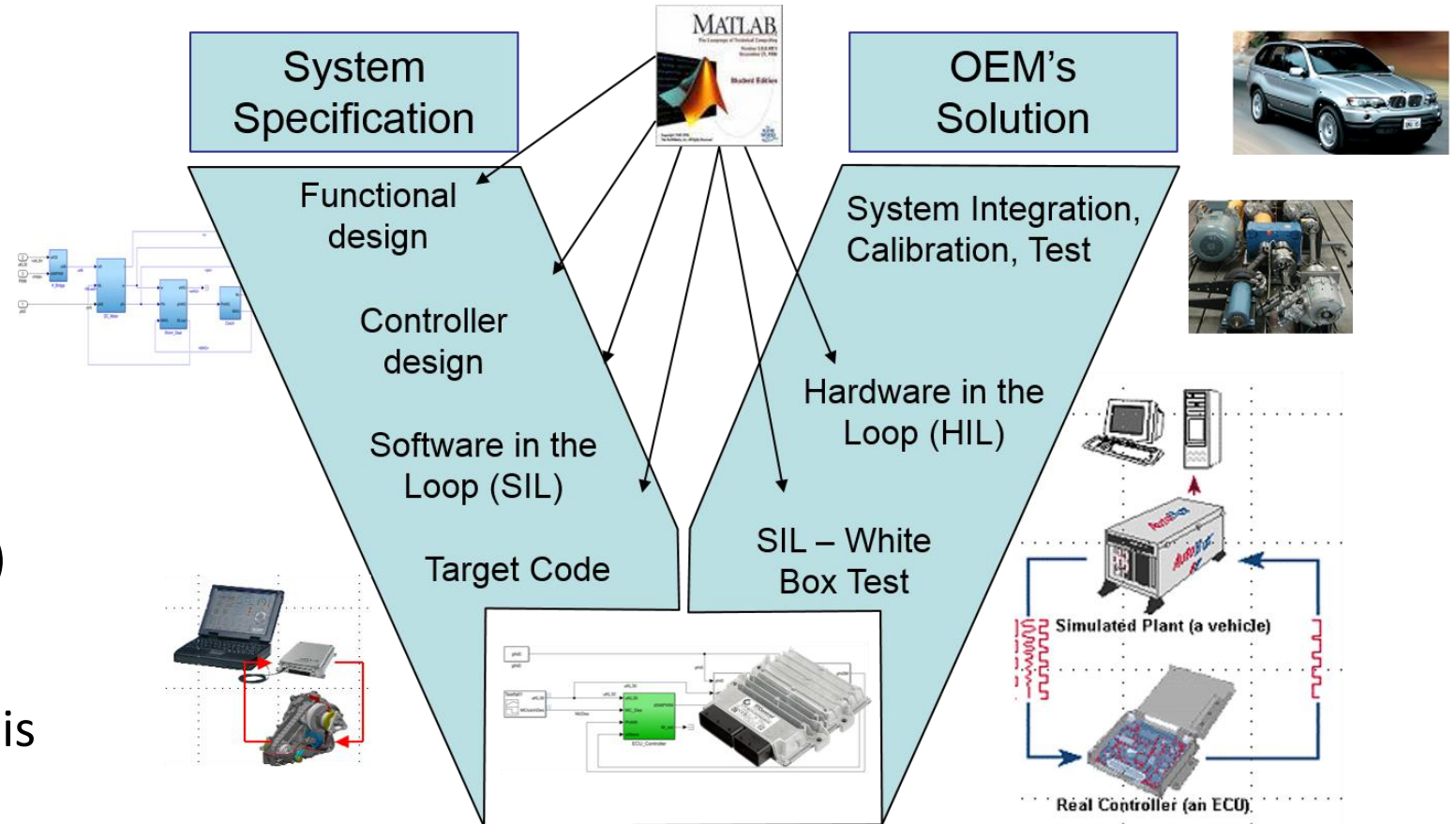
Pengontrol Kecepatan Sederhana - SIL-Model



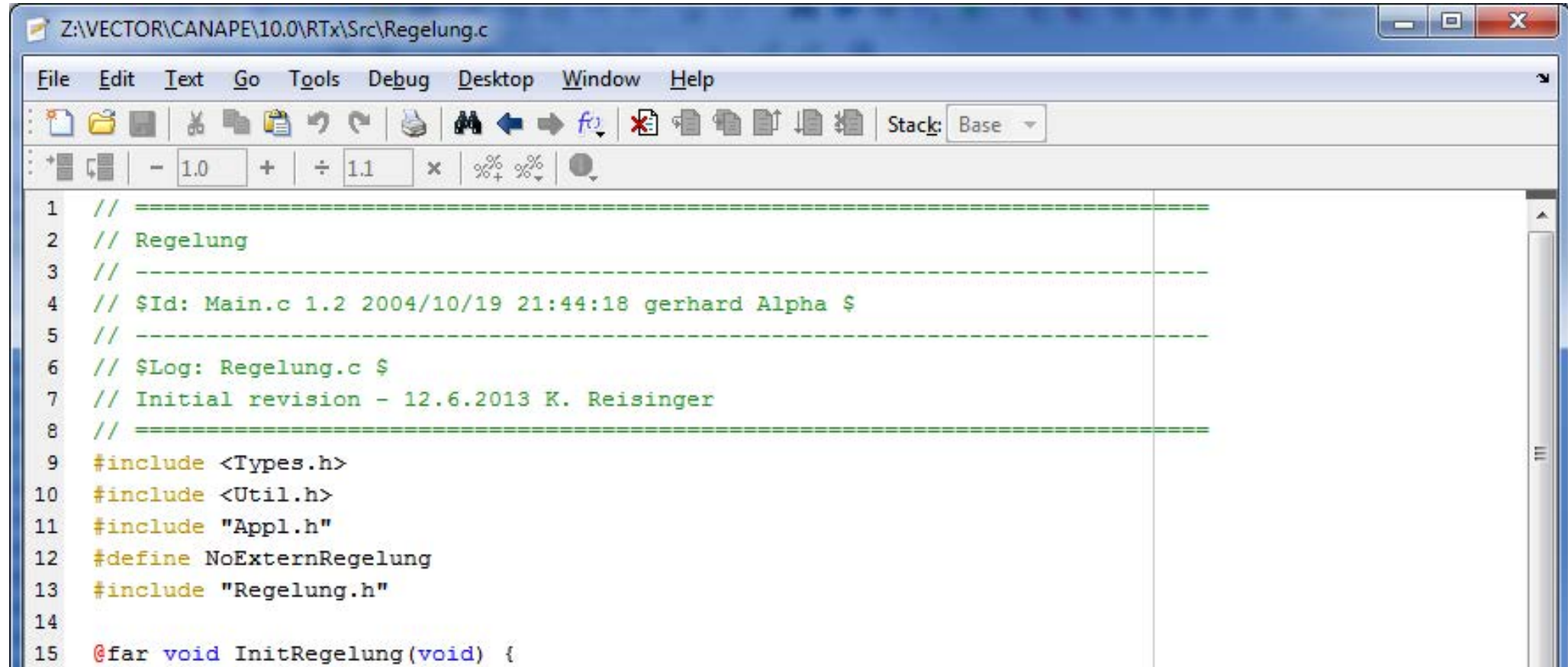
3. Pertimbangkan Struktur Perangkat Lunak Serial & Aritmatika Integer
(4. ganti dengan kode-C)

Pengontrol Torsi - SIL ke Kode Tujuan

- Setelah penjelasan rinci tentang keseluruhan sistem dengan Simulink, kami siap untuk menghasilkan kode target.
- Pembuatan kode:
 - Bahasa pemrograman C
 - Jika memungkinkan, langsung keluar dari Simulink (praktik terbaik)
 - Turunkan Kode-C dari Model Simulink (jika pembuatan kode otomatis tidak berfungsi).

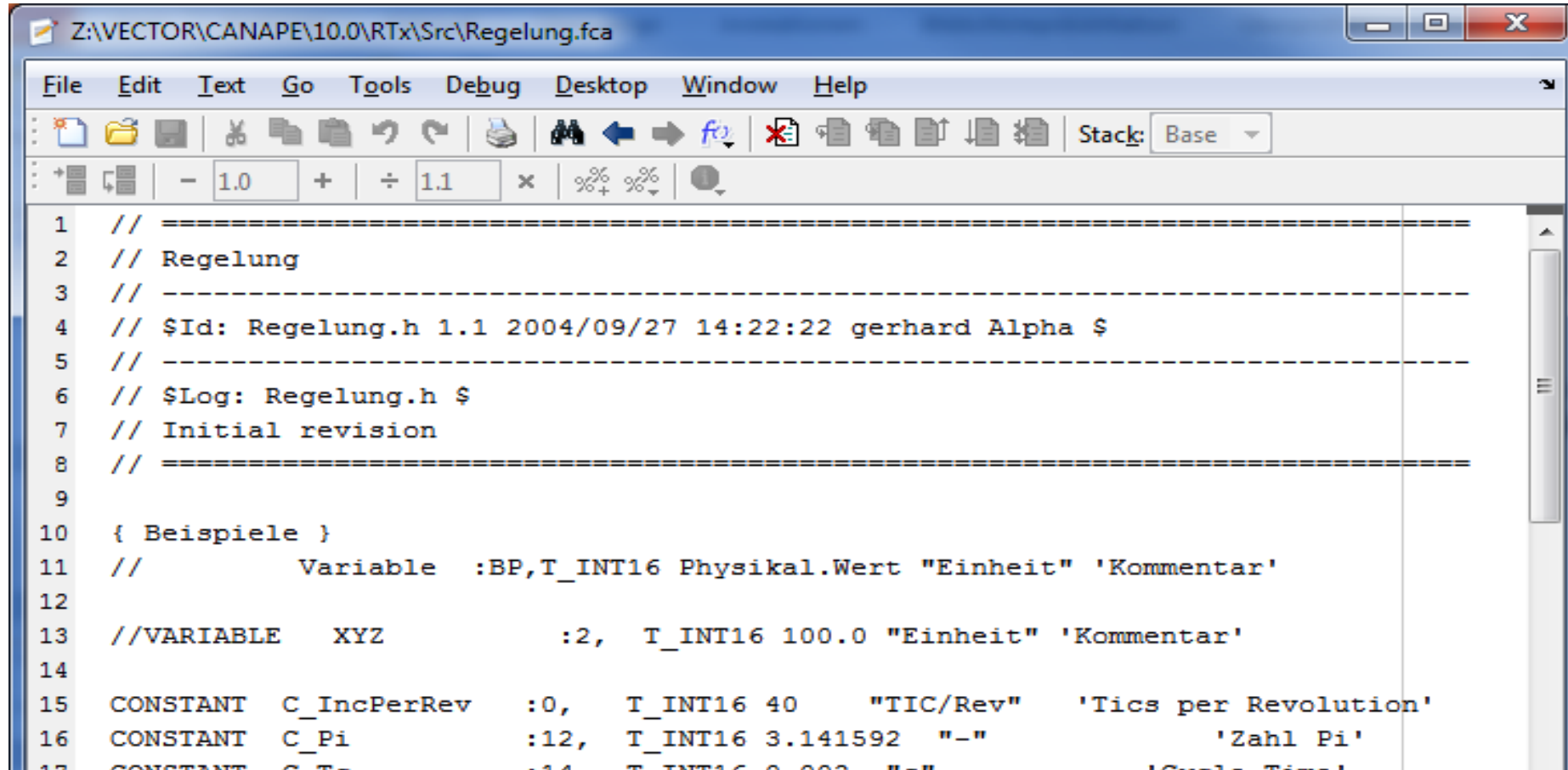


Demo C-Code



```
Z:\VECTOR\CANAPE\10.0\RTx\Src\Regelung.c
File Edit Text Go Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
- 1.0 + ÷ 1.1 x % %
1 // =====
2 // Regelung
3 // -----
4 // $Id: Main.c 1.2 2004/10/19 21:44:18 gerhard Alpha $
5 // -----
6 // $Log: Regelung.c $
7 // Initial revision - 12.6.2013 K. Reisinger
8 // =====
9 #include <Types.h>
10 #include <Util.h>
11 #include "Appl.h"
12 #define NoExternRegelung
13 #include "Regelung.h"
14
15 @far void InitRegelung(void) {
```

Definisi dari ASAM-2-Data

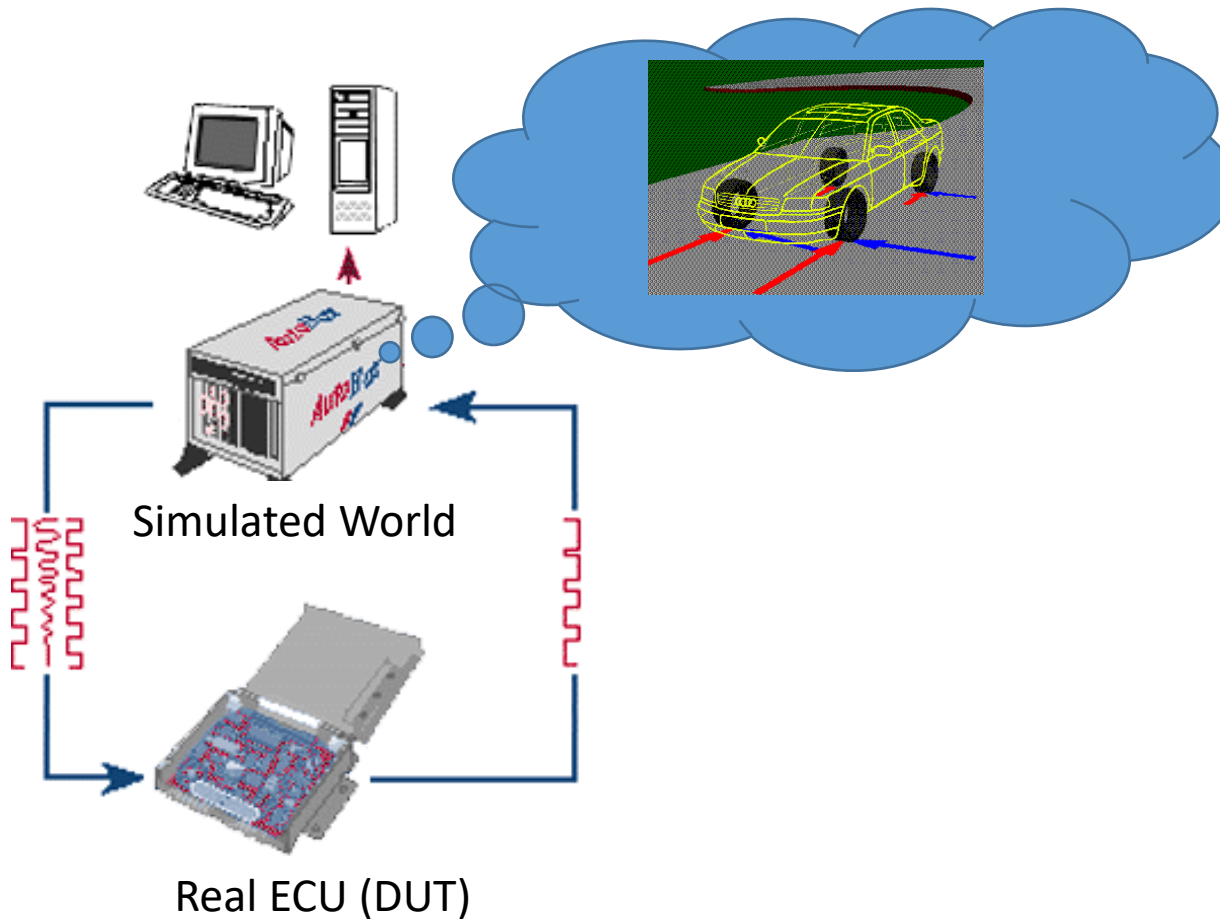


```
Z:\VECTOR\CANAPE\10.0\RTx\Src\Regelung.fca
File Edit Text Go Tools Debug Desktop Window Help
- 1.0 + ÷ 1.1 x % %
1 // =====
2 // Regelung
3 // -----
4 // $Id: Regelung.h 1.1 2004/09/27 14:22:22 gerhard Alpha $
5 // -----
6 // $Log: Regelung.h $
7 // Initial revision
8 // =====
9
10 { Beispiele }
11 //      Variable  :BP,T_INT16 Physikal.Wert "Einheit" 'Kommentar'
12
13 //VARIABLE   XYZ           :2,  T_INT16 100.0 "Einheit" 'Kommentar'
14
15 CONSTANT   C_IncPerRev    :0,   T_INT16 40    "TIC/Rev"   'Tics per Revolution'
16 CONSTANT   C_Pi           :12,  T_INT16 3.141592 "-"         'Zahl Pi'
17 CONSTANT   C_Ts           :14,  T_INT16 0.002  "-"         'Cycle Time'
```



Welsch
since 2003
joanneum steiermark

Tes Integrasi Software - HIL



Hardware In the Loop

Tes Integrasi untuk ECU (=Software + Hardware)

- Setup
 - simulasi dunia tanpa ECU secara Real Time
 - generasi Bus / sinyal listrik untuk ECU
 - mengukur jawaban dari ECU
 - Katalog pengujian untuk pengujian otomatis
 - penilaian dan pelaporan tes otomatis
- Model Simulasi
 - Gunakan kembali MIL-Model
 - Integrator orde rendah, (Euler, Heun)
 - 0,5 ms – 2 ms waktu sampel
 - Tidak ada loop!

Pelajaran yang Didapat



- Perbedaan besar dalam memahami listrik dan μ P di kalangan siswa.
- 2 ECTS sangat sulit pada konten kali ini.
- Requirements Management adalah topik yang paling tidak populer - tetapi penting.
- Fixed point arithmetic tidak begitu penting bagi insinyur yang merancang sistem mekatronik, itu adalah tugas pengembang perangkat lunak.

Pelajaran yang Didapat



- Model Simulink-SW harus dikompilasi secara otomatis untuk dimuat ke ECU – tidak ada pengembangan kode-C untuk perekayasa sistem.
- Stateflow adalah cara nyata untuk memodelkan otomatisasi proses – tetapi bukan bagian dari kurikulum.
- Simscape adalah cara baru untuk memodelkan pabrik – tetapi bukan bagian dari kurikulum.
- Integrasi sistem mekatronik ke dalam bangku uji harus ditambahkan.



Langkah kami selanjutnya 1

Sistem Prototipe Cepat Berkode Simulink

- Tidak ada aritmatika bilangan bulat untuk pengembang fungsional
- Auto-Coding
- Unduh dengan plug-n-play

→ Mulai Semester depan

→ Bab selanjutnya



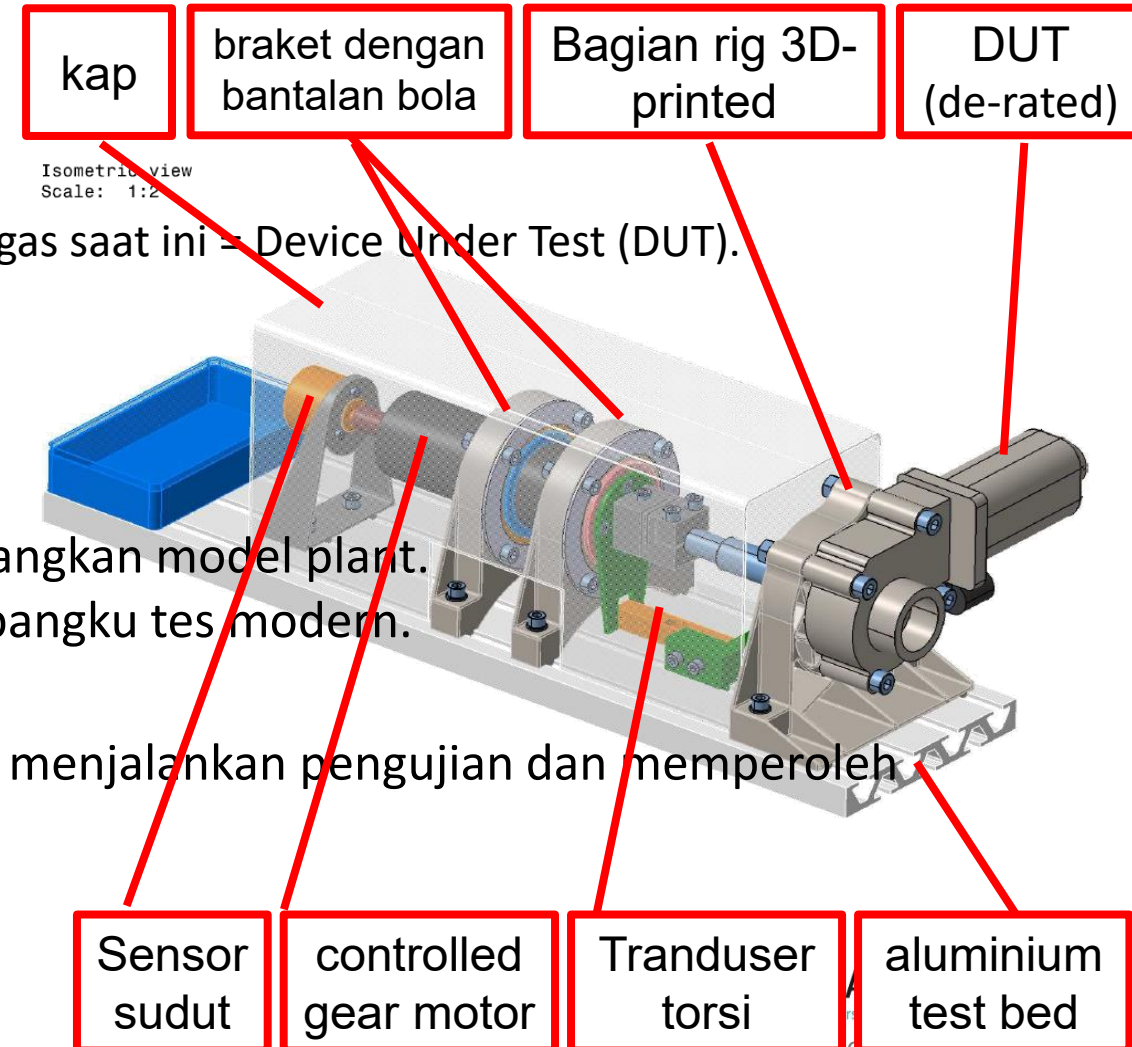
<https://www.ttcontrol.com>

Langkah kami selanjutnya 2

Low-Cost Mini-HIL

Integrasi sistem terkontrol ke dalam bangku uji

- 2 kelompok yang terdiri dari 2 siswa:
 1. mengembangkan perangkat lunak kontrol untuk tugas saat ini = Device Under Test (DUT).
 2. Penerapan bangku tes HIL dan otomatisasi tes.
- HIL test bench
 - kinerja rendah, fungsionalitas penuh
 - Motor DC Terkontrol
 - ECU dengan Simulink-Interface untuk mengembangkan model plant.
 - Menunjukkan semua sinyal untuk menjalankan bangku tes modern.
- CANoe (vector)
 - Otomatisasi bangku pengujian menentukan cara menjalankan pengujian dan memperoleh sinyal yang dihasilkan.





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Menyiapkan Sistem Mekatronika

T. Lechner



Memilih ECU



- Antarmuka
- Pengontrol Kecepatan
 - Kecepatan Motor (Masukan)
 - Tegangan terminal DC-Motor (Output) →
- Pengontrol Posisi
 - Posisi rotor (Masukan)
 - Kecepatan dan arah motor (Output → nilai yang diinginkan untuk pengontrol kecepatan)
- Torsi beban Motor DC
- Diperkirakan melalui arus DC-Motor

Choosing the ECU



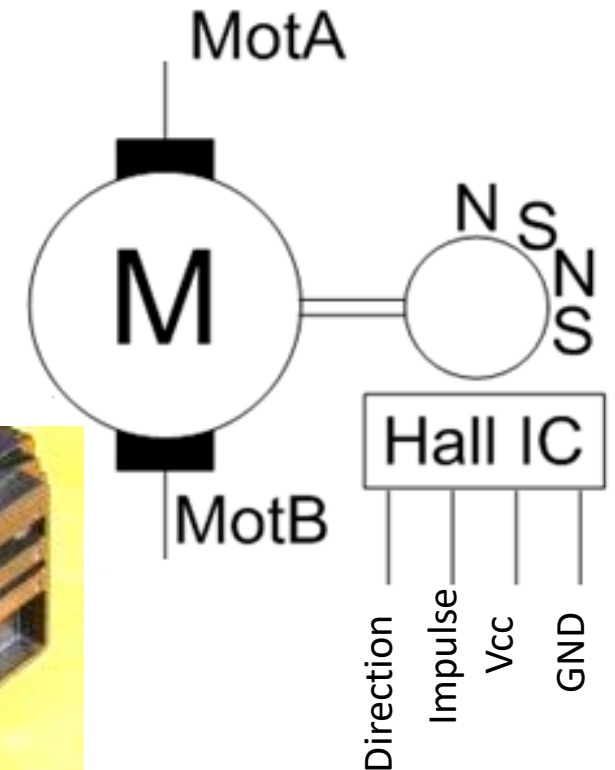
- Antarmuka
 - Komunikasi antara ECU dan lingkungan
 - CAN-Antarmuka
 - ECU Aplikasi
 - Can Calibration Protocol (CCP)



Choosing the ECU

Pengukuran Kecepatan →

- Motor DC → 10 Magnet
 - Tindakan Hall-Sensor
 - Posisi rotor (Masukan)
 - Kecepatan dan arah motor (Output nilai yang diinginkan untuk pengontrol kecepatan)
- Torsi beban Motor DC
 - Diperkirakan melalui arus DC-Motor



Pengukuran Kecepatan → Timer

Pengukuran kecepatan dengan input timer:

$$f = \frac{1}{\tau}$$

f ... Frekuensi dalam Hz

τ ... Periode waktu dalam s

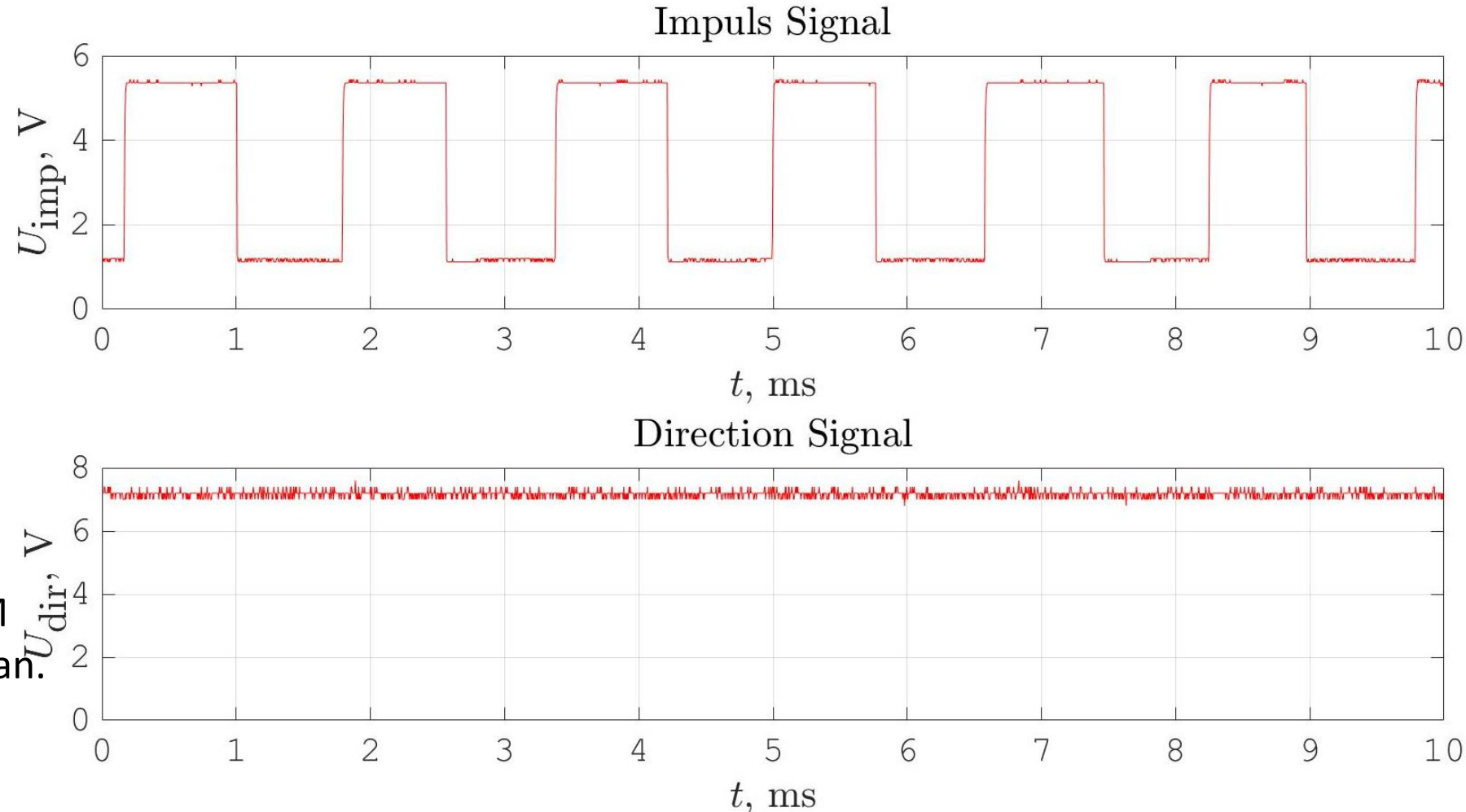
f → Nilai pengukuran

$$n = \frac{f}{N} \cdot 60$$

n . kecepatan mesin dalam RPM

N ... Jumlah kenaikan per putaran.

Dalam kasus kami, $N=20$.



Posisi menggunakan Arah → menangkak

*Pengukuran arah
dengan input digital:*

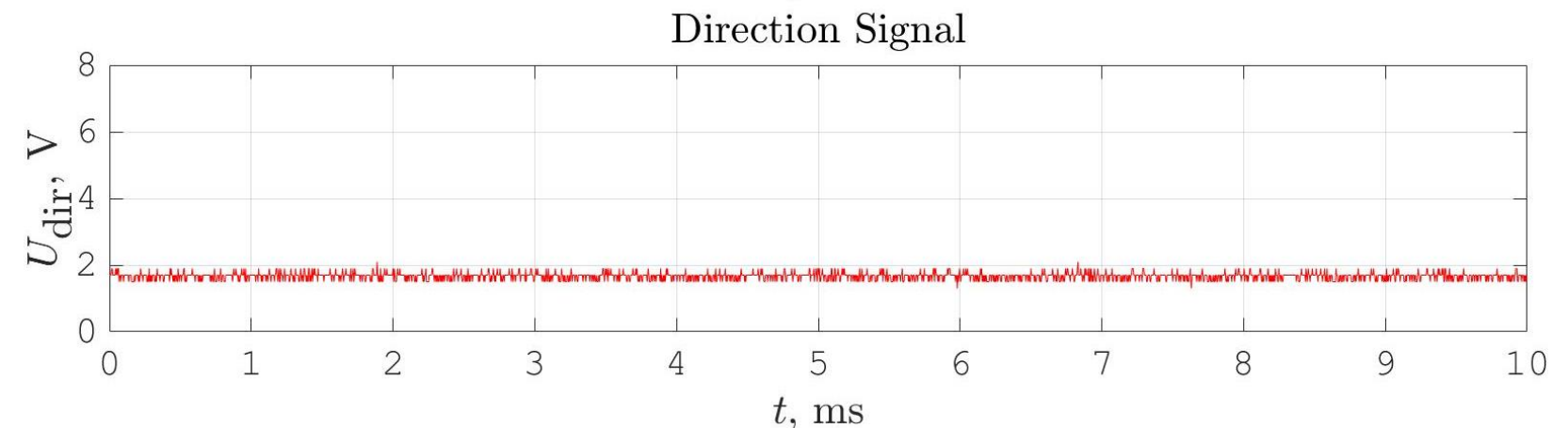
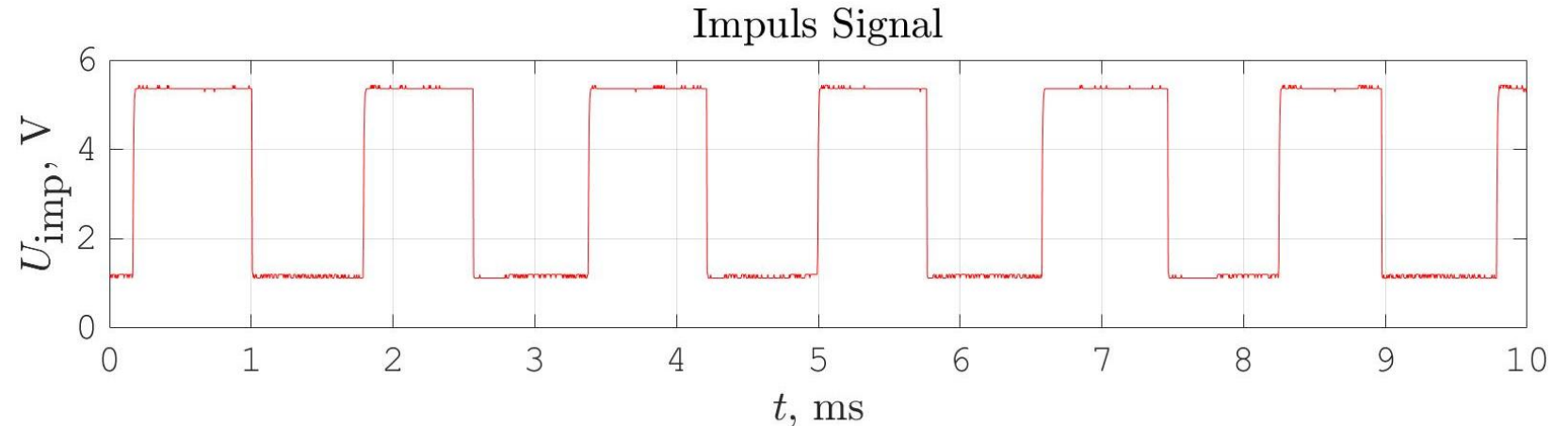
$U_{\text{dir}} \cong 1.9 \text{ V} \rightarrow \text{logical 0}$

$U_{\text{dir}} \cong 5.5 \text{ V} \rightarrow \text{logical 1}$

Arah putaran:

1 → searah jarum jam

0 → berlawanan arah
jarum jam



Pengukuran Arus Listrik

Pengukuran Arus dengan Hall-Sensor:

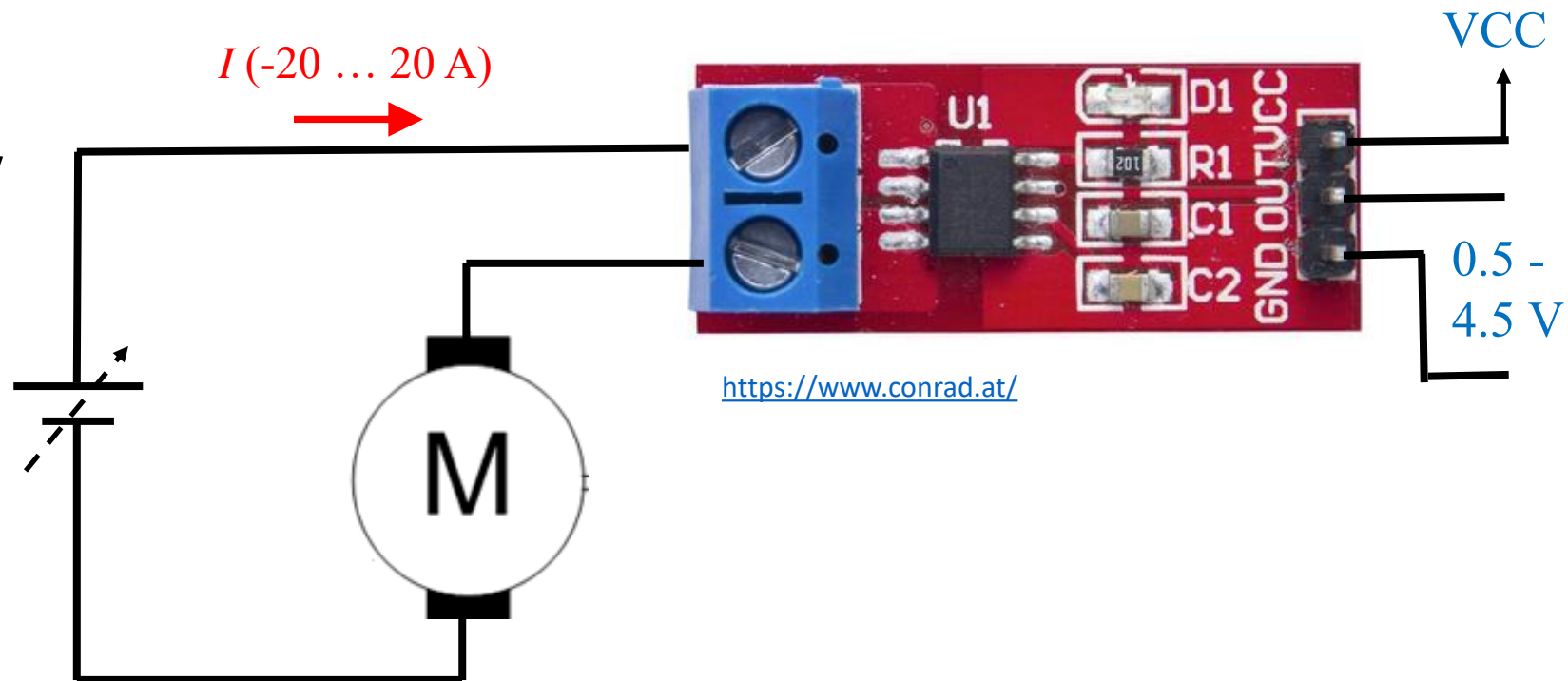
Tegangan Pasokan (VCC) → 5 V

-20 A → 0.5 V

0 A → 2.5 V

20 A → 4.5 V

Analog Input Untuk → DAQ
Input Analog



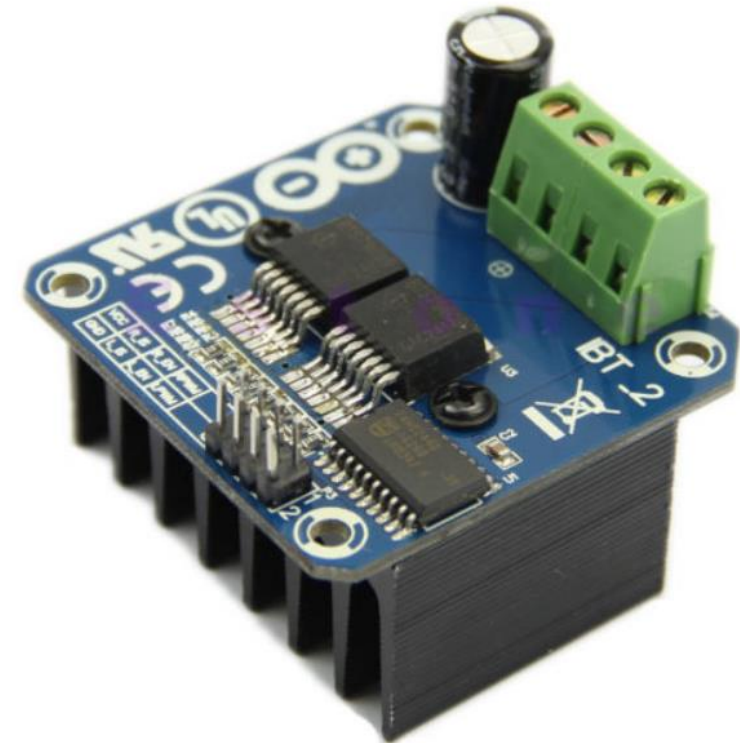
Koneksi DC-Motor

DC-Motor terminal voltage

- Tegangan harus bervariasi untuk mengubah kecepatan motor
- Tegangan harus mengubah polaritas untuk mengubah arah
- Arus motor DC maksimum (minimum) adalah ± 12 A

PWM modulated Voltage

H-Bridge



<http://www.hessmer.org/blog/2013/12/28/ibt-2-h-bridge-with-arduino>

ECU – Performa yang Diperlukan

- Waktu siklus minimum: 2 ms
- Ini adalah nilai empiris, diperkirakan sesuai dengan keahlian yang kami miliki dengan aplikasi serupa. Waktu siklus mempengaruhi kinerja pengontrol.
 - Pembuatan perangkat lunak otomatis dari Simulink
 - Metode canggih. (Bahasa C tidak lagi menjadi bagian dari kurikulum kami)
- Kalibrasi melalui XCP atau CCP
 - Kalibrasi melalui XCP atau CCP Metode canggih untuk pengembangan, pengaturan parameter, debugging ..
- Perhitungan dengan Variabel Floating Point (tunggal, ganda, ...)
 - Pengetahuan tentang Integer-Arithmetic tidak begitu penting bagi seorang system engineer.

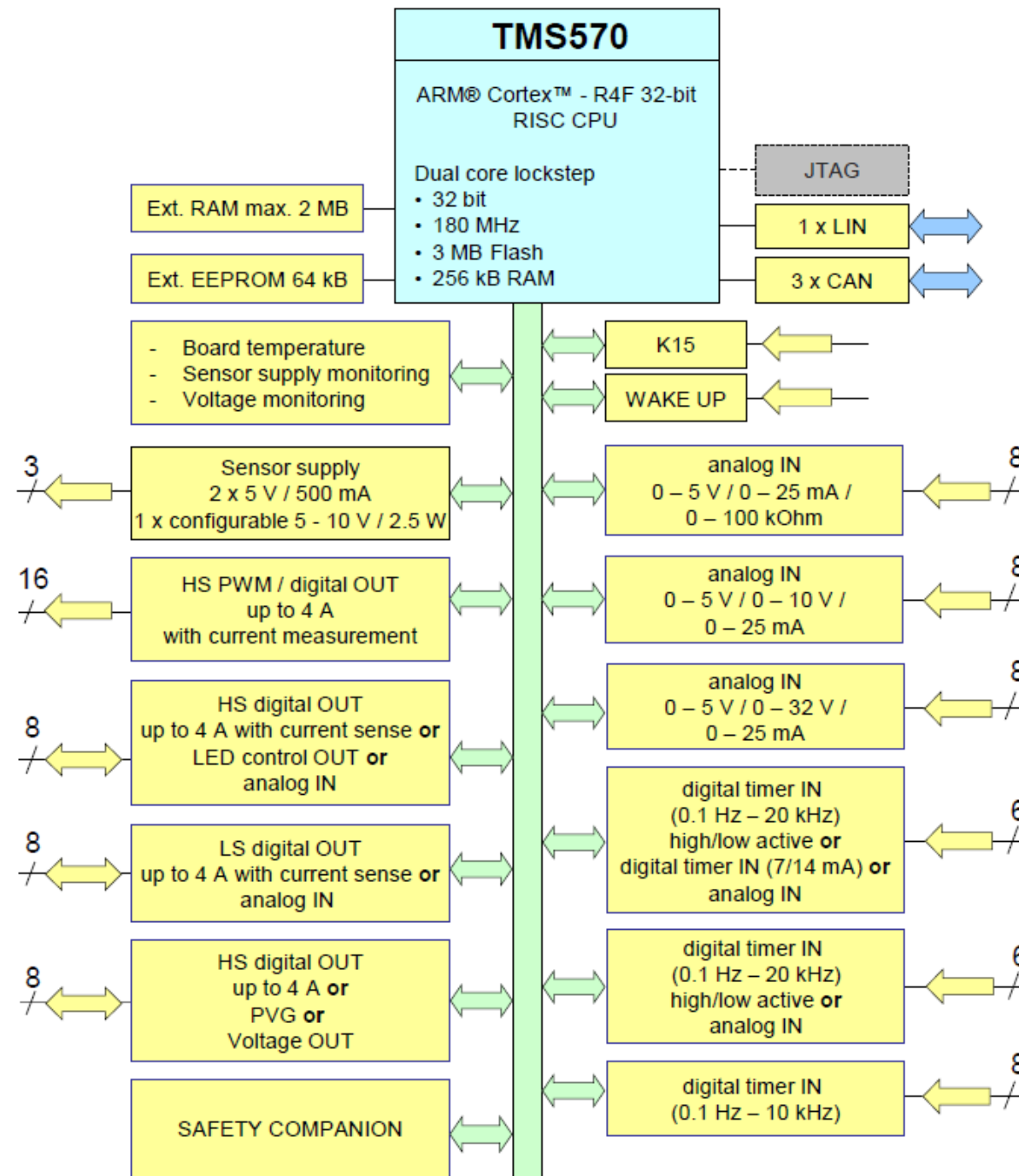
ECU – Pilihan Kami

→ HY-TTC 510 dari TT-Tech

Kunci Keuntungan :

- CPU dual-core 32 bit dengan 180MHz
- Unit titik-mengambang
- 12 Bit ADC
- PWM-Output
- Digital dalam Output
- CAN, CCP





ECU – Target-performance comparison



	Quantity	Range	Possible with HY TTC 510?
CAN	~2	500 kBaud	- Ya (3 CAN-Interfaces tersedia)
Sensor Supply	1	5 V	- Ya (suplai 2 x 5 V terpasang)
Sensor Supply	1	10 V	- Ya (1 x dapat diprogram antara 5 V dan 10 V) Tidak (maksimum 1 kHz)
Voltage out 5 V	1	0 - 5 V	- Ya
PWM out	2	15 kHz 0 – 100 % 0 – 5 V	- Tidak (maximum 1 kHz) - Ya - Ya/Tidak → Tingkat tegangan harus disesuaikan (pembagi tegangan) - Tidak, terlalu sedikit → ampere selesaikan

ECU – Target-performance comparison



	Quantity	Range	Possible with HY TTC 510?
Timer in	1	2000 Hz	- Ya (maksimum 20 kHz)
Digital in	1	1.9 V → logical 0 5.5 V → logical 1	- Ya
Analog in	1	5 V	- Ya
Counter in	1	1.9 V → logical 0 5.5 V → logical 1	- Ya (untuk Simulink, Solusi diperlukan)



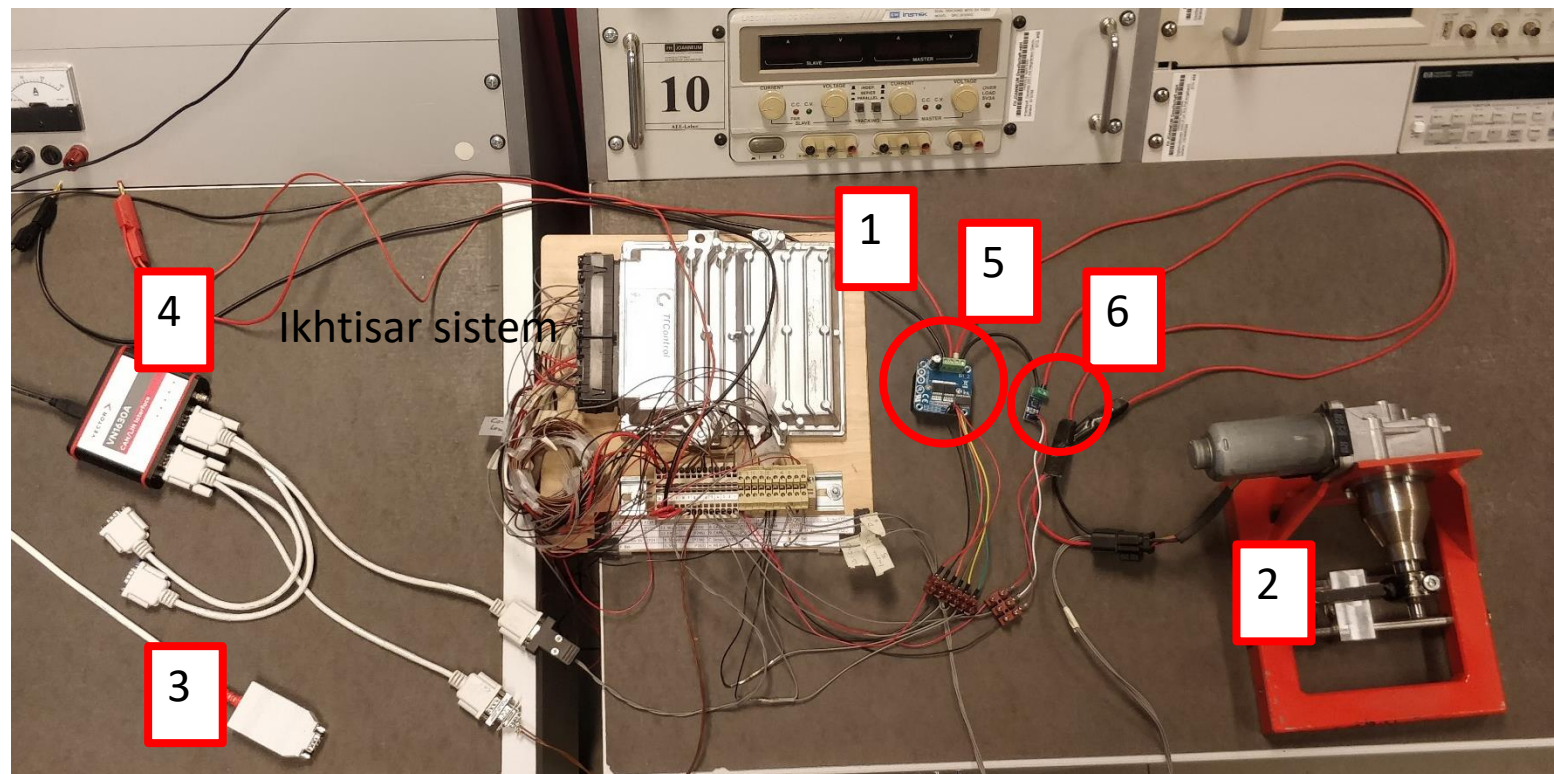
ECU – Target-performance comparison



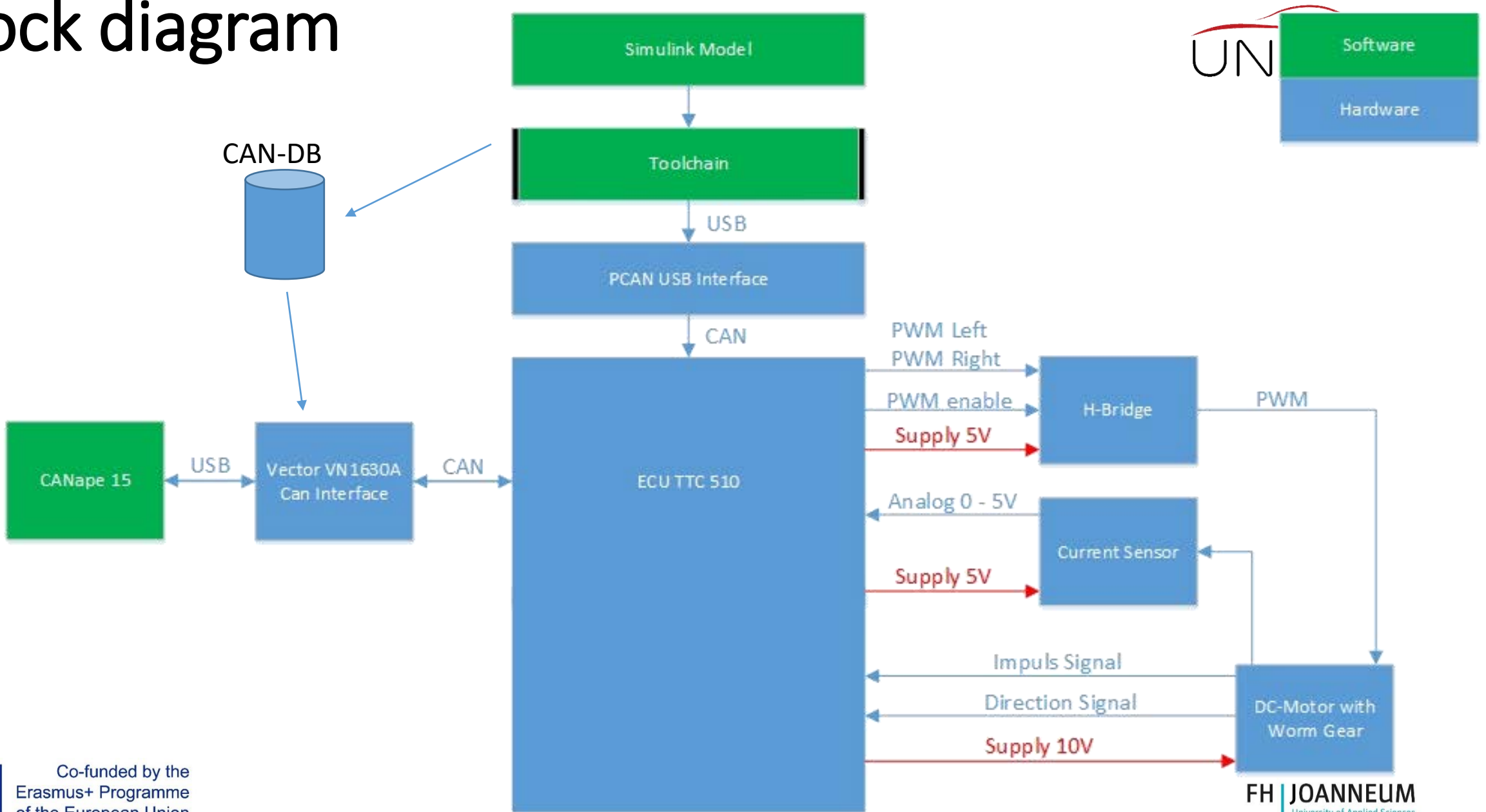
- Waktu siklus minimum: 2 ms
 - OK. Waktu siklus dapat disesuaikan dalam langkah-langkah bijaksana. Nilai minimum adalah 1 ms.
- Pembuatan Perangkat Lunak Otomatis dari Simulink
 - OK. Sebuah Simulink-Library termasuk dalam cakupan pengiriman. Deskripsi dasar, untuk pengaturan pemecah yang benar tersedia.
 - Kalibrasi melalui XCP atau CCP
 - OK. PKC didukung dalam mode polling.
 - Perhitungan dengan Floating Points (tunggal, ganda, ...)
 - OK. μ P Memiliki FPU di dalamnya.

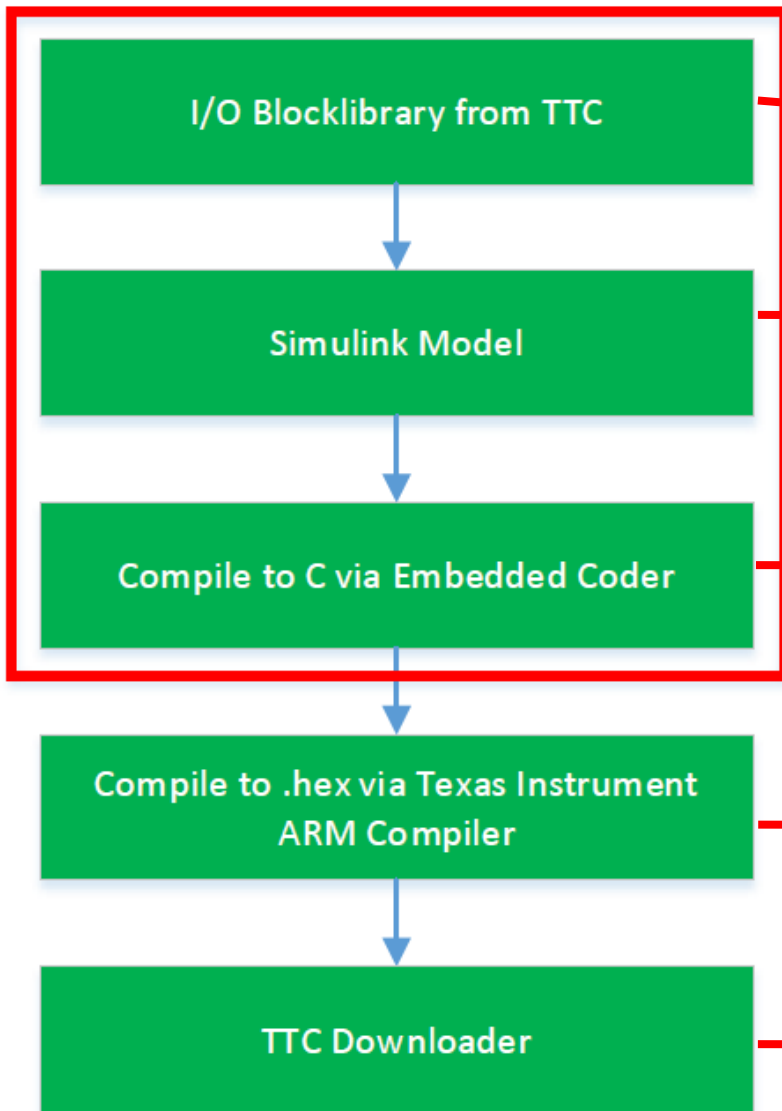
Ikhtisar sistem

- 1) ECU HY-TTC 510
- 2) Perangkat dalam Pengujian (DUT)
- 3) Antarmuka PCAN-USB untuk flashing
- 4) Vektor VN1630 USB ke CAN Interface untuk aplikasi (CCP) dan pengukuran
- 5) H-Jembatan
- 6) Transduser saat ini



Block diagram





Matlab

Untuk pemrograman ECU:

- port masuk dan keluaran
- pengaturan dasar (waktu siklus, penanganan kesalahan, CCP...)

Deskripsi fungsional untuk pengontrol, mesin negara ...

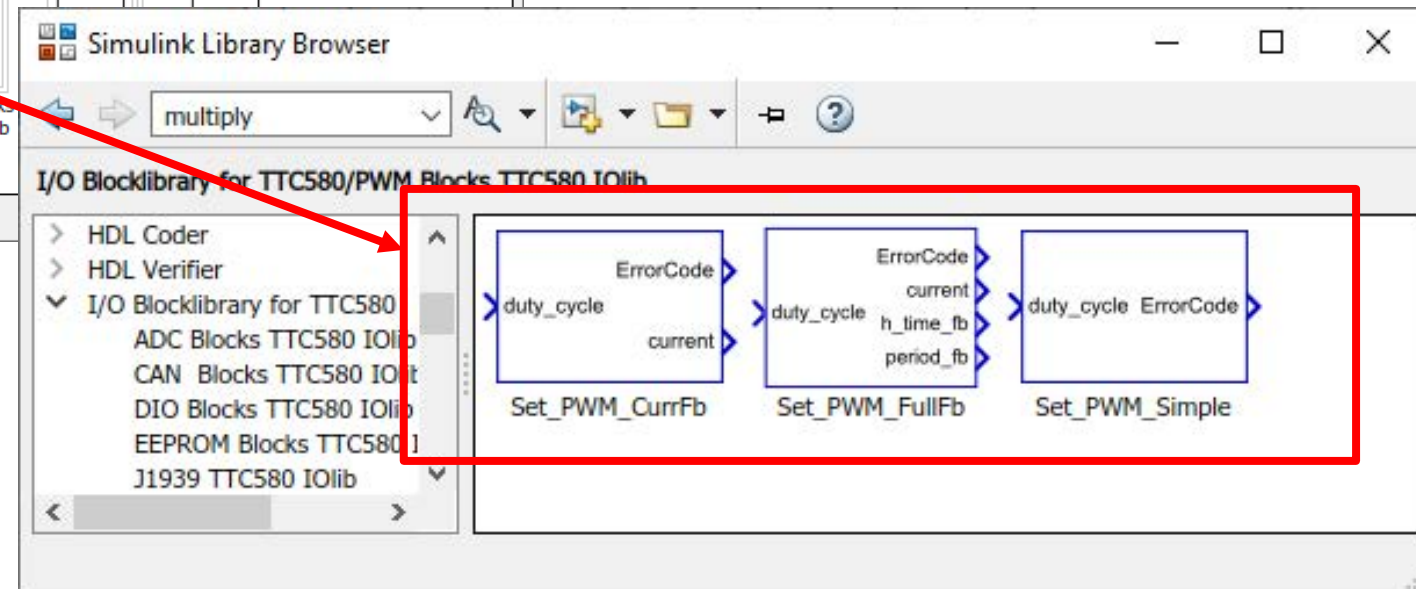
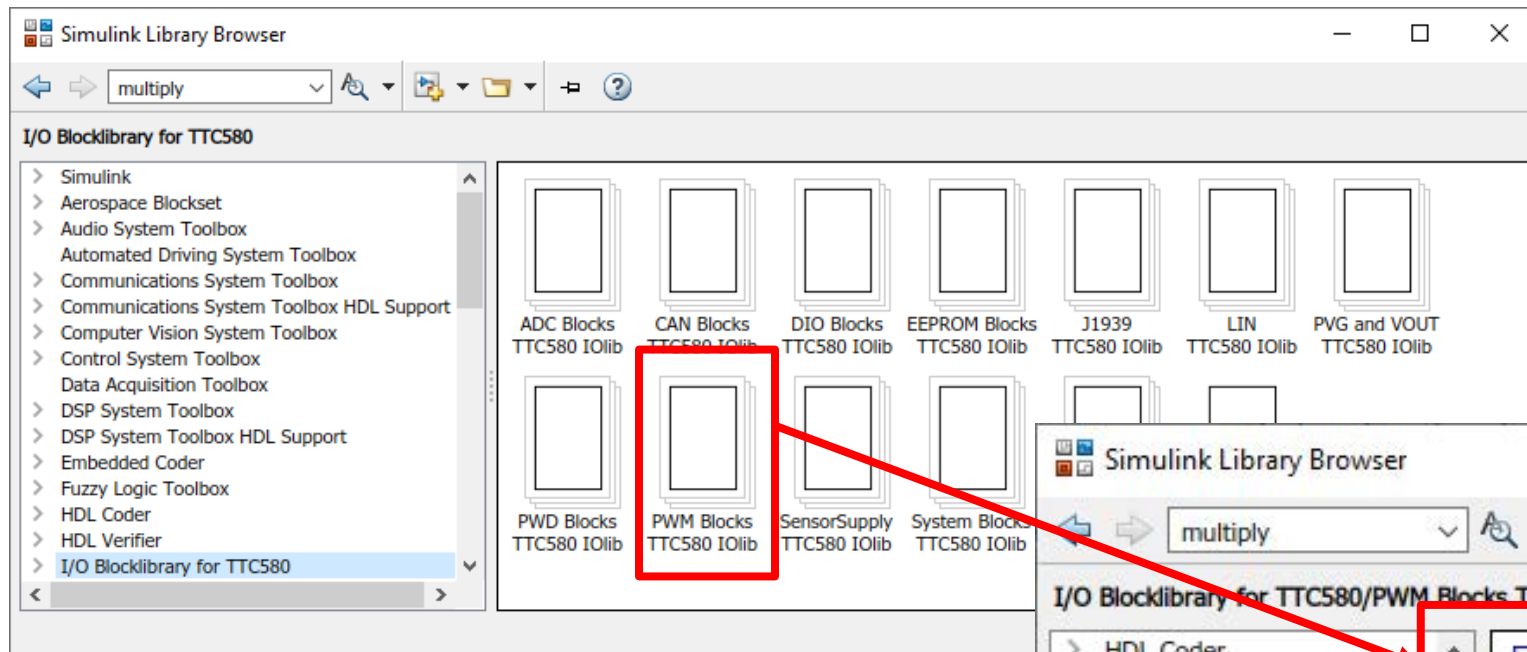
Pembuatan kode-C otomatis dari Simulink-Model.
*.a2l-Pembuatan file tanpa alamat dari variabel.

Kode objek keluar dari kode-C. Hasilnya adalah *.hex-File. Linker mengalokasikan alamat untuk *.a2l-File MAP-File.

Download *.hex-File ke ECU flash via CAN.



TTC IO-Library

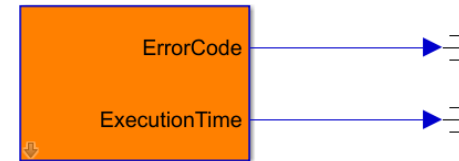


Perpustakaan IO

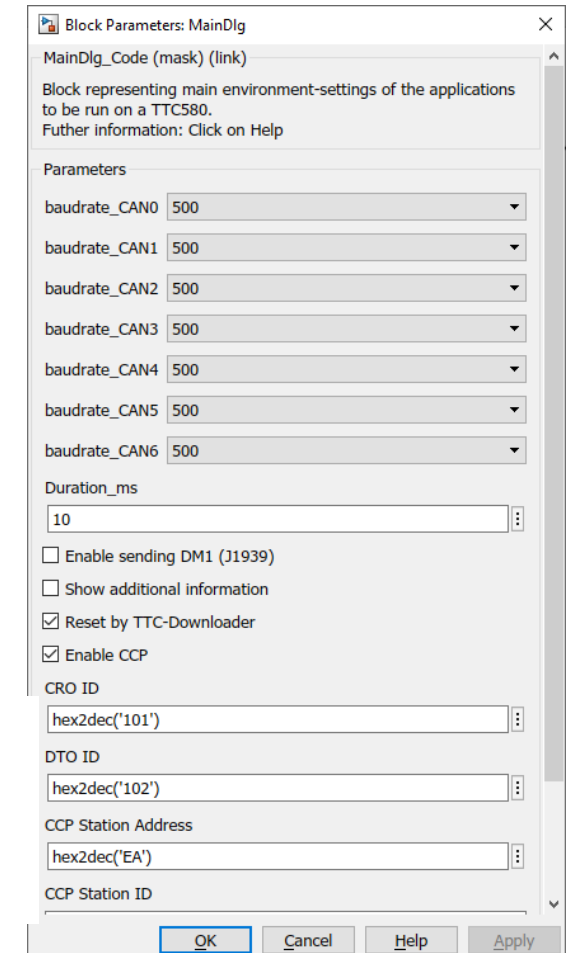
- Dikembangkan dari Ttech
- termasuk dalam ruang lingkup pengiriman

Contoh Simulink sederhana Ubah rasio PWM sebagai fungsi sinyal tegangan →

- Pengaturan Global untuk ECU → Block *MainDlg*
- Pengaturan untuk:
 - BISA Baud rate (maks. 1000 kHz)
 - Siklus (Durasi) waktu
 - Alamat PKC
 - Blokir Power_Enable
- 0 → disable
- 1 → enable
- Tipe data: Boolean



Blokir Power_Enable

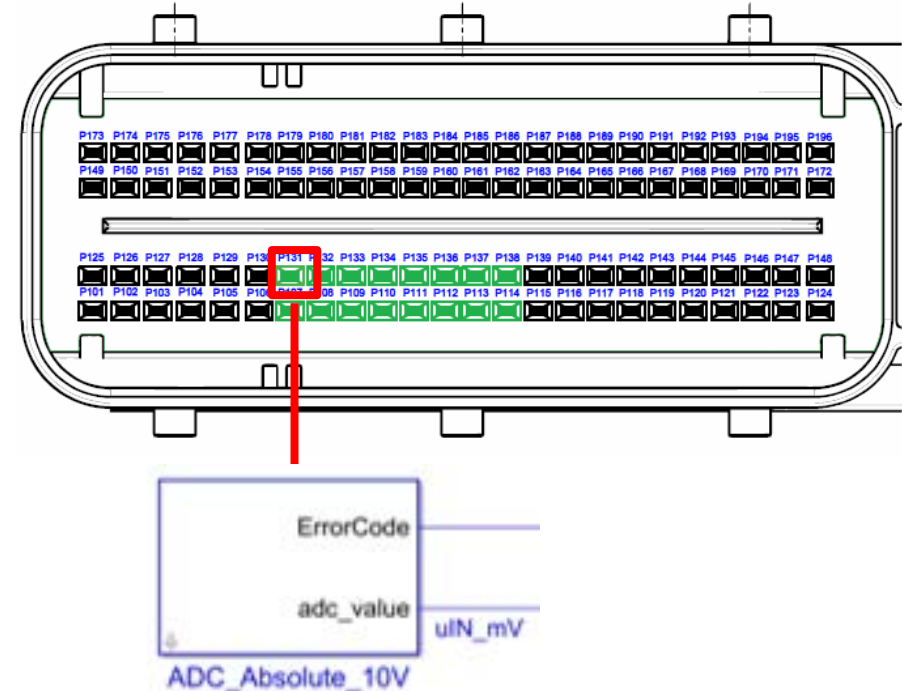


Contoh Simulink sederhana

Ubah rasio PWM sebagai fungsi dari sinyal tegangan



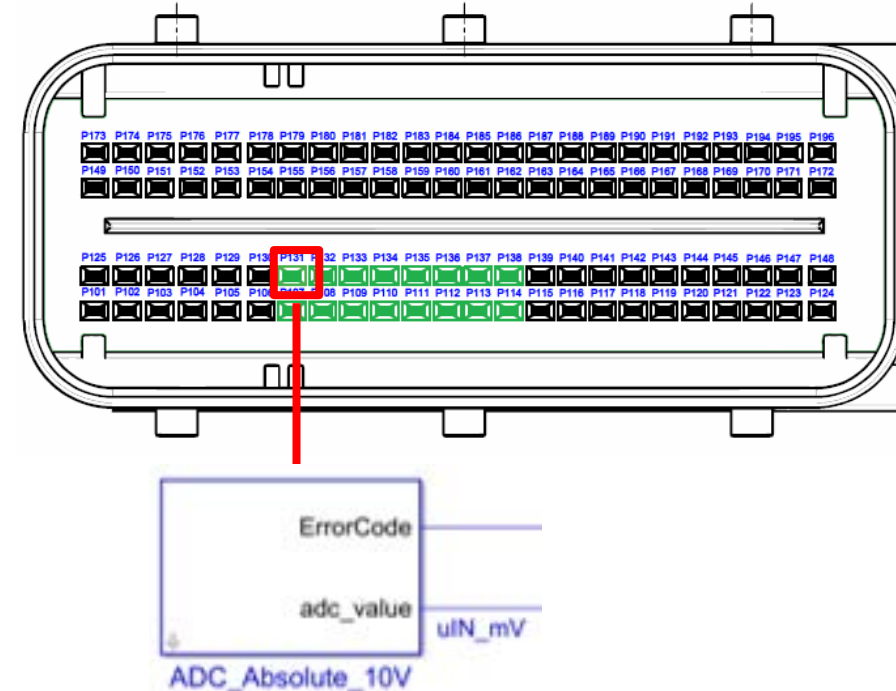
- Masukan: Sinyal Tegangan
 - Memilih port Analog-Input → Blok ADC_Absolute_10V
 - Pilih port input yang sesuai dengan pin konektor:
 - Pin 131 terhubung → IO_ADC_09
 - Untuk info lebih lanjut [1] 4.10



Pin No.	Function 1	Function 2	SW-define
P107	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_08
P131	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_09
P108	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_10
P132	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_11
P109	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_12

Contoh Simulink sederhana Ubah rasio PWM sebagai fungsi sinyal tegangan

- Keluaran: Sinyal PWM
 - Mmilih port Keluaran PWM → Block *ADC_Absolute_10V*
 - Pilih port input yang sesuai dengan pin konektor:
Pin 177 terhubung → *IO_PWM_01*
 - Untuk info lebih lanjut [1] *4.12*

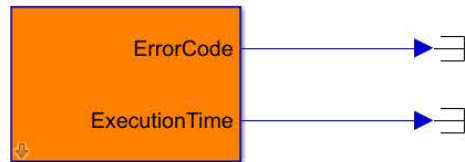


Pin No.	Function 1	Function 2	SW-define
P107	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_08
P131	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_09
P108	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_10
P132	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_11
P109	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_12

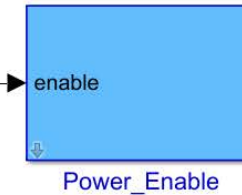
Contoh Simulink sederhana Ubah rasio PWM sebagai fungsi sinyal tegangan



1.) Solver Settings

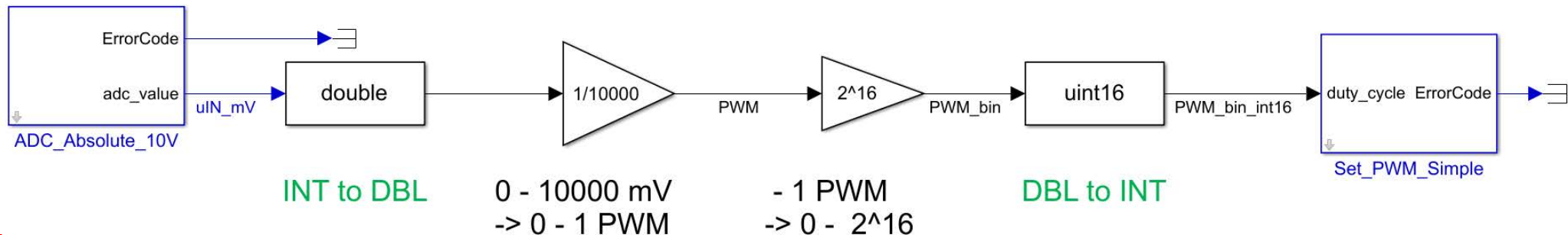


Powerstage ON



IO_ADC_09 -> Pin Number 131

IO_PWM_01 -> Pin Number 177



build → C-Code generation



Vector CANape

Start Display Devices Calibration Teams Analysis Tools Graphic

Calibrate online Online Offline RAM Flash Measurement configuration Start Stop Start recording Stop recording Fire Pause Insert comment From file Last measurement Global measurement cursor Time axis Global Search value Search object Page-synchronous Save Measurement data display Display Signals

Symbol Explorer 1: Drehzahlregler

Device window [1] Device window

Parameter [2] Parameter

Name	Value
omega_desire	↑ 200
kp1	0.0999999644
Tn_1	31.5
kAWU	1000

Numeric [3] Numeric

```

UBat_V 11.8099975793
wReq_rad_s 200
wMes_rad_s 205.3325197321
delta_omega 10.9753952221
delta_1_Tn -20.1979828244
delta_Tn_KWU 35.2879639303
delta_Add 6.055042268
delta_Memory 5.9711875981
ueCtrl0 5.4124527023
UBat_V 11.8099975793
PWM0 0.5962924973
PWM 0.4399449828
    
```

Graphic [4] Graphic

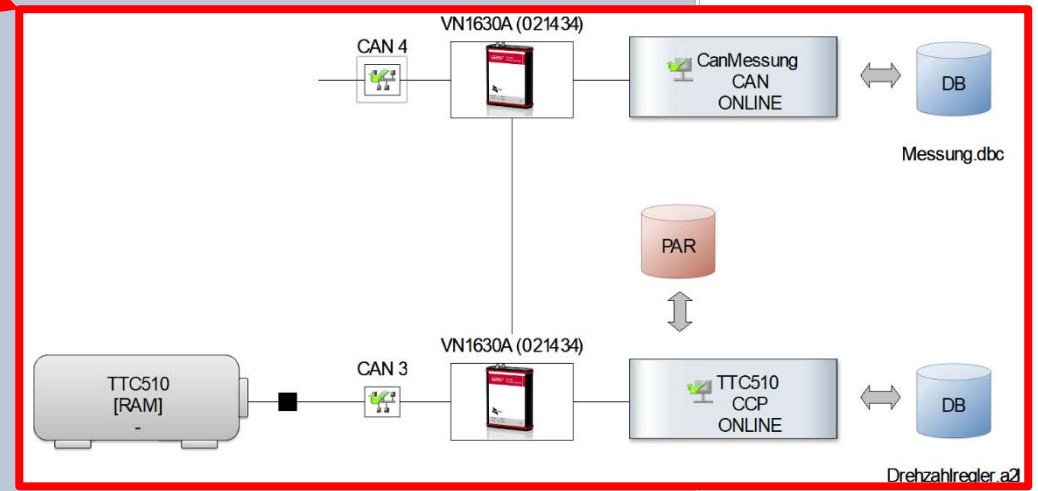
Name

- wMes_rad_s = 205.3
- Strommessung r=1070
- ExeTime

Time: 1m 38.227895s
2s/Div

Messung läuft

1:38m 1.4MB 13.1kB/s Online Drehzahlregler.cna



Metode Ziegler-Nichols

Pengaturan untuk pengontrol kecepatan (PI)

- *Sasaran: Menemukan nilai optimal untuk K_p and T_n*
- Atur I ke nol.
- meningkatkan K_p untuk mendapatkan ultimate gain K_u .
- Penyesuaian melalui CCP out of CANape
- PI-pengontrol →

$$K_p = 0.45 K_u$$

ECU – mengatur kecepatan motor DC



TTC510-ECU tidak memiliki H-Bridge yang disertakan

- Perangkat eksternal harus digunakan ECU mengontrol H-Bridge dengan Sinyal PWM Frekuensi PWM
- maksimum dari ECU adalah 1 kHz
- Masalah: suara yang ditanggung struktur

Refrensi



- [1] TT Control GmbH: *HY-TTC 500 System Manual Programmable ECU for Sensor-Actuator Management Product Version 01.04*; 28 June 2017
- [2] Andreas Patzer | Rainer Zaiser: XCP – The Standard Protocol for ECU Development; Vector Informatik GmbH - Stuttgart, Germany ([Free download](#))
- [3] <https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/software/canape/>





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger

Mekatronika Pelatihan Langsung



- Rencanakan konsep pengajaran untuk pekerjaan Kelompok Kursus Anda untuk setiap Universitas, siapkan flip chart, ~ 90 menit
- Apa yang dimaksud dengan objek demo yang tepat?
 - aman untuk pelajar, kuat, menarik, murah, cocok untuk industri terdekat
 - harus menunjukkan topik mekatronik dengan cara yang mudah
 - konsep yang disederhanakan harus masuk akal
- Sketsa Sistemnya
 - Persyaratan
 - Kemungkinan dan konsep favorit
- Perangkat Keras yang Diperlukan

Presentasi oleh pembicara dan diskusi besok pagi.



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Fasilitas Uji FJH, Latar belakang dan Tugasnya

FH Joanneum Gmbh.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Daftar isi

- 1) [Area Uji coba: Gambaran Umum dan Tata letak](#)
- 2) [Dinamometer untuk komponen drivetrain 1-M , 2-M, 3-M Pengaturan](#)
- 3) [Analisis kehilangan daya dan putaran](#)
- 4) [Pengukuran daya listrik](#)
- 5) [Pengujian \(Hibrida\)- drive listrik, emulator baterai – HV/LV](#)
- 6) [Tantangan saat menguji system mekatronika](#)
- 7) [SHED Chamber](#)
- 8) [Chassis Dinamometer](#)



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Fasilitas Uji FJH, Latar belakang dan Tugasnya

T. Lechner

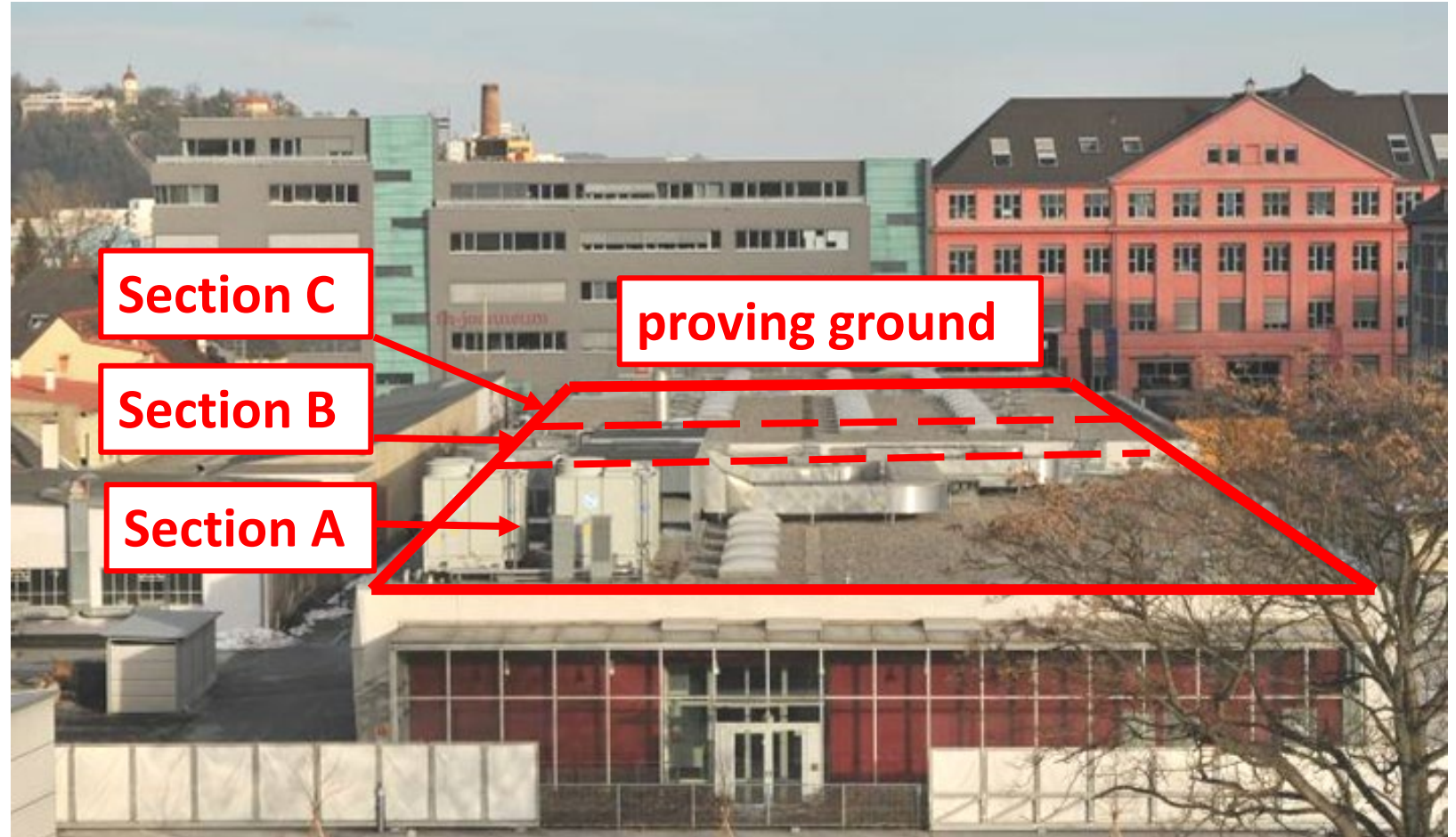


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

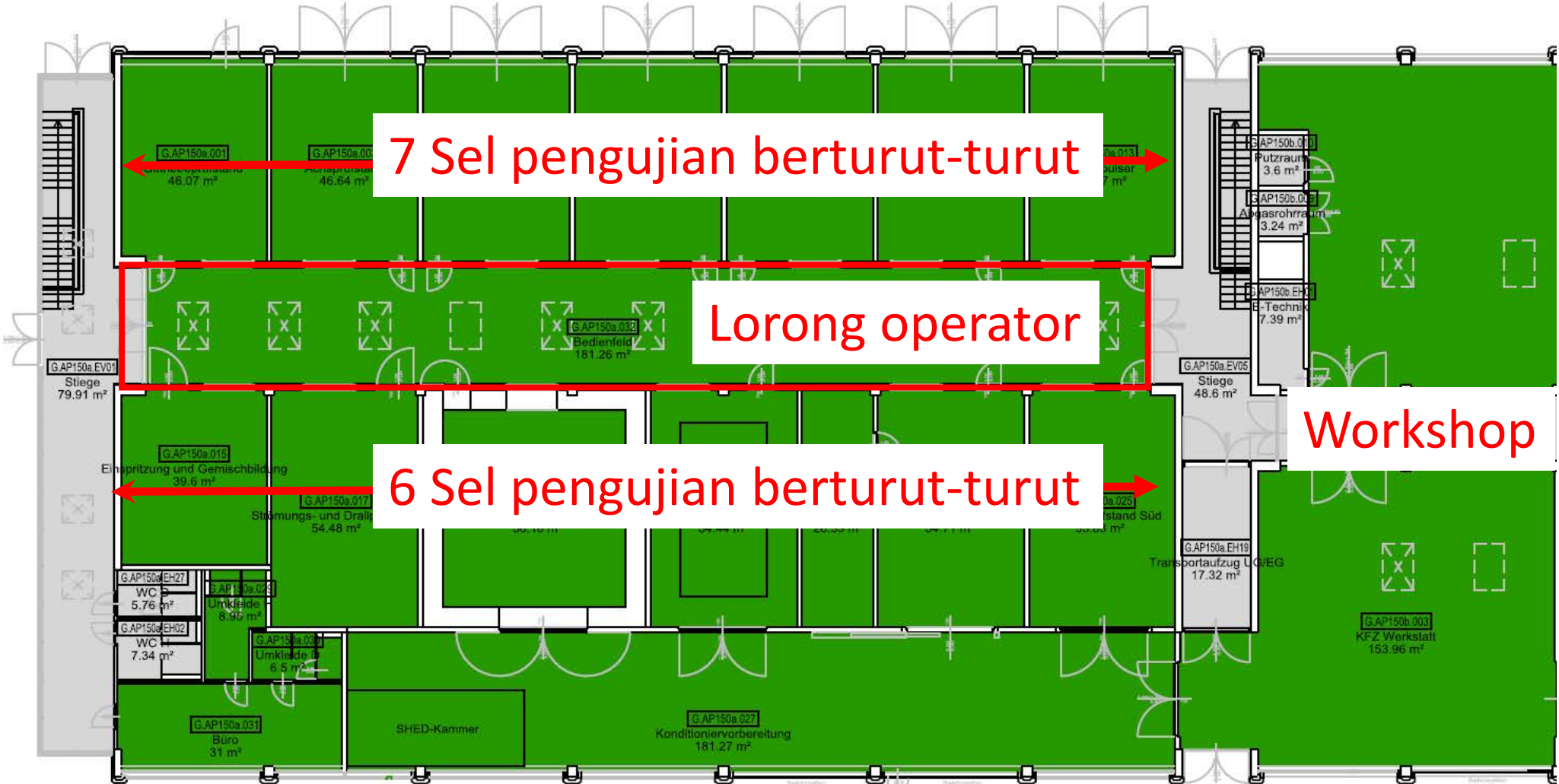
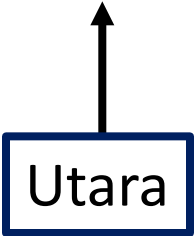
This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Pengantar

- Bagian C:
Laboratorium
untuk
pendidikan
- Bagian B:
Ruang kerja
- Bagian A:
Area Uji coba



Section A: Floor plan



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Lorong Operator

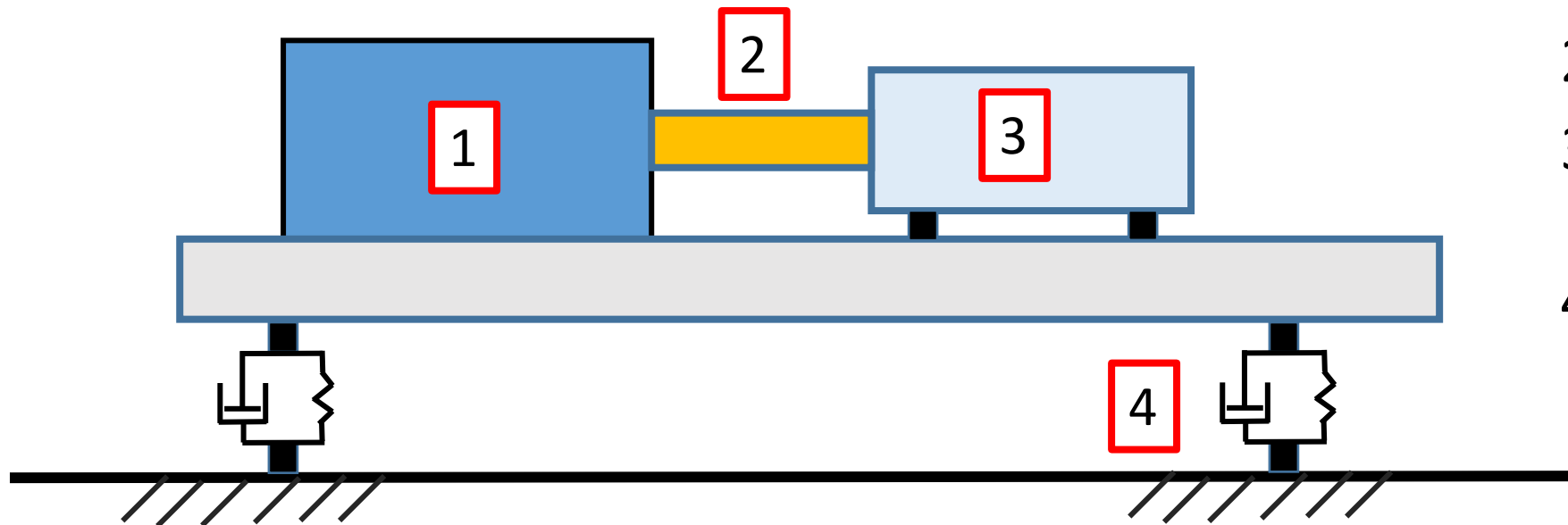


Pandangan ke sel uji

Operator memiliki pandangan ke sel uji melalui panel kaca yang tidak bisa dipecahkan

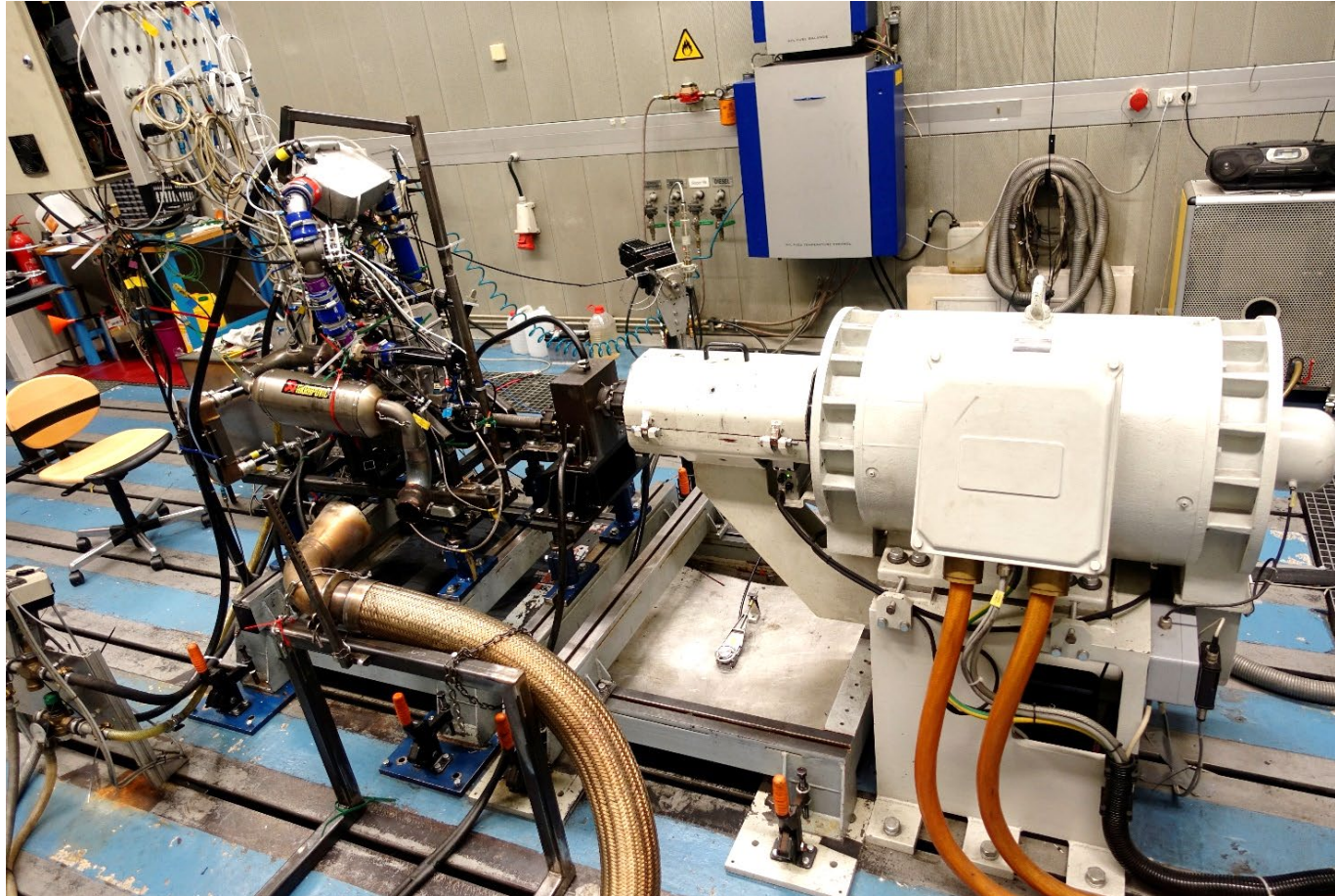


Prinsip rig uji mesin



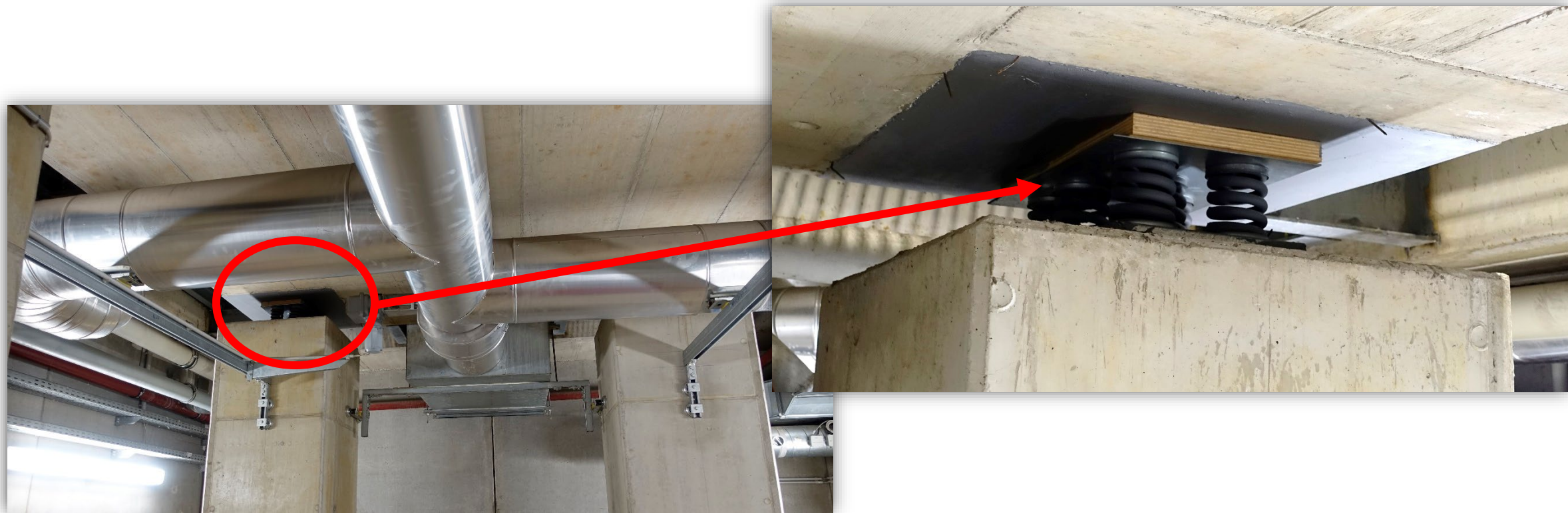
- 1 – penyerap daya
- 2 – poros
- 3 – Unit dibawah uji
- 4 – Sistem Redaman

Alat Uji mesin



- Tempat uji mesin di selatan UAZ Graz dengan penyerap daya AC (putih)

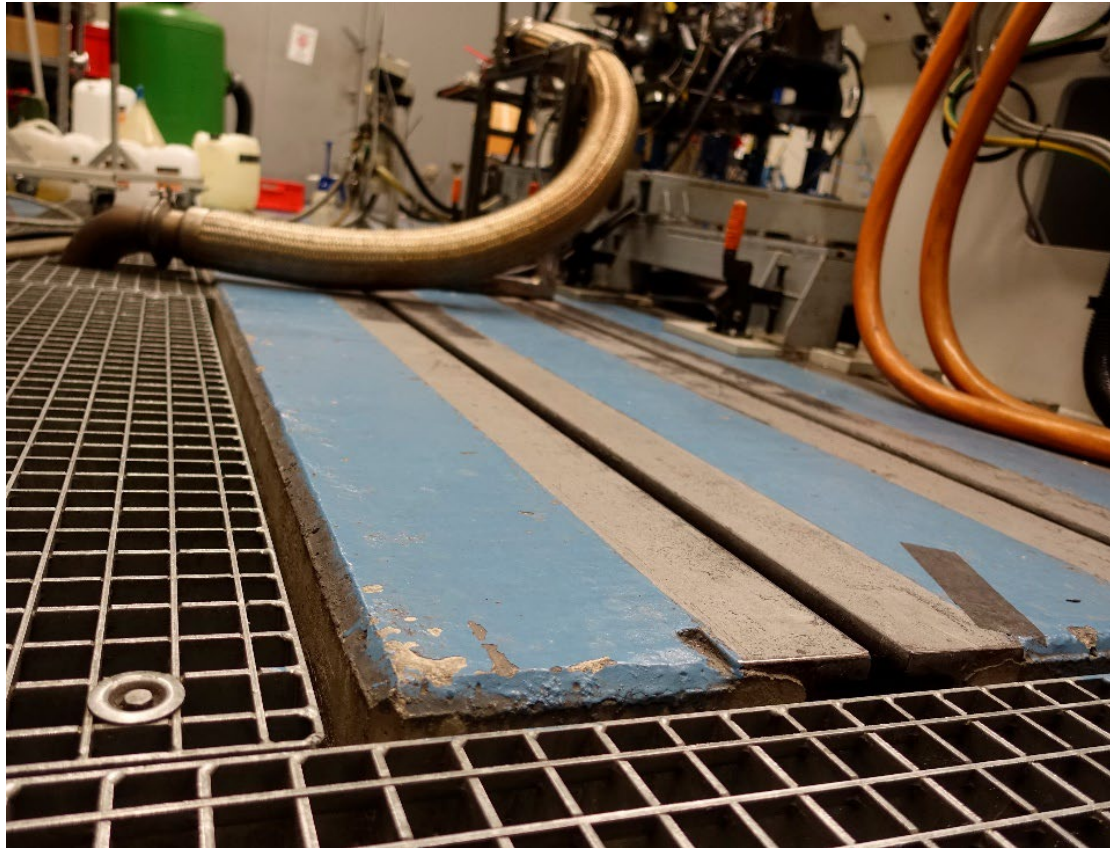
Peredam Getaran



Peredam Getaran

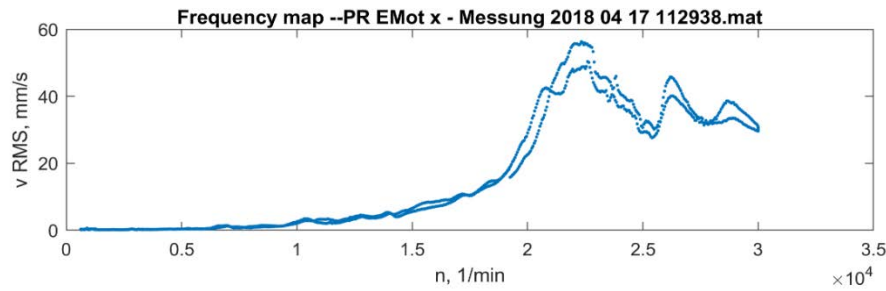
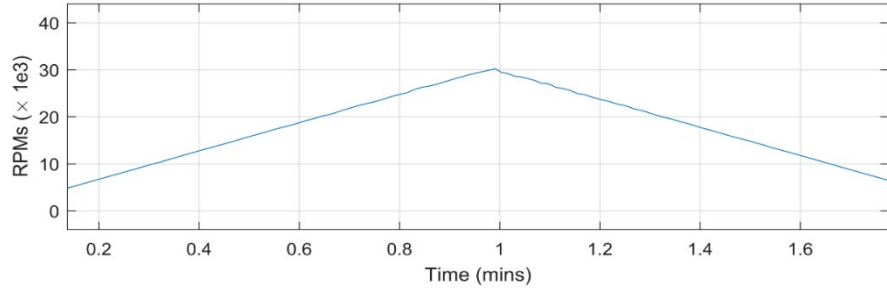


Pelat Dasar – T- Mur



- Pelat dasar besar dari beton
- Sistem trek untuk – T - Mur
- Untuk pemasangan dan pemindahan DUT yang mudah

Tes NVH di setiap Pengaturan baru



- Mempercepat lambatkan resonansi
- Kami mengukur akselerasi dan mengintegrasikan untuk menilai kecepatan getaran
- Diagram Campel memungkinkan untuk menemukan sumber

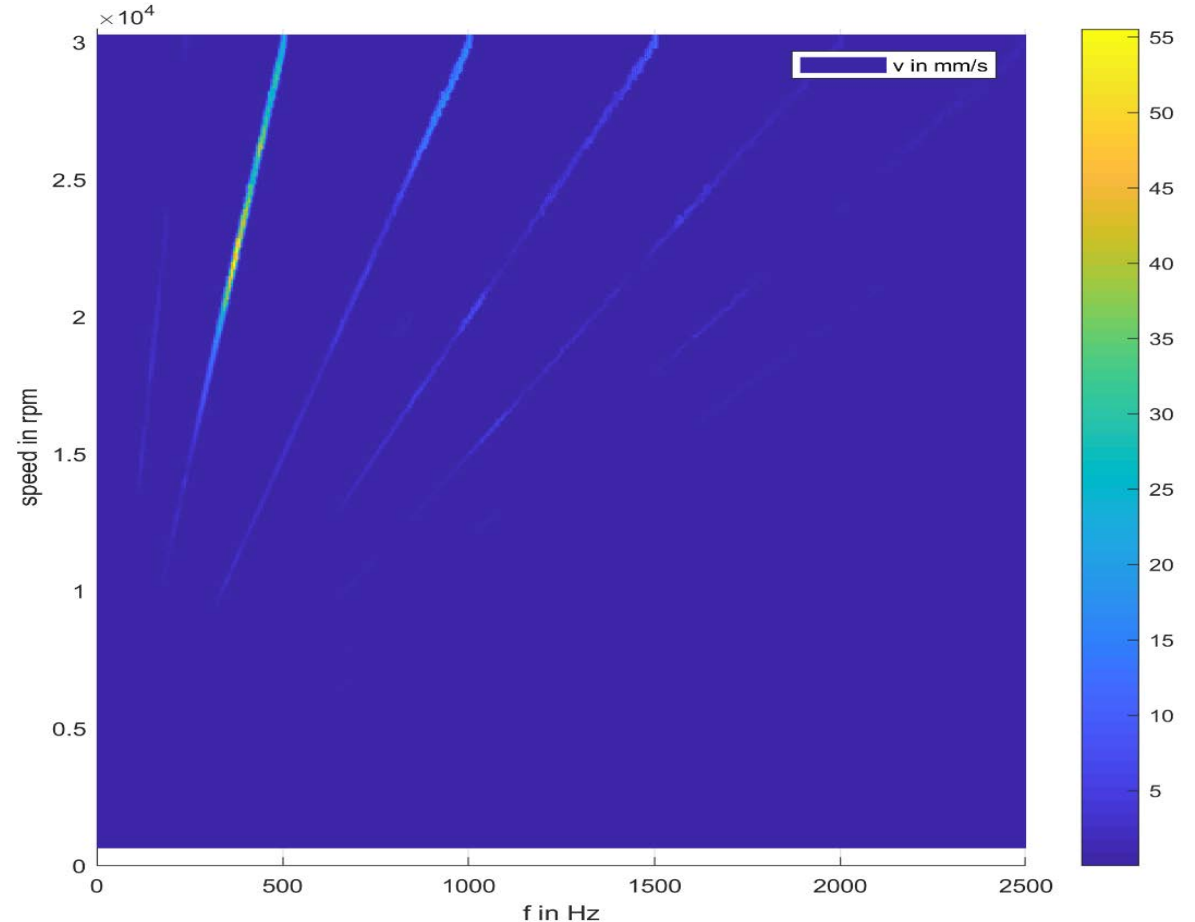
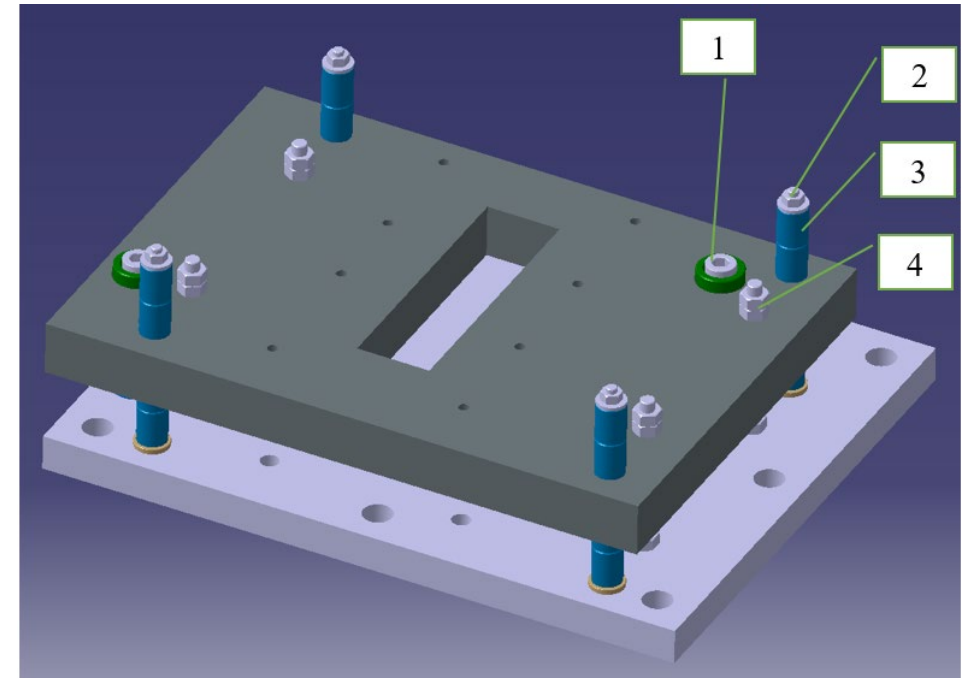
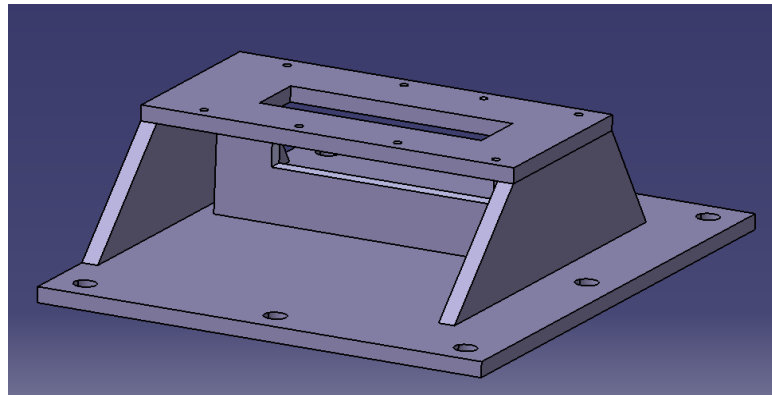
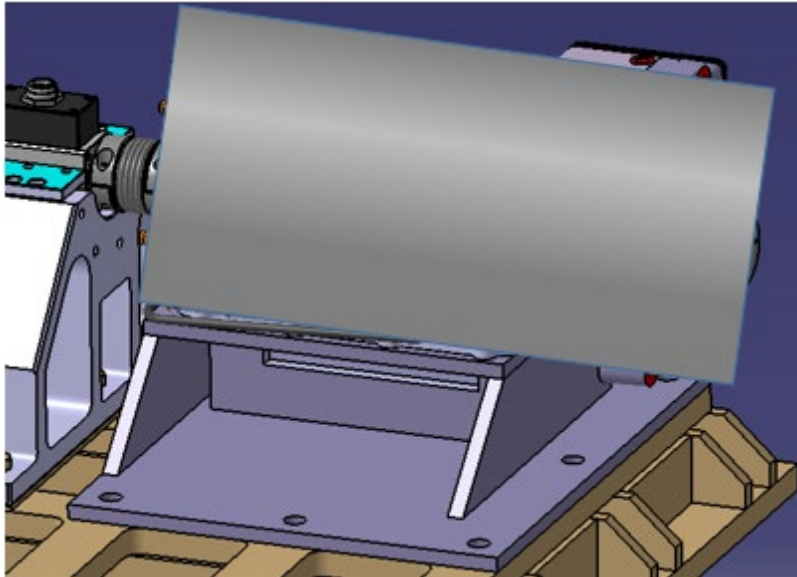


Diagram Campel dari perangkat yang sedang diuji



Isolasi terpisah untuk piringan berkecepatan tinggi



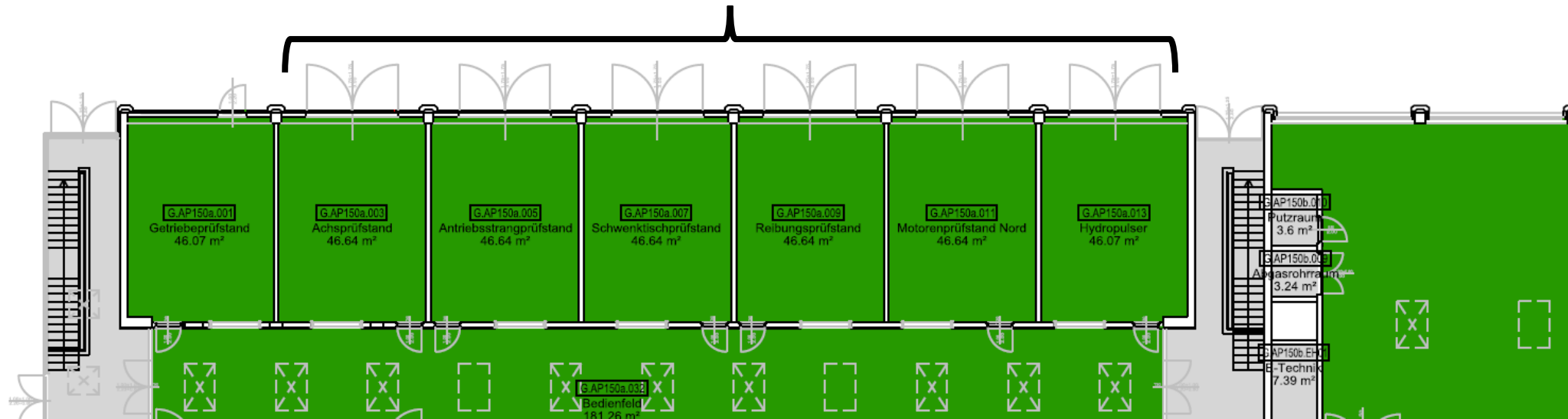
1 .. Pemberhenti paksa horizontal

2,3 .. Pegas karet, dimuat sebelumnya, dapat disesuaikan

4 .. Pemberhenti paksa vertikal

Menguji pintu masuk sel

- Pintu untuk pemasok
- 1 pintu per sel pengujian

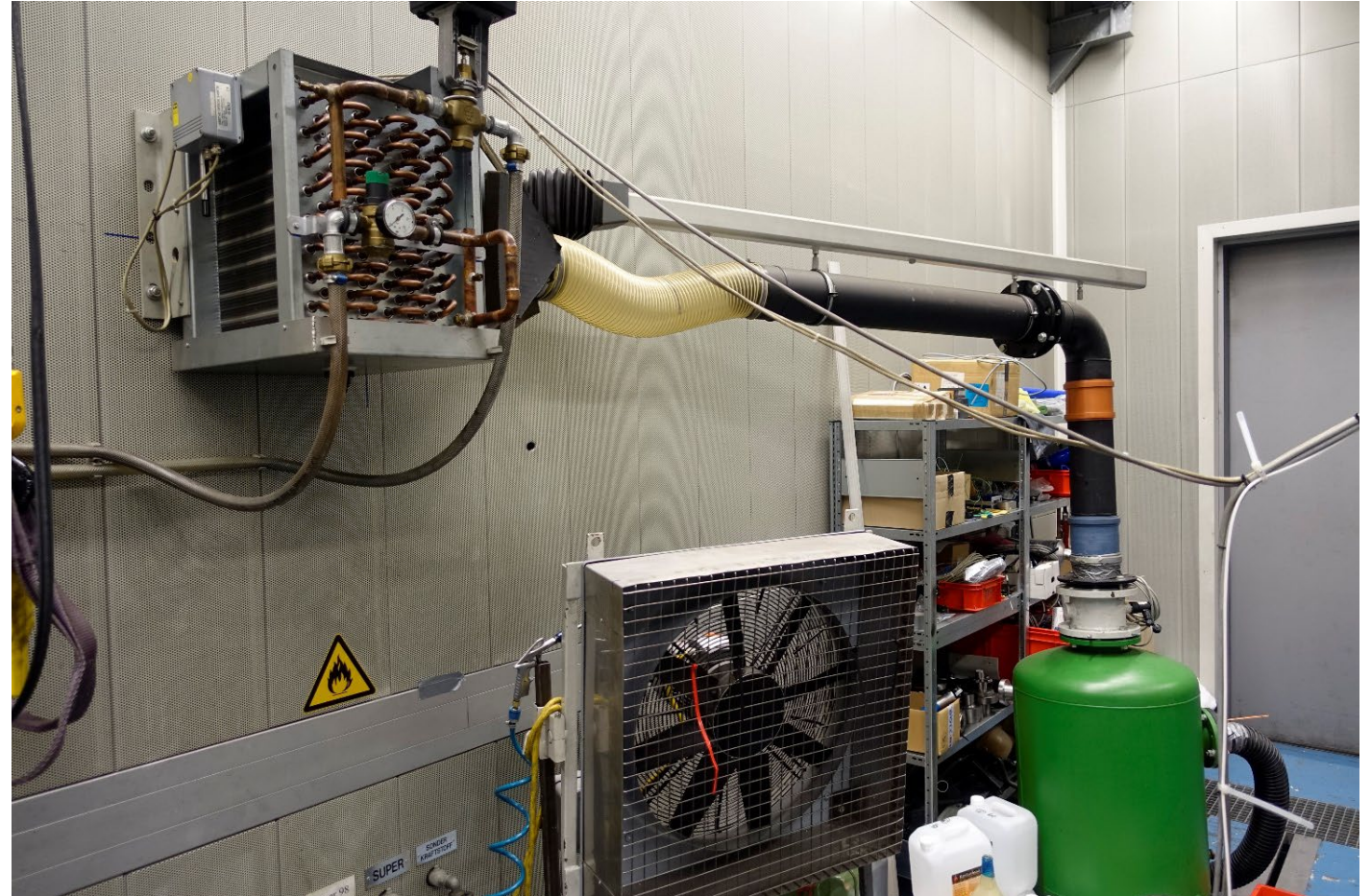


Pintu untuk pemasok



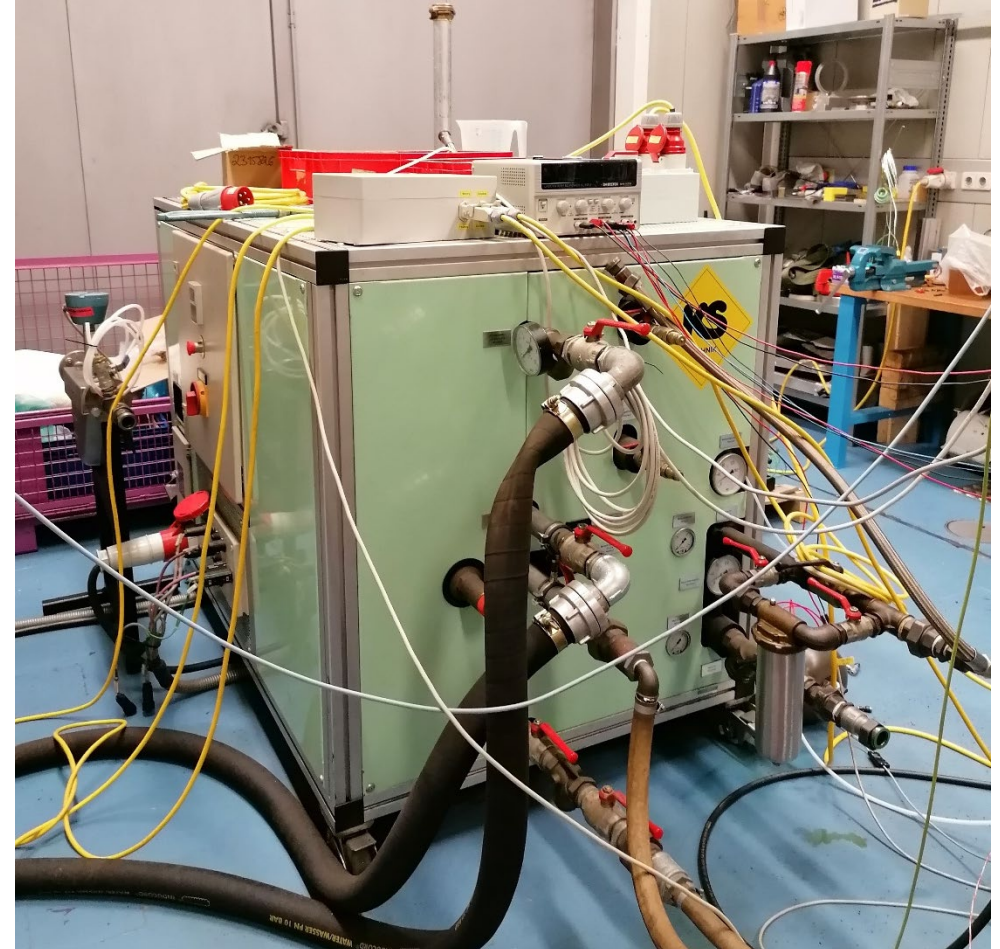
Peralatan Fasilitas

- Pasokan udara untuk ICE
 - Pendingin udara berpendingin air
 - Hijau : penyerap untuk menghindari getaran gas masuk
 - Pengukur aliran massa



Peralatan Fasilitas

- Unit pendingin cairan dan oli untuk ICE



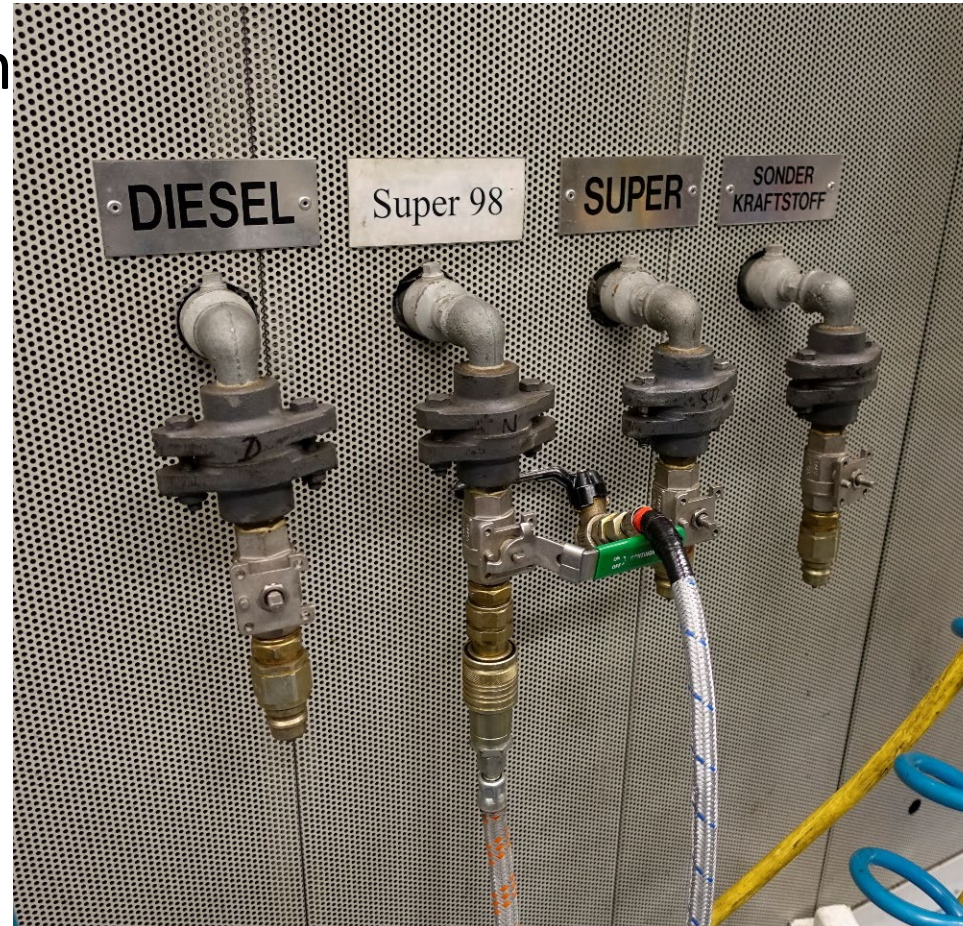
Peralatan Fasilitas

- Penyimpanan bahan bakar



Peralatan Fasilitas

- Pemasok bahan bakar

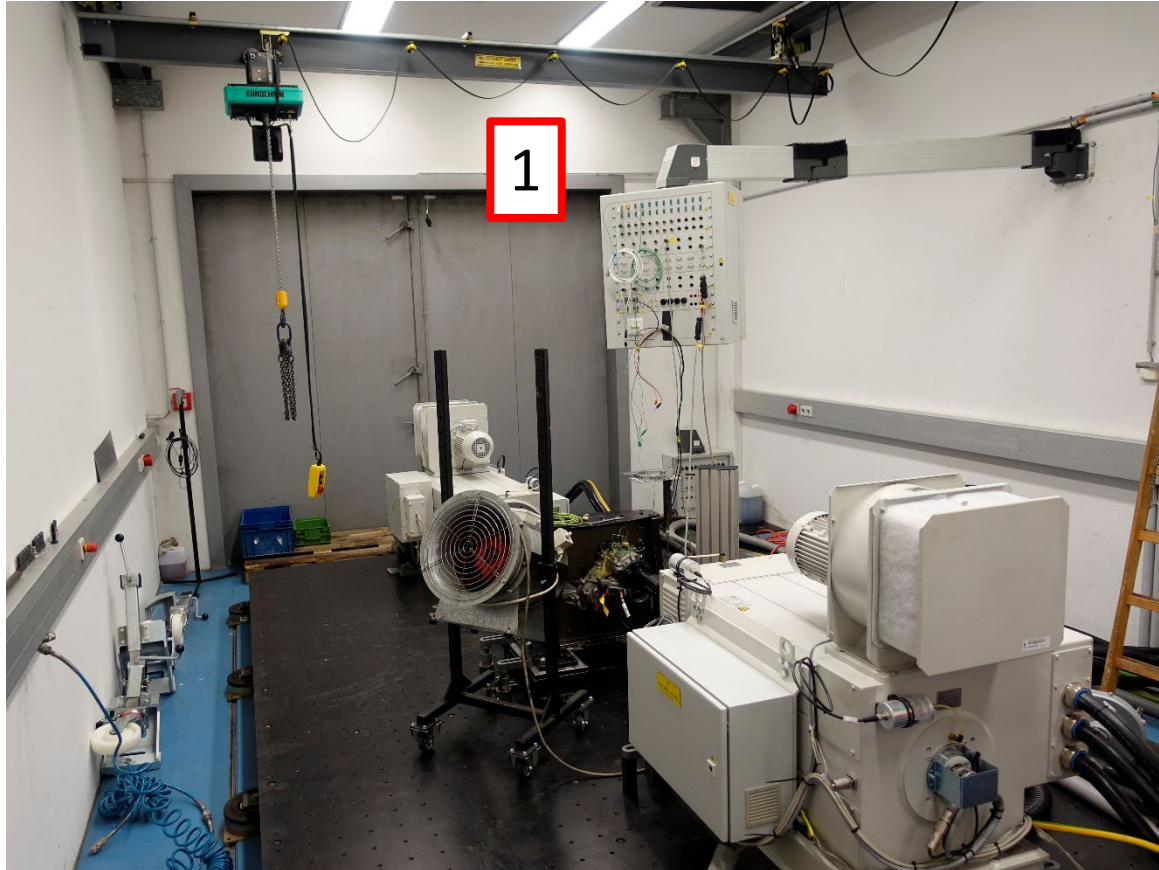


Peralatan Fasilitas

- Penyimpanan dan pasokan gas
 - Gas kalibrasi
 - Zero gas
 - Udara sintetis untuk FID
 - Nitrogen untuk IRD dan CLD
 - Span gas
 - FID: Propana di udara sintetis
 - IRD: CO and CO2 dalam Nitrogen
 - CLD: NO dalam nitrogen



Sistem Pengukuran



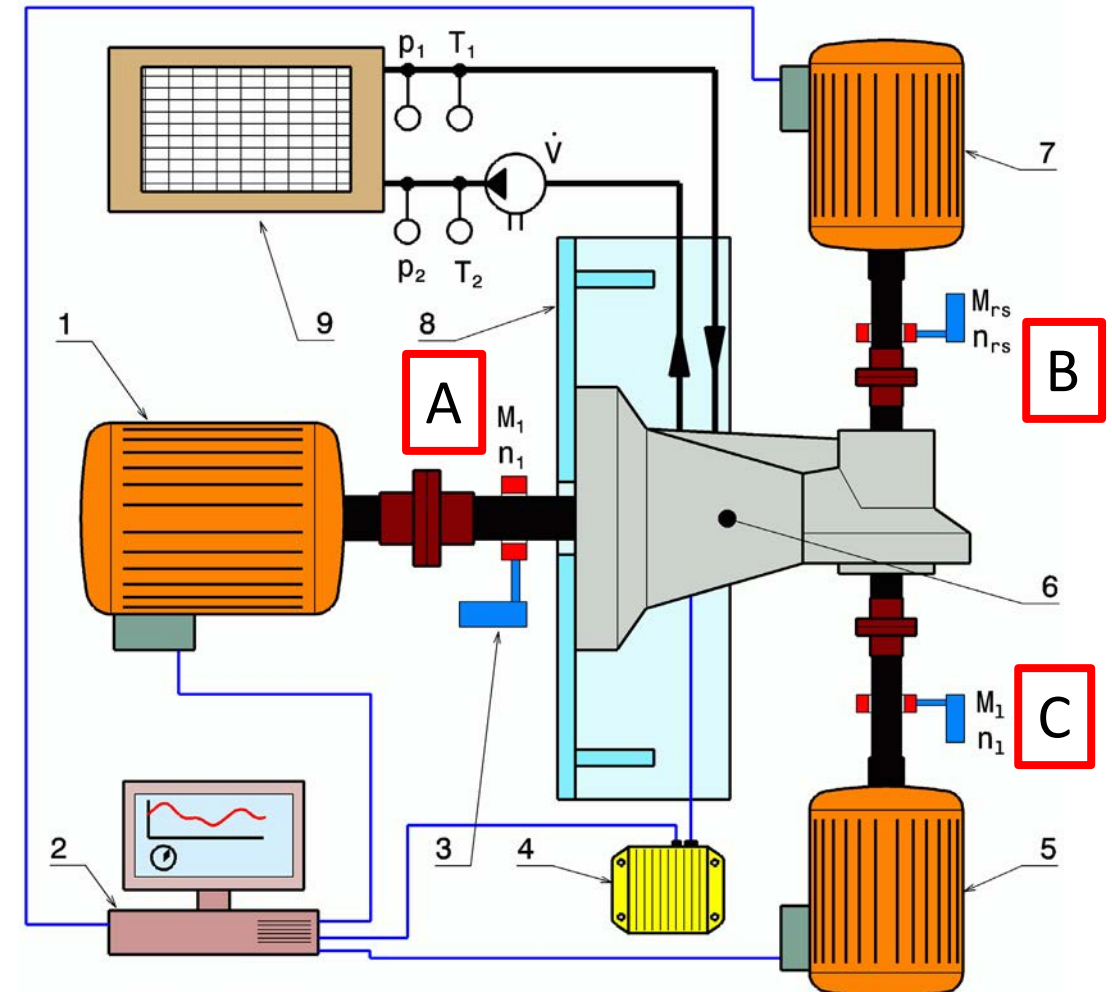
- Kotak Sensor (1)
 - Mudah untuk menghubungkan sensor ke system akuisisi data (DAQ)
 - Sensor suhu
 - Pt100 dan Termokopel
 - Sensor tekanan
 - Saluran input dan output analog
 - Saluran input dan output digital
 - ...

Pengukuran daya mekanik

- Tenaga mekanik:

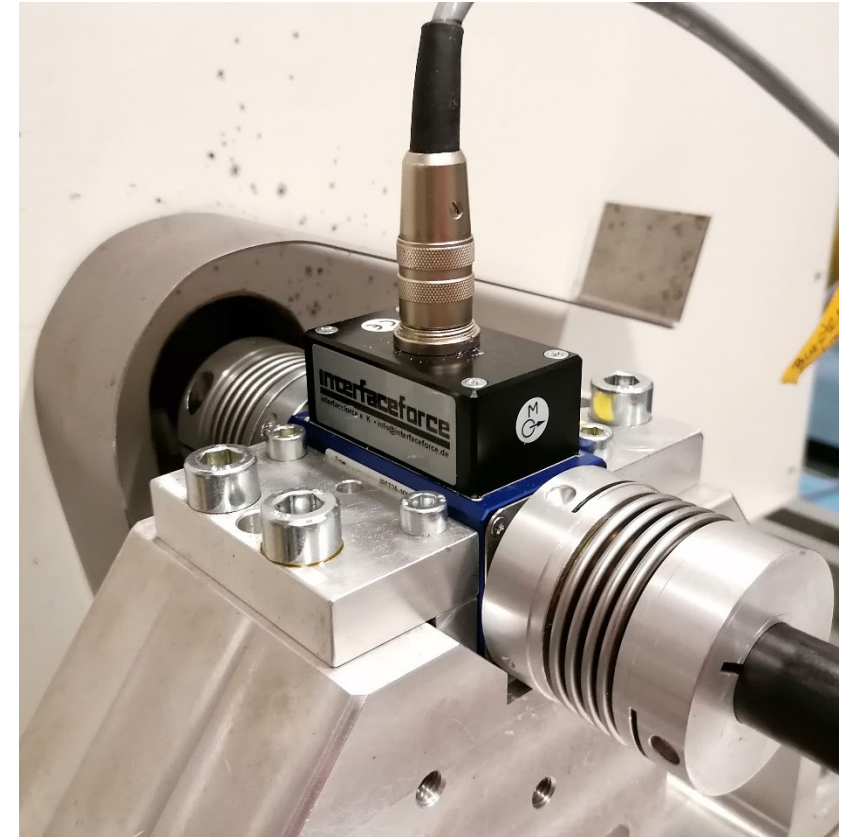
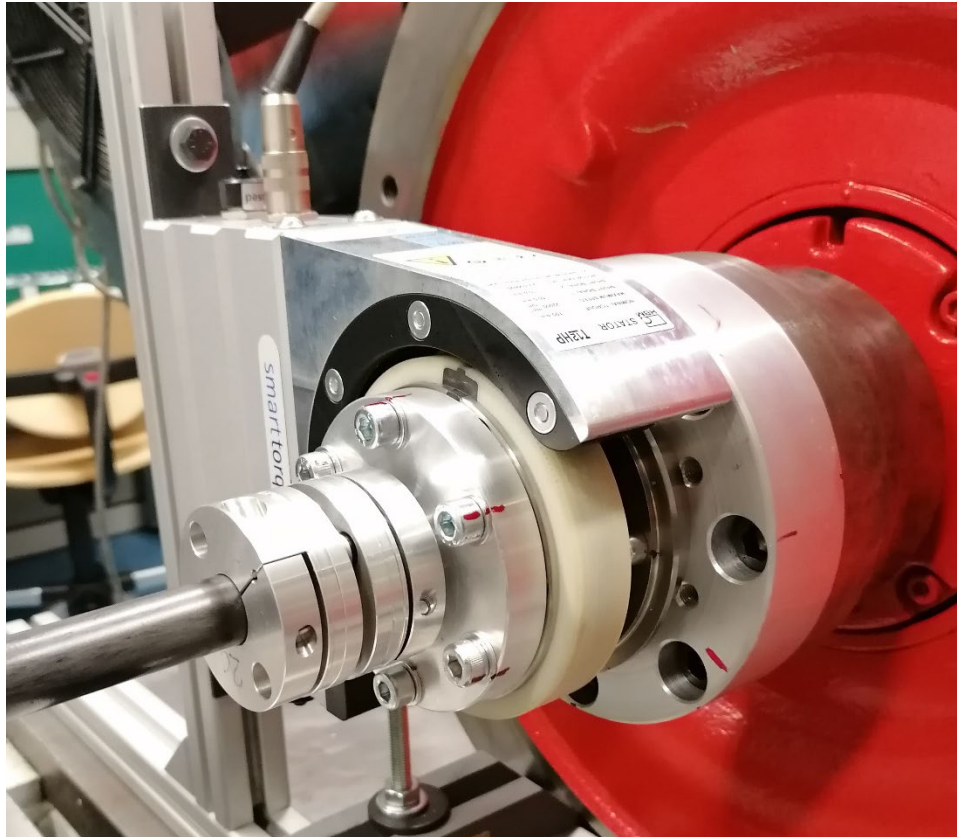
$$P_{\text{mech}} = T \cdot \omega$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$
- Torsi T dan Kecepatan n harus diukur untuk menghitung P_{mech}
- Untuk menentukan efisiensi perangkat yang diuji (DUT \rightarrow 6), Daya pada A (input) serta B dan C (output) harus diukur dengan akurasi tinggi.



Transmission test rig: [2] | 
K. Reisinger, T. Lechner

Sensor untuk torsi dan kecepatan



Manajemen Mutu, [1]

- Terakreditasi standard ISO EN IEC 17025
- Lingkup Akreditasi:
 - EGV 715/2007* ECR
 - 715/2007* CEReg 715/2007
 - EPA 40 CFR Part 86
 - 3 UN GTR No. 19

Die Nationale Akkreditierungsstelle / *The National Accreditation Body*:

AKKREDITIERUNG AUSTRIA

bestätigt die Akkreditierung der Rechtsperson / *confirms the accreditation of*

FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Alte Poststraße 149, A-8020 Graz

Identifikationsnummer / *ID-number*: **0222**

als / *as* **Prüfstelle / Testing Laboratory**

gemäß / *according to* **EN ISO/IEC 17025:2017**



Datum der Erstakkreditierung / *Initial date of accreditation*: **17.02.2004**

Standort/Organisationseinheit / *site/unit*:

Institut Fahrzeugtechnik / Automotive Engineering, Alte Poststraße 149, A-8020 Graz

Informationen zum Akkreditierungsumfang und zu Akkreditierung Austria / *Information about the accreditation scope and Akkreditierung Austria* <http://www.bmrdw.gv.at/akkreditierung>

Die Akkreditierung wurde mittels Bescheid erteilt und damit bestätigt, dass die Konformitätsbewertungsstelle die angeführten Anforderungen erfüllt. Diese Bestätigung darf nur unverändert weiterverbreitet werden. / *The accreditation was granted by a decree which confirms, that the Conformity Assessment Body fulfills the given requirements. This confirmation of accreditation may not be reproduced other than in full.*

 
Dipl.-Ing. Dr. Norman Brunner
Wien, am 11. Dezember 2019



Refrensi



-
- [1] <https://www.fh-joanneum.at/labor/prueffeld-fuer-fahrzeuge/>
 - [2] Michael Trzesniowski: *Rennwagentechnik: Datenanalyse, Abstimmung und Entwicklung*. Springer Vieweg, 2017





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Tata Letak untuk pengujian Drivetrain

K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Tujuan Pengujian

Pengujian Fungsional

Misalnya kalibrasi operasi perpindahan gigi otomatis; dinamika operasi shift

- Simulasi keadaan subsistem khusus didalam mobil (kecepatan mesin, kecepatan kendaraan)
- Pengembangan perangkat lunak fungsional
- Mengukur perilaku sistem

Karakteristik

- Perilaku yang sama seperti didalam mobil
- Fleksibilitas tinggi untuk menguji status yang berbeda

Pengujian kelelahan; Mengukur Karakteristik

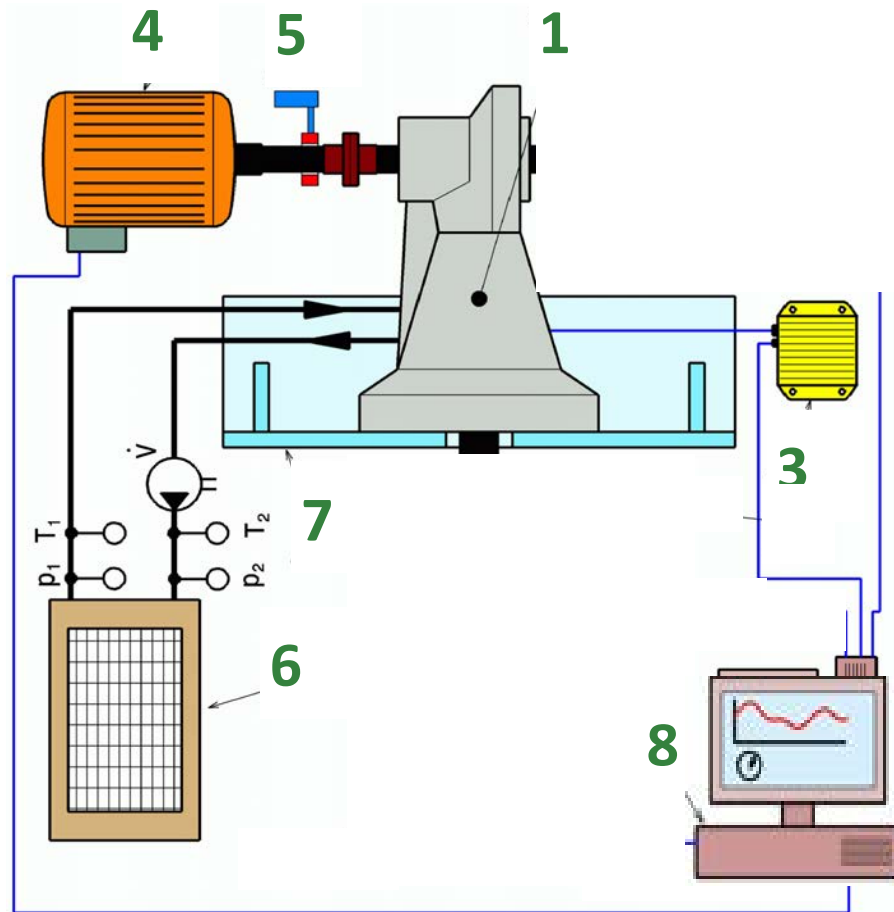
Misalnya daya tahan gearbox; peta efisiensi drive

- Simulasi status subsistem yang ditentukan (kecepatan mesin, torsi mesin)
- Beban untuk daya tahan
- Sifat system pengukuran

Karakteristik

- Keadaan beban yang ditentukan, seringkali keadaan tunak
- Otomatisasi tinggi untuk mendapatkan pengulangan yang tinggi

1-M Tata Letak – Untuk putaran terbang



- Uji putaran terbang

- Uji Stip down

1+2 Device under test (DUT)

1 Gear Box

2 ECU di Gearbox (opt.)

3 ... buka

4 mesin (kecepatan kontrol)

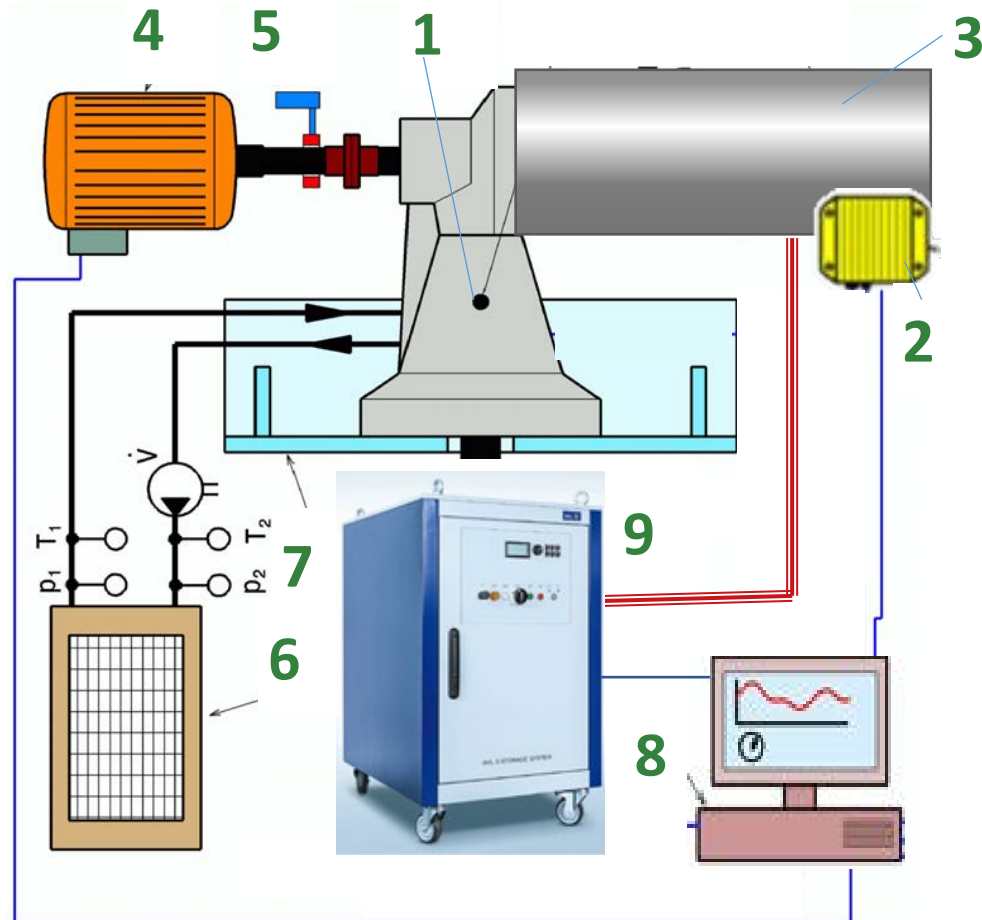
5 torsi + pengukuran kecepatan

6 unit pendingin oli atau carian pendingin

7 rig

8 rig system pengaturan

1-M Tata letak untuk- Drives



1 gearbox atau pemasangan rig

2 ECU

3 inverter + motor atau ICE (control pedal accel)

4 mesin listrik(AC, Kontrol kecepatan 4 kuadran)

5 torsi + pengukuran kecepatan

6 unit pendingin oli atau cairan pendingin

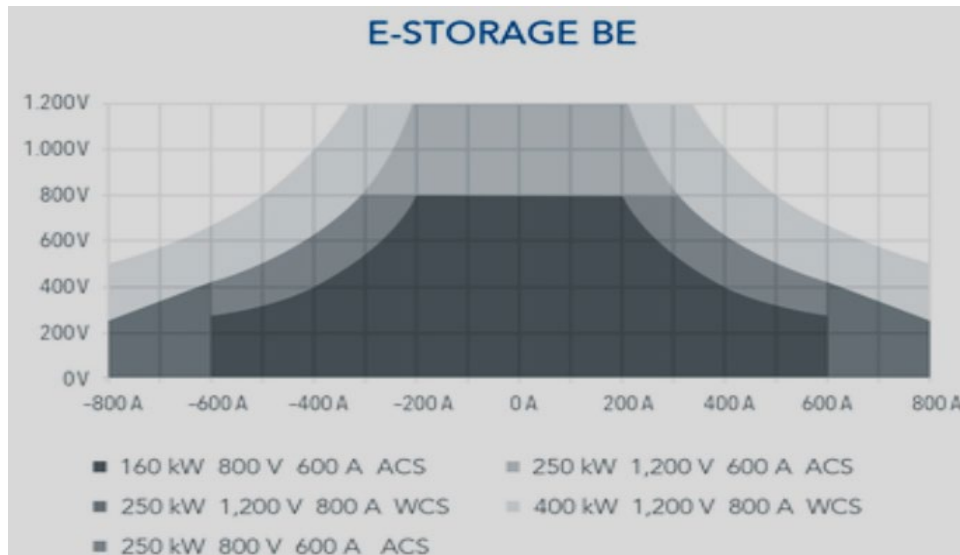
7 rig

8 rig system pengatur

9 Emulator baterai atau koneksi bahan bakar + gas buang

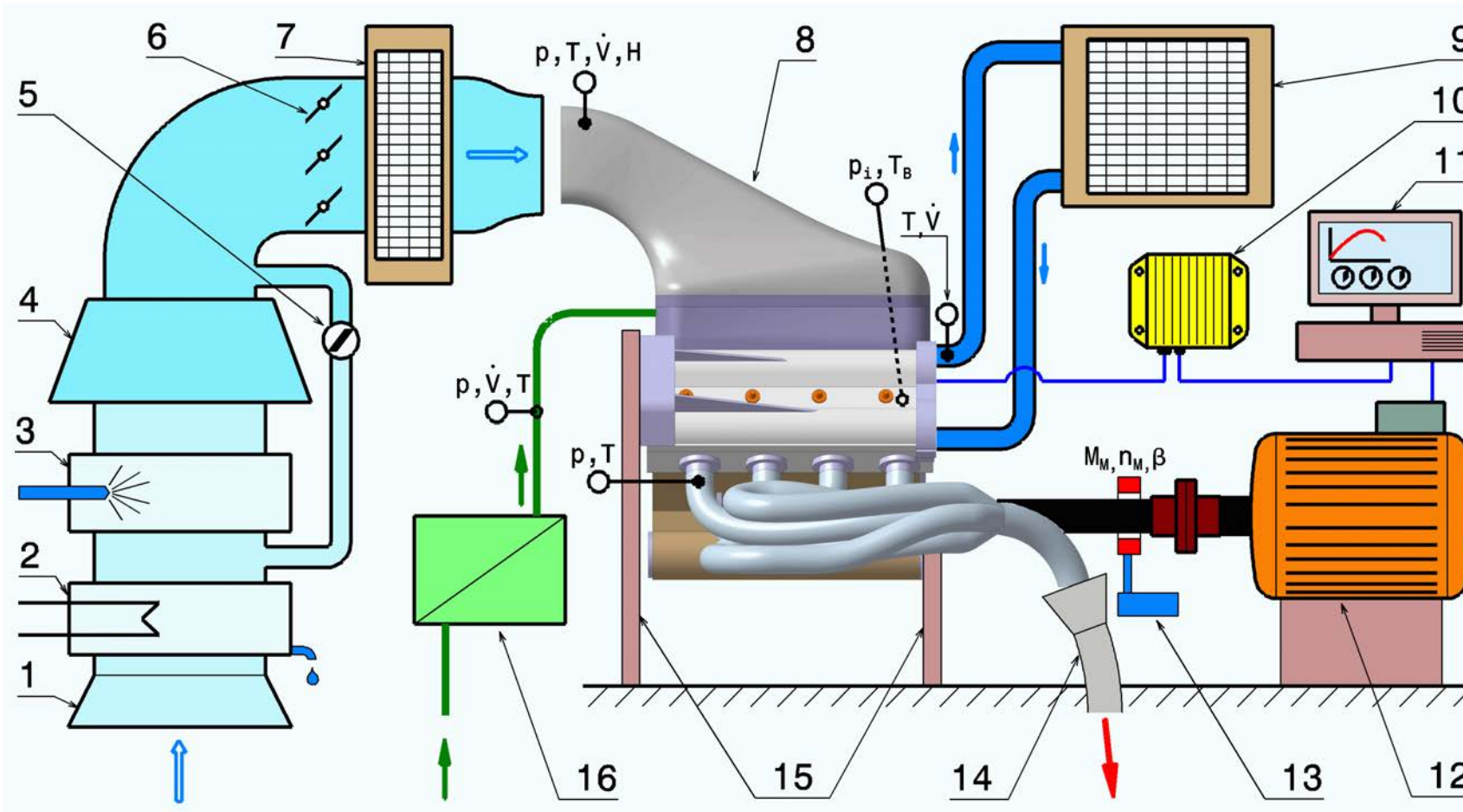
Emulator Baterai

- **Bahaya kebakaran menggunakan baterai pra-produksi serial dikamar.**
- Sistem yang berbeda untuk HV dan LV diperlukan (GND umum di LV)
- Pengujian pada suhu SOC, SOH dan Baterai yang ditentukan



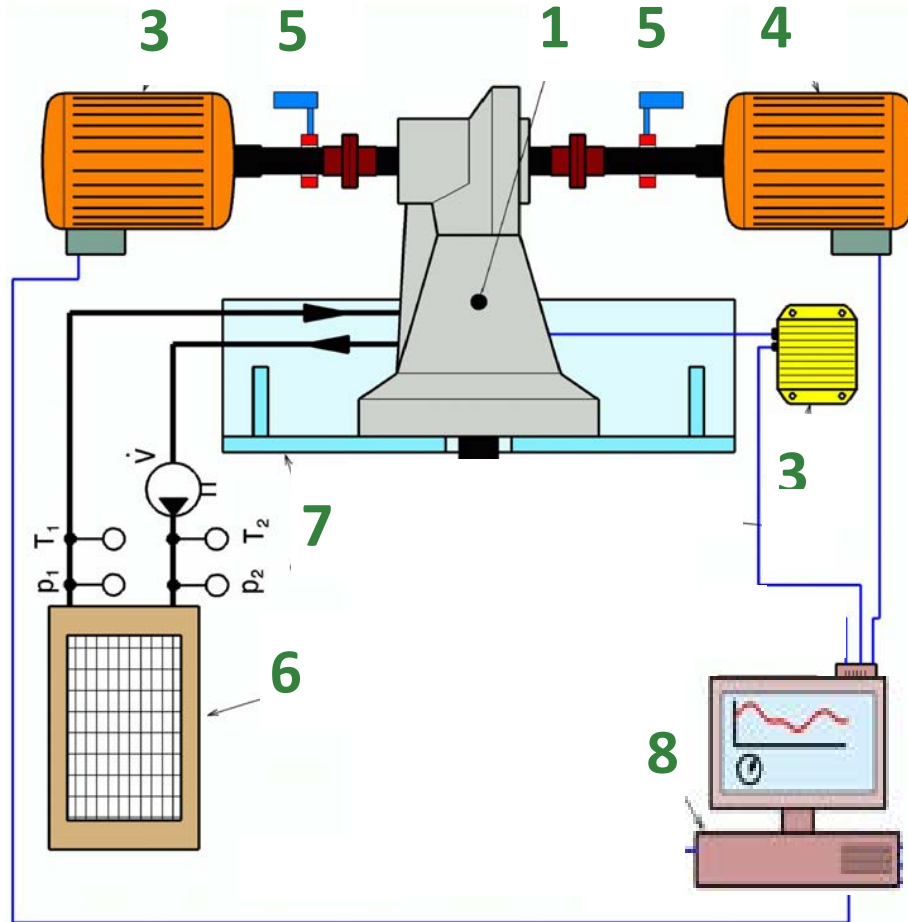
[Dr. K. Reisinger [2020]]

Rig Uji Mesin ICE



- 1..7 air conditioning
- 8 engine**
- 9 cooling water conditioning
- 10 ICE-ECU**
- 11 rig control system
- 12 el. machine
- 13 torque + speed measurement
- 14 Exhaust gas analyser
- 15 rig
- 16 fuel conditioning

2-M Tata Letak - untuk Gear Box



- automated/manual transmission gearbox
- single speed gearbox (for E-Drive)
- Efficiency

1 unit under test (UUT) = Gear Box

2 ECU of Gearbox (opt.)

3 el. machine (torque control)

4 machine (speed control)

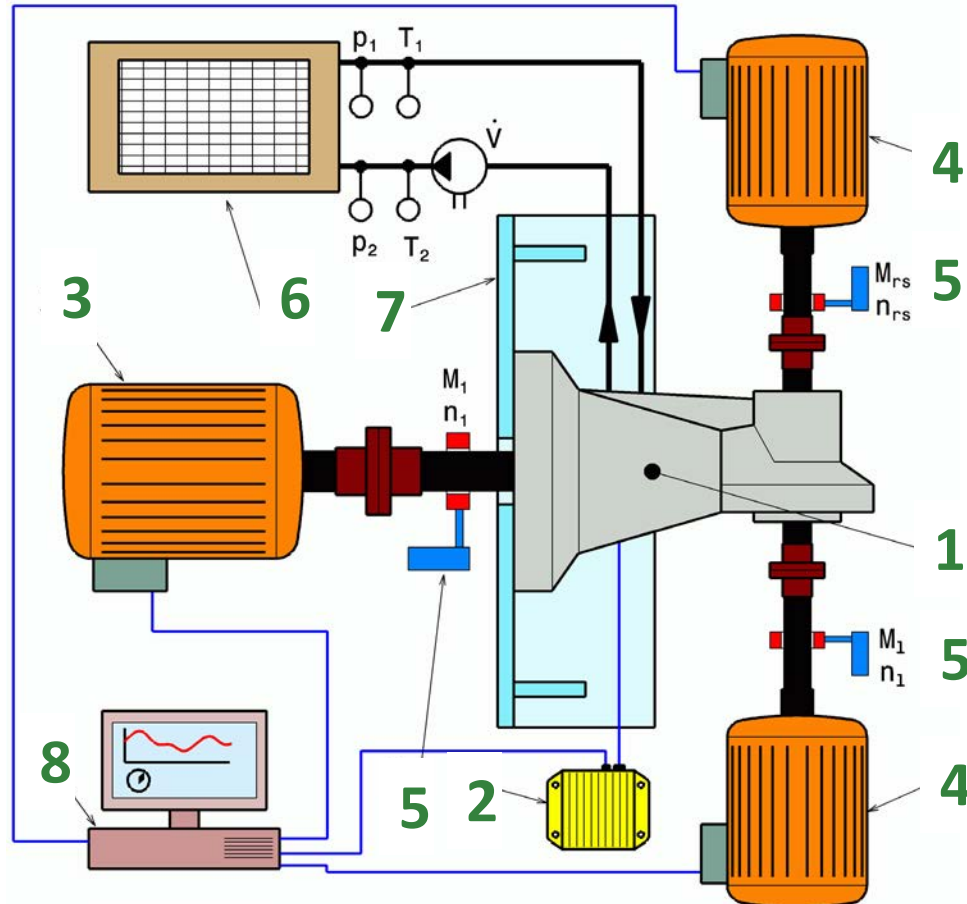
5 torque + speed measurement

6 conditioning unit for oil and/or cooling liquid

7 rig

8 rig control system

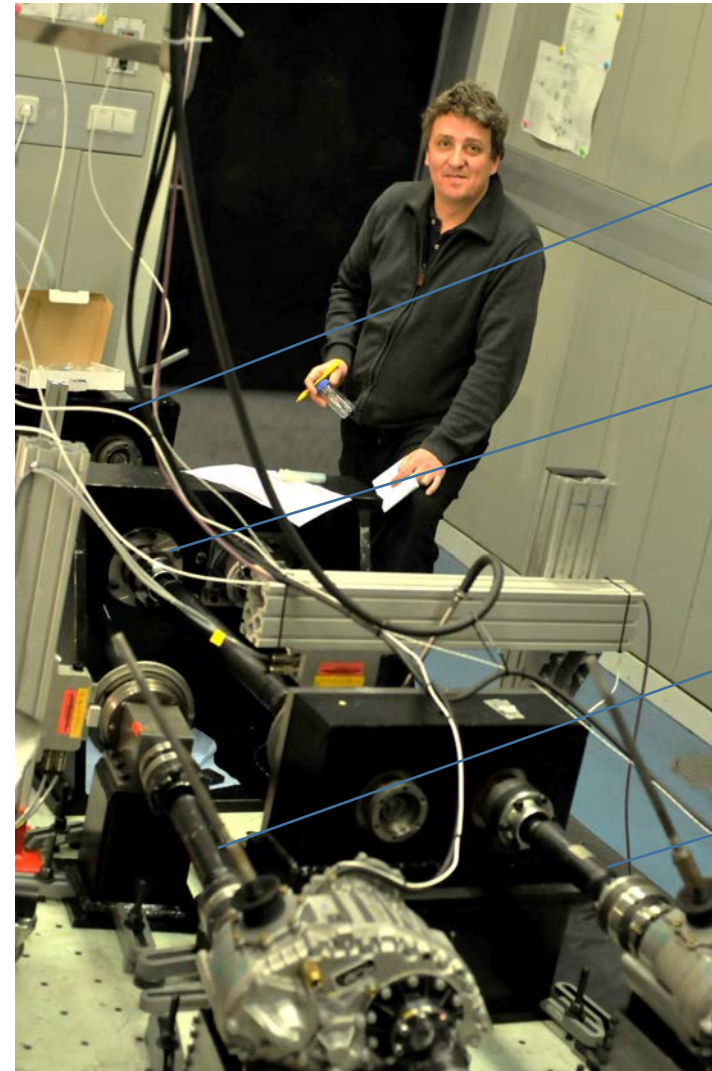
3-M Tata Letak - Untuk Gearbox penggerak Ganda



- Axle drive gearbox
 - AWD centre differential gearbox
- 1 unit under test (UUT)
 - 2 ECU of UUT (opt)
 - 3 el. machine (e.g. torque-control)
 - 4 2x el. machine (e.g. speed control)
 - 5 torque + speed measurement
 - 6 conditioning unit for oil and/or cooling liquid
 - 7 rig
 - 8 rig control system

3-M Transmission Test Rig

- Arrangement for Centre Differential Gearbox
 - 1 .. Input shaft
 - 2 .. front output shaft
 - 3 .. DUT
 - 4 .. rear output shaft



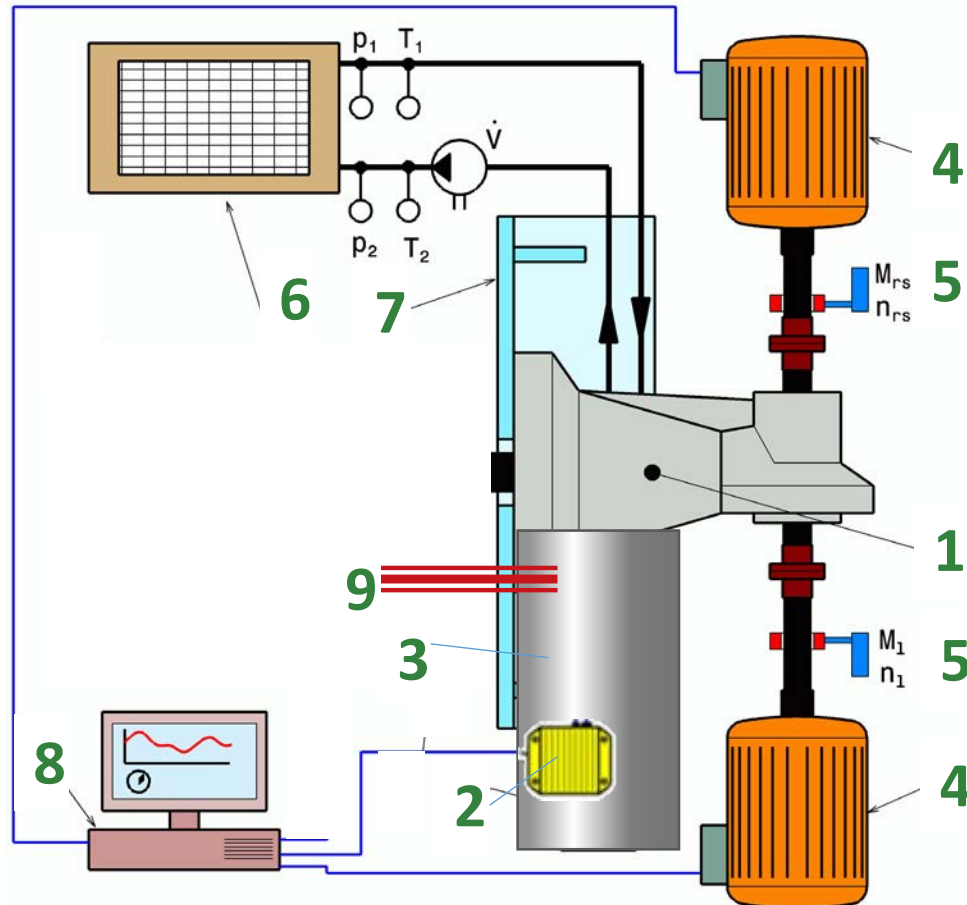
4

3

1

2

2-M Tata Letak – untuk Penggerak ganda



- Axle drive units, E-Drive/HEV-drive/ICE

1 gearbox

2 ECU

3 inverter, motor (accel. pedal control)

4 2x el. machine (e.g. speed control)

5 torque + speed measurement

6 conditioning unit for oil and/or cooling liquid

7 rig

8 rig control system

9 battery emulator
or fuel + exhaust gas connection

Uuji drivetrain Kendaraan

Keuntungan: Antarmuka sederhana



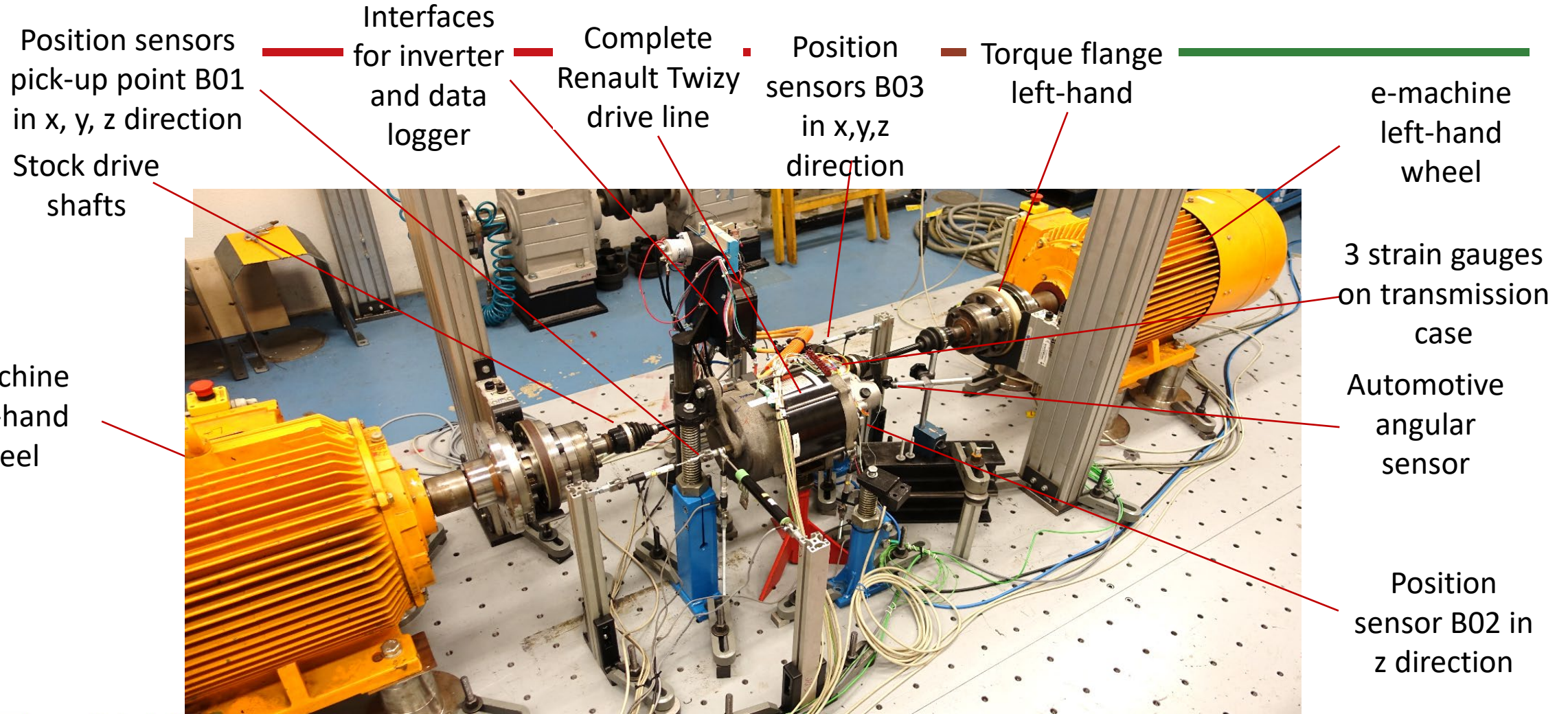
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

see also <https://www.avl.com/racing>
[<https://www.avl.com/de/-/vehicle-in-the-loop-test-system>]

FH JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

Misalnya Modul Penggerak Belakang dibangku tes

Tujuan: Gerakan 6 DOF Unit karena torsi





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Spin- and Power Losses

K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Putaran dan Rugi Daya

K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Deskripsi Efisiensi

Pendekatan Sederhana

$$P_{out} = \eta \cdot P_{in}$$

- **Tidak ada beban, tidak ada kerugian.**
- Kami memiliki "Spin Losses" juga saat tidak mentransfer daya. Mereka kecil dibandingkan dengan maks. kekuatan.
- **Pendekatan efisiensi cukup pada daya tinggi**, ketika kerugian yang tidak bergantung pada beban kecil, dibandingkan dengan yang bergantung pada beban.

P .. daya pada antarmuka subsistem,

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$.. efisiensi,

M .. torsi yang ditransfer,

n .. kecepatan, T .. suhu

Masalah

- WLTC memiliki banyak fase daya rendah. Kerugian konstan kecil menjadi penting.
- Mereka berada dalam fokus pengembangan drivetrain saat ini.

Solusi Tepat

$$P_{Loss} = f(M, n, T),$$

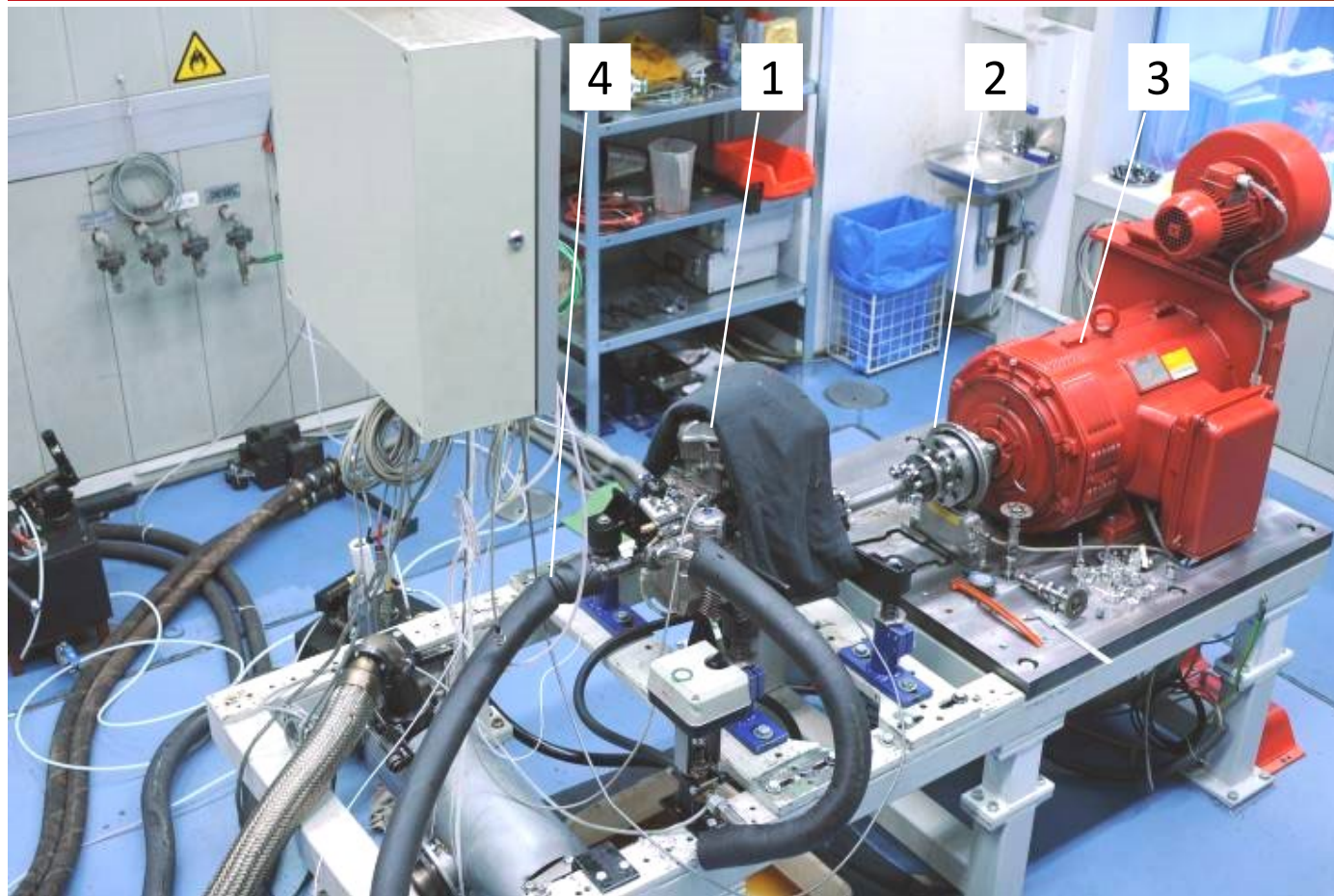
$$P_{out} = P_{in} - P_{Loss}$$

Pendekatan: Kerugian Putaran

$$P_{Loss} = f_1(n, T) + f_2(M)$$

$$= f_1(n, T) + (1 - \eta) \cdot P_{in}$$

Pengukuran Rugi Putar



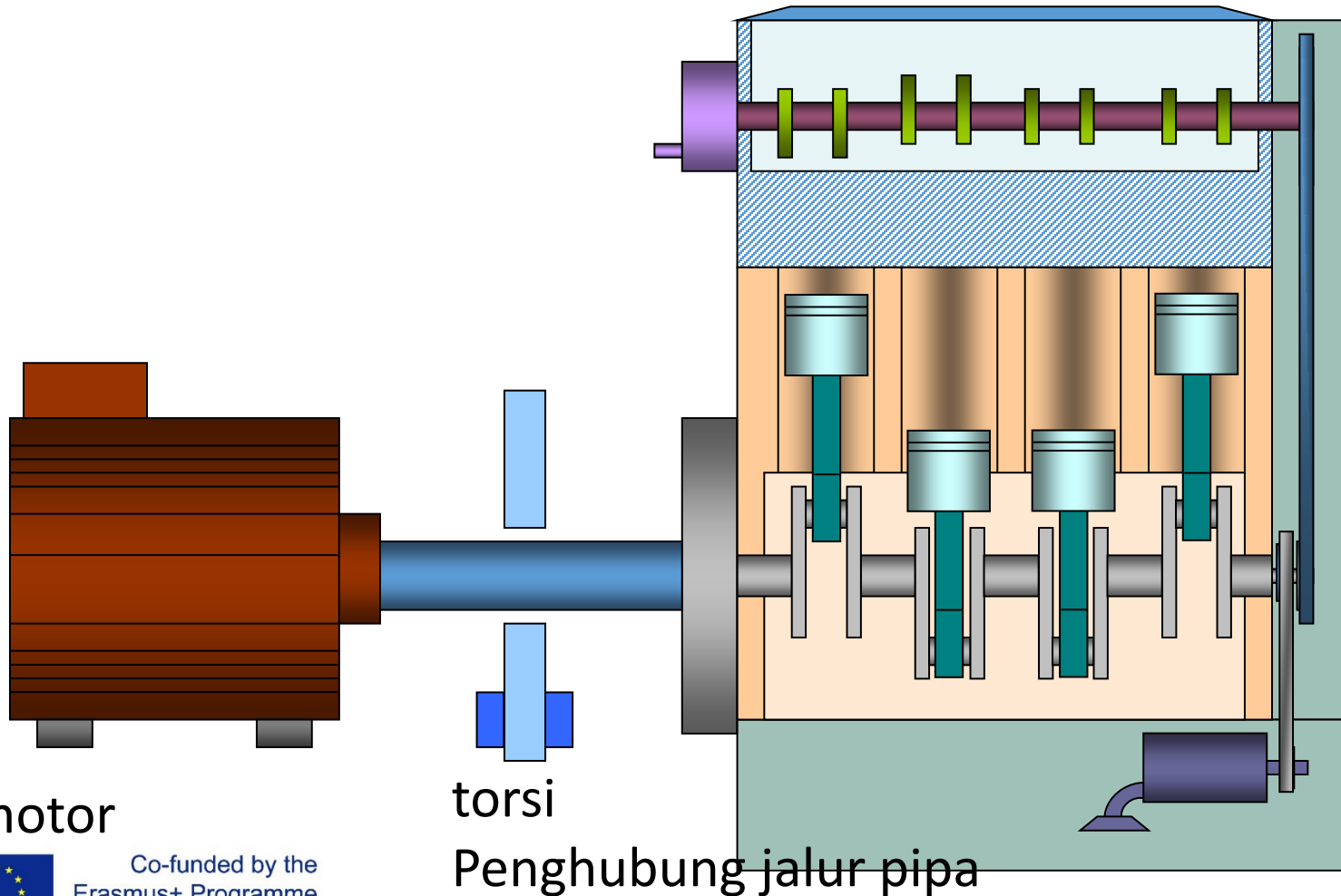
1 Perangkat Sedang Diuji
Gearbox, ICE yang tidak
dipecat

2 torsi sensitif
perangkat pengukuran
(2-10 Nm di gearbox)

3 motor bangku tes
(kontrol kecepatan)

4 Pengkondisian pelumas
dan/atau udara perumahan
suhu

Sebab – Akibat – Analisis Tes Strip Down



Metode strip-down

motor

torsi

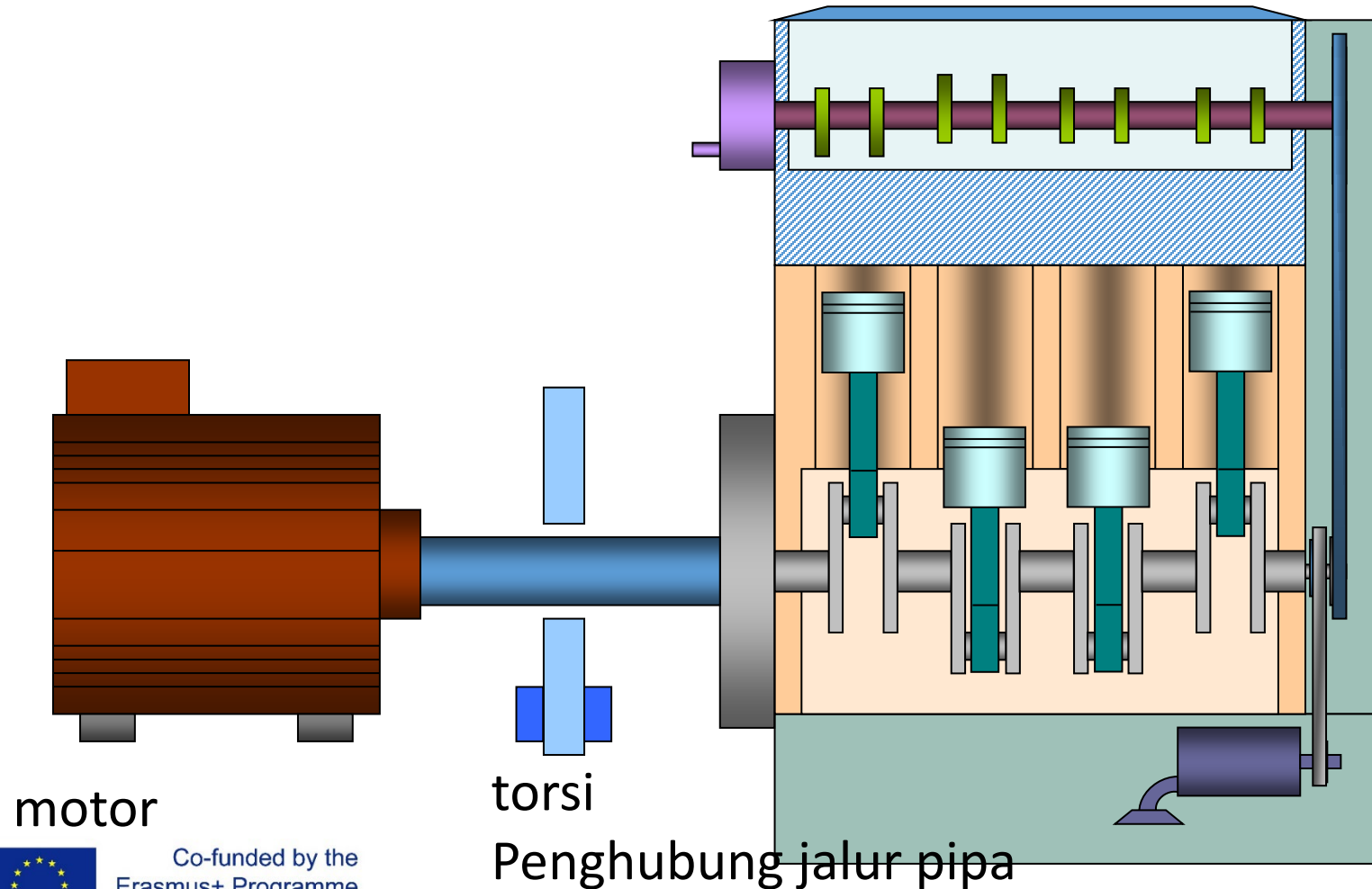
Penghubung jalur pipa



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

[M. Trzesniowski]

Sebab – Akibat – Analisis Tes Strip Down 2



motor

torsi

Penghubung jalur pipa

[M. Trzesniowski]

Fokus pada

- keadaan suhu yang dapat direproduksi
 - Kotak perumahan + pemanas/pendingin
 - pengondisian semua cairan
- pengukuran torsi yang dapat direproduksi dan akurat
 - Offset-Drift
 - menghaluskan getaran puntir, hindari Aliasing!
- pengaruh perakitan yang dapat direproduksi

Hasil Tes Rugi Putar

1. Test matrix

Engine: XYZ

Filename \ Part	Crankshaft	Pistons & conrods	Oil pump	Cylinder head / valvetrain	Vacuum pump	Alternator	Power steering pump	A/C pulley	Idler pulley and tensioner	Oil level (l)	Oil temp (°C)	Valve lift (mm)
-000001	●	●	●	●	●					4	90°	9,6
-000002	●	●	●	●	●					3	35	9,6
-000003	●	●	●	●	●					3	90	9,6
J-000004	●	●	●	●	●					4	90	9,6
I-000005	●	●	●	●	●					2	90	9,6
-000006	●	●	●	●	●					1	90	9,6
-000007	●	●	●	●	●					3	120	9,6
-000008	●	●	●	●	●					3	140	9,6
-000009	●	●	○		○					1	90	
J-000010	●	●	○		○					2	90	
J-000011	●	●	○		○					3	90	
J-000012	●	●	○		○					4	90	
-000013	●	●			○					1	35	

- serangkaian tes
- torsi / kehilangan daya di setiap status perakitan
- Perbedaan antara dua status perakitan adalah kontribusi komponen

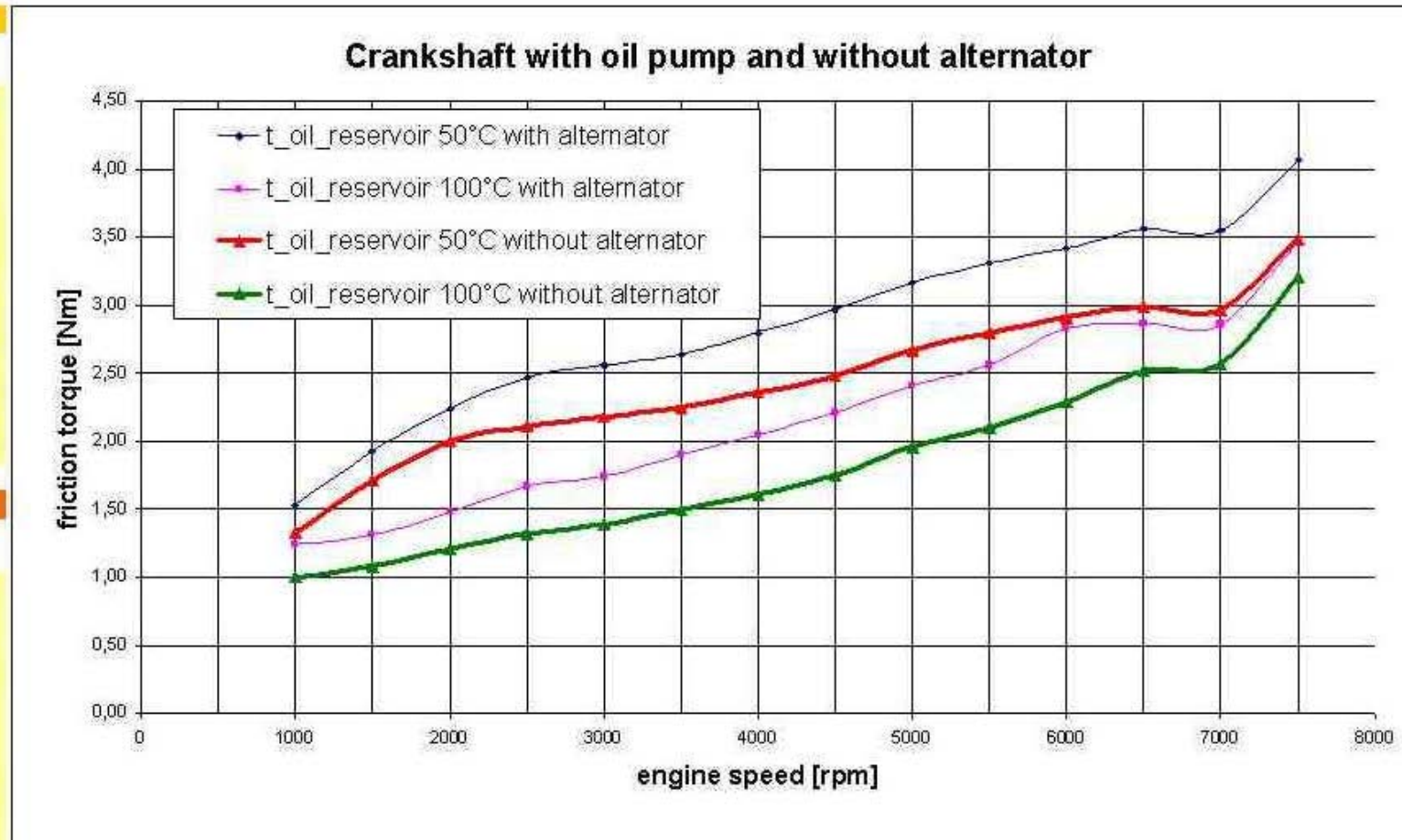
Tapi ingat:
kerugiannya adalah peta $P(n, T)$

→ tes yang sangat otomatis
prosedur diperlukan

Kehilangan ICE pada status perakitan

t_oil_reservoir 50°C		
n	Md	Md
1000	1,53	1,33
1500	1,93	1,71
2000	2,24	2,00
2500	2,47	2,11
3000	2,56	2,18
3500	2,64	2,25
4000	2,80	2,36
4500	2,97	2,48
5000	3,17	2,67
5500	3,31	2,80
6000	3,42	2,91
6500	3,56	2,99
7000	3,55	2,97
7500	4,07	3,49

t_oil_reservoir 100°C		
n	Md	Md
1000	1,24	1
1500	1,31	1,08
2000	1,48	1,21
2500	1,67	1,32
3000	1,74	1,39
3500	1,9	1,5
4000	2,05	1,61
4500	2,21	1,75
5000	2,41	1,96
5500	2,56	2,1
6000	2,83	2,29
6500	2,87	2,52
7000	2,86	2,57
7500	3,47	3,21



Md Crankshaft with oil pump and alternator
Md Crankshaft with oil pump and without alternator

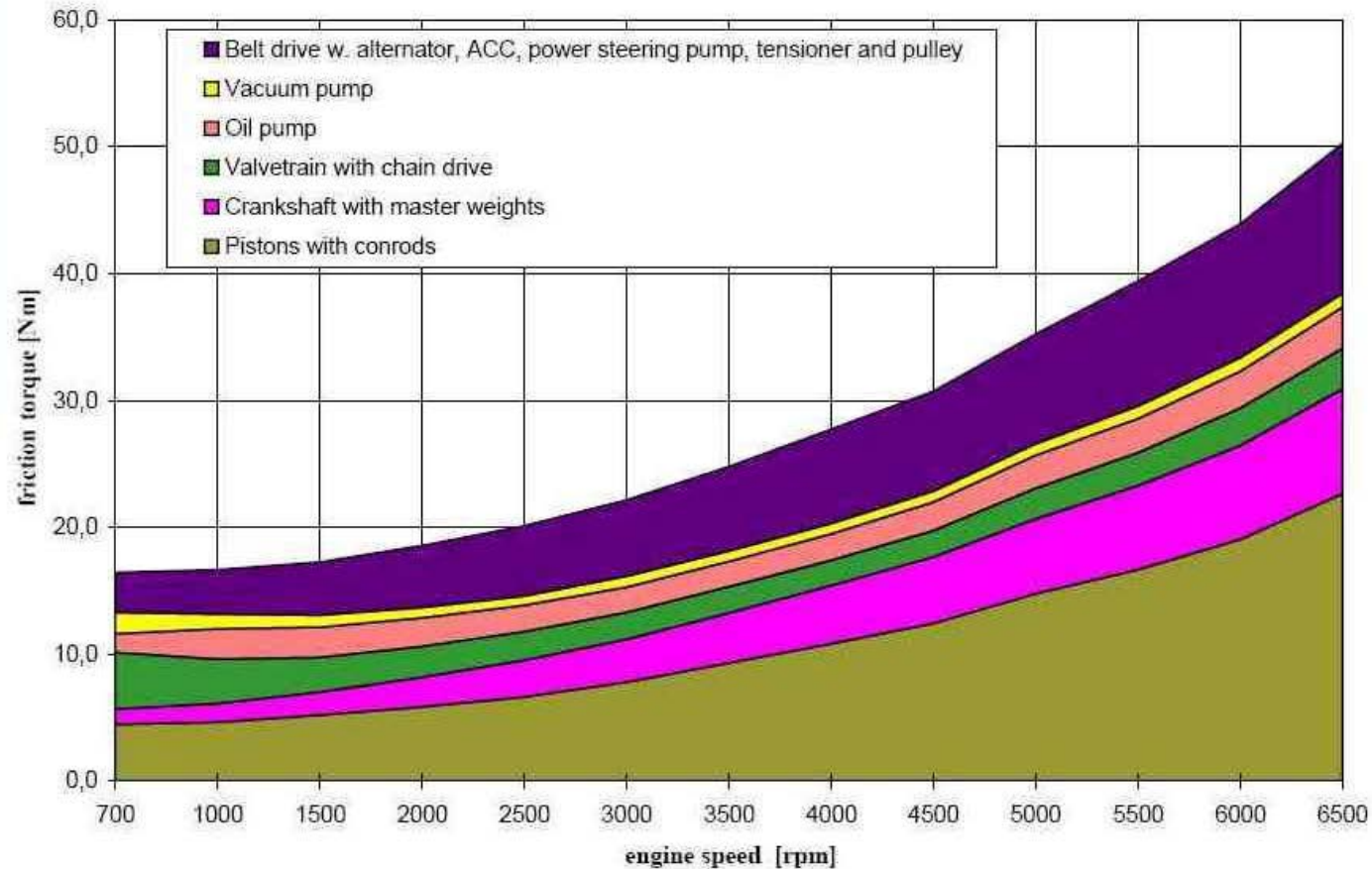


Kehilangan ICE

n.KW U/min	Md Nm	Md Nm	Md Nm
	Vacuum pump	Pistons with conrods	Crankshaft with master weights
700	1,7	4,5	1,2
1000	1,2	4,6	1,5
1500	1,0	5,2	1,8
2000	0,9	5,9	2,3
2500	0,8	6,6	2,9
3000	0,8	7,8	3,4
3500	0,8	9,3	3,9
4000	0,8	10,8	4,6
4500	0,8	12,4	5,2
5000	0,9	14,8	5,9
5500	1,0	16,7	6,6
6000	1,1	19,1	7,4
6500	1,1	22,6	8,3

n.KW U/min	Md Nm	Md Nm	Md Nm
	Valvetrain with chain drive	Oil pump	Belt drive w. alternator, ACC, power steering pump, tensioner
700	4,5	1,5	3,2
1000	3,5	2,4	3,5
1500	2,7	2,4	4,2
2000	2,4	2,3	4,9
2500	2,3	2,1	5,5
3000	2,2	2,0	6,0
3500	2,1	2,0	6,7
4000	2,0	2,1	7,4
4500	2,1	2,3	7,9
5000	2,4	2,6	8,7
5500	2,6	2,7	9,9
6000	2,9	2,9	10,6
6500	3,2	3,3	11,8

Apportion of friction losses



Contoh: Torsi gesekan total pada 90°C dan level oli 0,5 l dari 3,0l 6 silinder motor SI



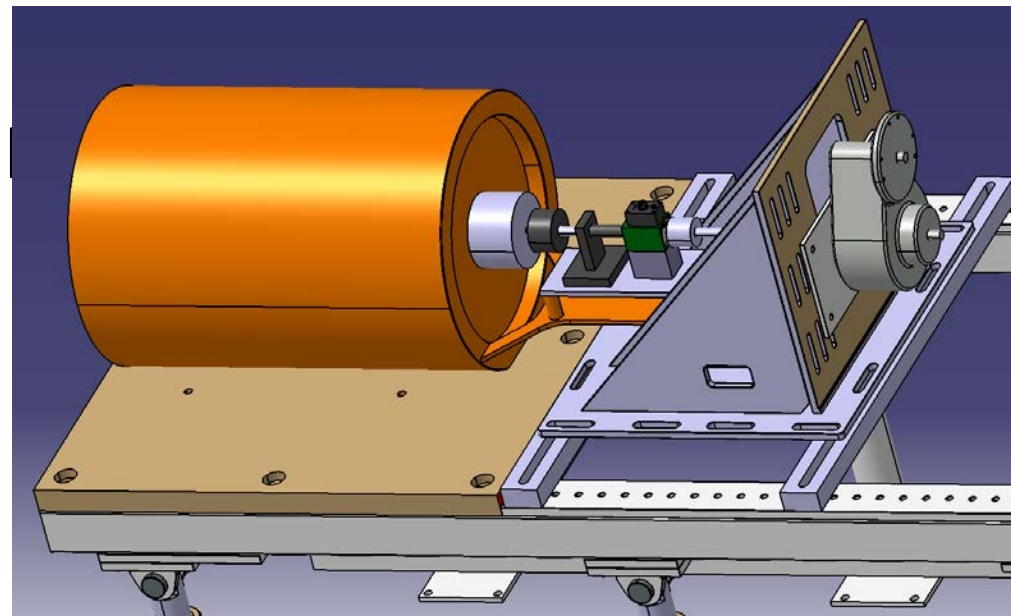
Gesekan di Gearbox

Paling penting pada kecepatan sedang

- bantalan yang dimuat sebelumnya
- segel poros
- mengaduk-aduk

Pada kecepatan tinggi (> 20.000 RPM) tonton juga

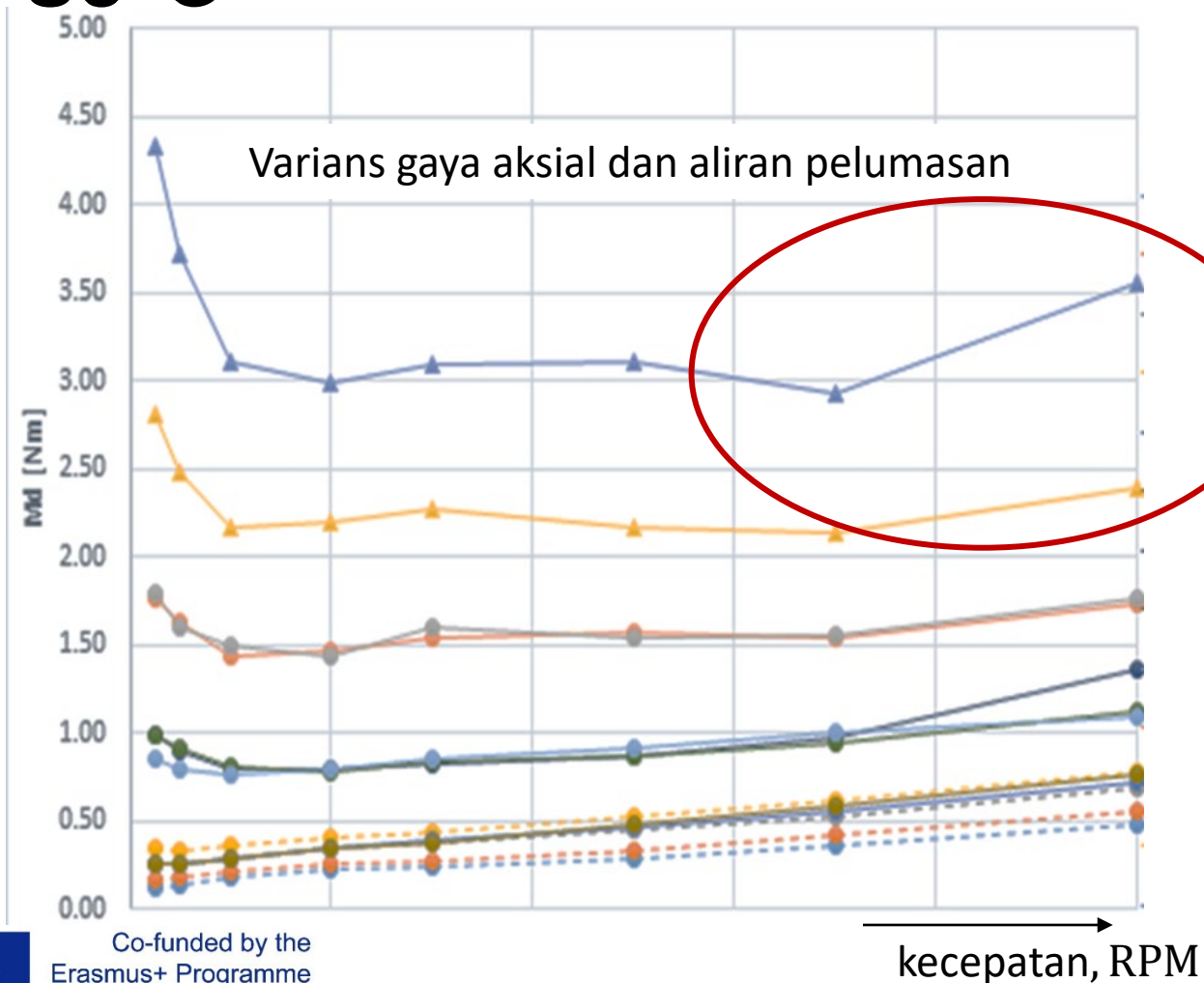
- bantalan dan pelumasannya



Pengaturan Tes untuk Tes Rugi Putar Gearbox (Perumahan untuk pengkondisian suhu dihapus)

[K. Buruh, 2018]

Contoh: Kehilangan 2 Bantalan Jarum Aksial pada 80°C

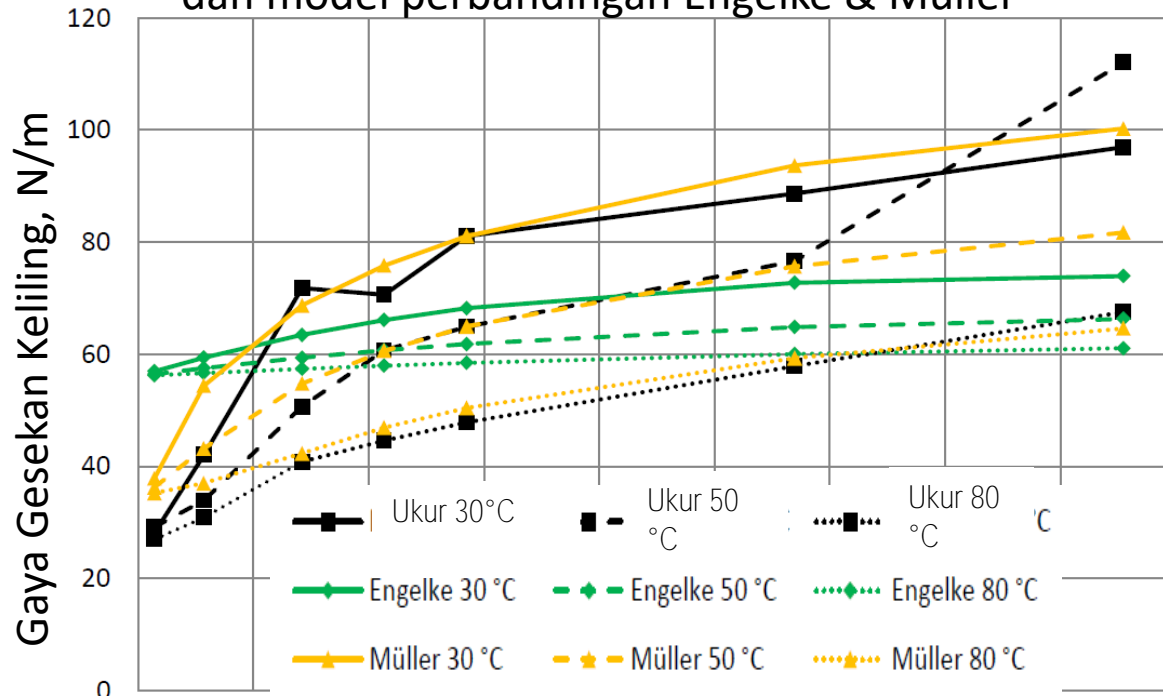


- P_{loss} naik hingga kW
- $M_{Loss} = f(F_{ax}, n, T, Lub.)$

Masukan daya tinggi
sulit untuk dimiliki (hampir)
suhu keadaan stabil

Contoh Segel Poros Radial

hasil untuk suhu perumahan yang berbeda dan model perbandingan Engelke & Müller

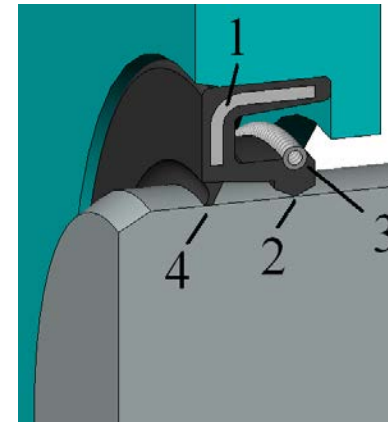


keliling Skencing, $\frac{m}{s}$

[Hofer S.: Reibmoment von Radialwellendichtringen, Skripsi, FHJ 2017]

[ENGELKE, Tobias: Einfluss der Elastomer-Schmierstoff-Kombination auf das Betriebsverhalten von Radialwellendichtringen. Hannover, Gottfried Wilhelm Leibniz Univ., Diss., 2011]

[MÜLLER, Heinz Konrad: Abdichtung bewegter Maschinenteile : Funktion, Gestaltung, Berechnung, Anwendung. Waiblingen : Medienverlag Müller, 1990]



- 1 .. penjepit baja
- 2 .. menyegel bibir
- 3 .. musim semi
- 4 .. bibir debu

[<https://de.wikipedia.org/wiki/Wellendichtring>]

- Kerugian itu penting
- Tergantung pada viskositas pelumas di bibir penyegel
 - tergantung pada suhu pada penyegelan bibir
 - tergantung pada konduksi hermal
 - tergantung pada waktu prosedur pengujian

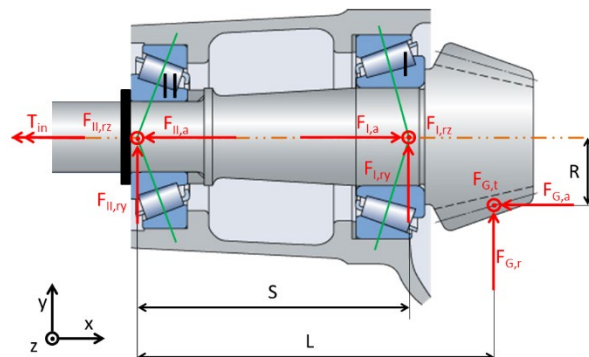
Koneksi ke Proyek Siswa “Proyek Rekayasa” – Efisiensi Gearbox

Tujuan

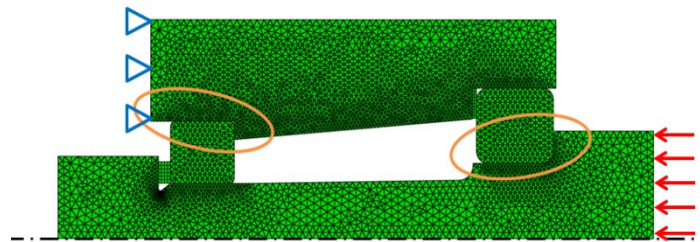
- memperkirakan kerugian untuk siklus mengemudi
- bandingkan dengan nilai yang diukur

tugas

- menentukan beban ke komponen
- memperkirakan kerugian
- timbang mereka dalam siklus mengemudi

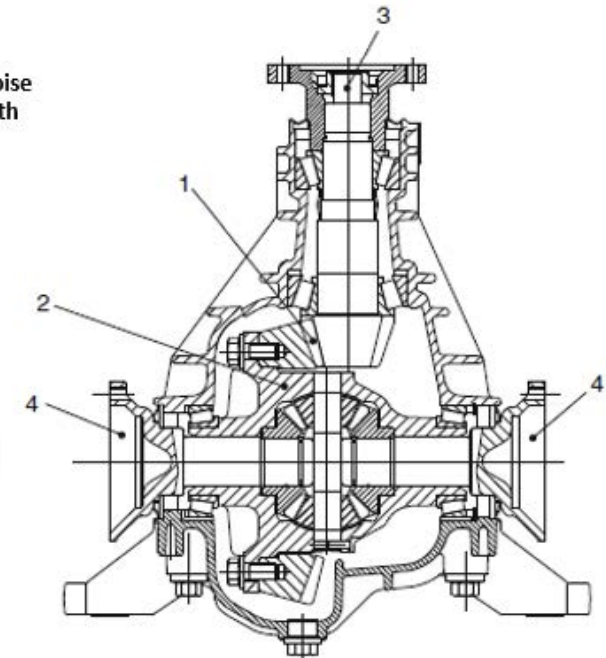


Beban di roda gigi



FEM-Model untuk menentukan beban pra bantalan

- 1 Bevel gear set with noise optimized Hypoid teeth
- 2 Differential
- 3 Input
- 4 Output

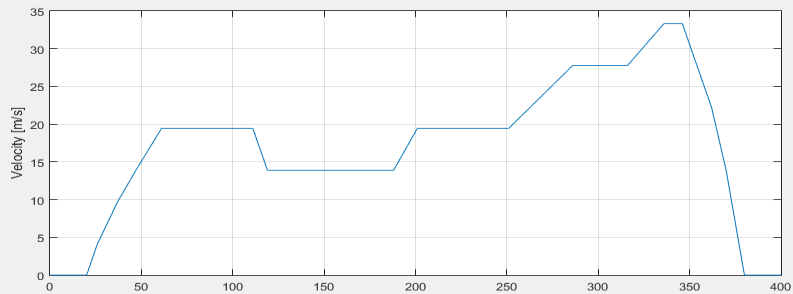


Kotak roda gigi diferensial belakang

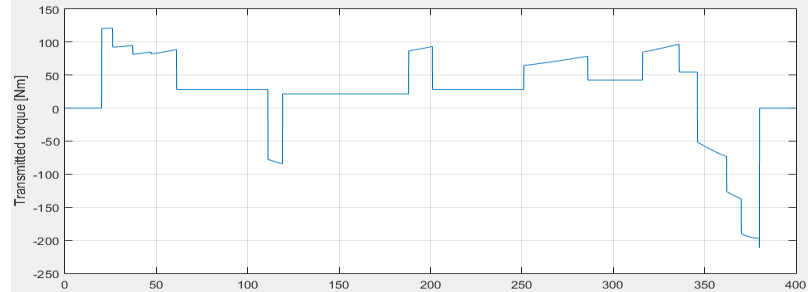
[Platzer P., Raffelsberger C., Steinhäusler P.: Tesis Proyek Teknik, Poster di Konferensi A3PS, Wina 2017]

Koneksi ke Proyek Siswa "Proyek Rekayasa" – Efisiensi Gearbox

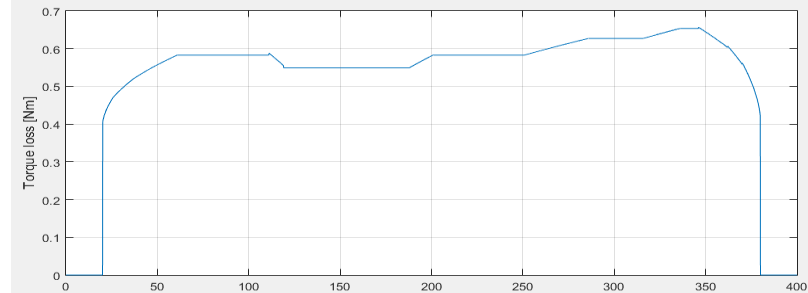
kecepatan kendaraan, m/s



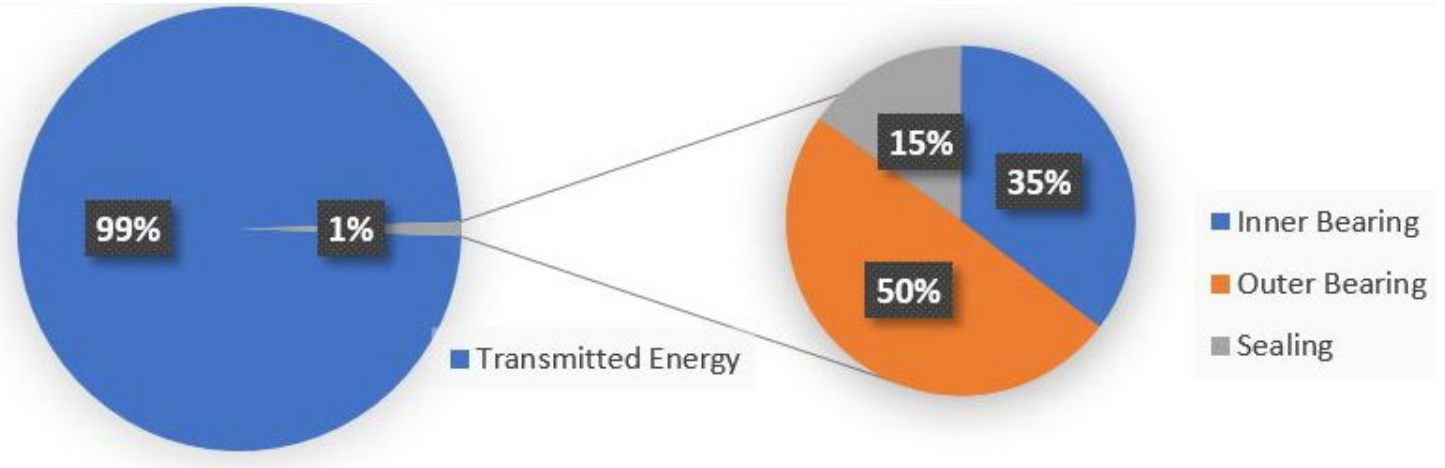
Trans. Torsi, Nm



Rugi Torsi, Nm



waktu



[Platzer P., Raffelsberger C., Steinhäusler P.: Tesis Proyek Teknik, Poster di Konferensi A3PS, Wina 2017]



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Model di Matlab

FH JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger, T. Lechner



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Efisiensi

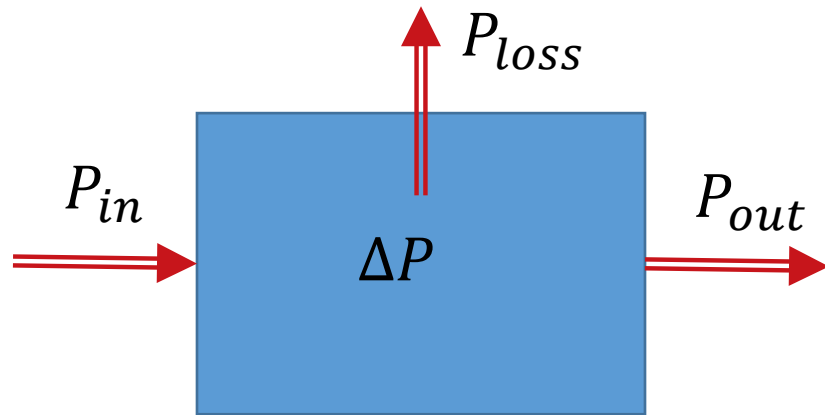
K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Metode Perbedaan Daya



P_{in} .. daya upaya

P_{out} .. manfaat kekuatan

ΔP .. daya tersimpan di E_{kin} , E_{pot} , ...

P_{loss} .. kerugian (tip. termal)

Power Losses dari power effort dan power benefit

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out} - \Delta P$$

Stabil $\Delta P = 0$

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$$

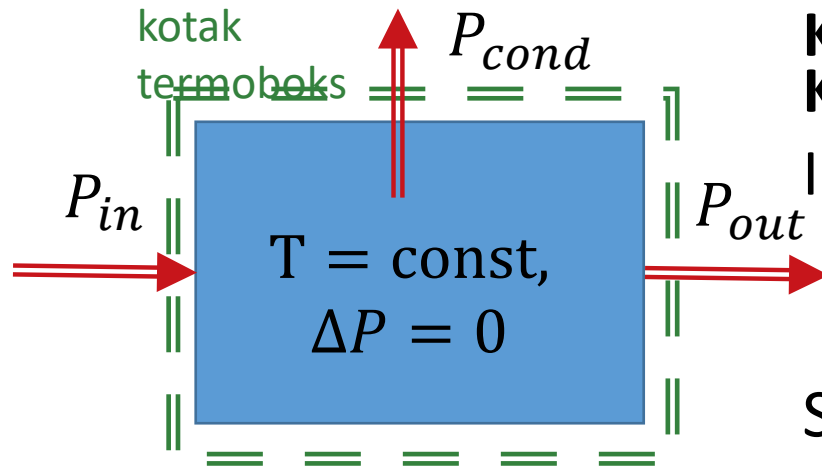
Misalnya Penggerak Listrik

- Efisiensi $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$, $\eta \cong 96\%$ dalam kecepatan dan torsi nominal
 $P_{in} = 1\,000\text{ W}$, $P_{out} = 960\text{ W}$
- Akurasi 0,5% pada 2 kW, $\pm 1\%$ pada 1 kW
- diukur

$$P_{in} = \begin{pmatrix} 1\,010 \\ 990 \end{pmatrix} \text{ W}, P_{out} = \begin{pmatrix} 970 \\ 950 \end{pmatrix} \text{ W}$$
$$P_{loss} = \begin{pmatrix} 60 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ W} = 40 \pm 20 \text{ W} = 40 \text{ W} \pm 50\%$$
$$\eta = \begin{pmatrix} 0.98 \\ 0.94 \end{pmatrix}$$

- Pengukuran yang akurat terutama pada daya rendah
- Pertimbangkan energi yang tersimpan dalam sistem

Metode Kalorimetri



Kehilangan Daya menggunakan Aliran Panas Kondisioner

Ide: Kerugian akan diubah menjadi panas

$$P_{cond} = P_{loss} = P_{in} - P_{out} - \Delta P$$

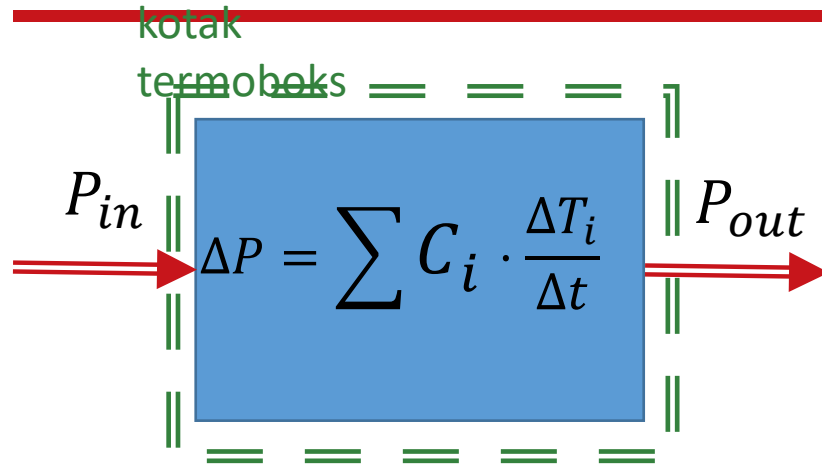
Stabil: $\Delta P = 0$

- Pengkondisian oli kotak roda gigi
 - distribusi minyak yang tidak alami
- Gearbox dimasukkan ke dalam cairan pendingin
 - distribusi suhu yang tidak wajar

**Homann/Eckstein, (ika RWTH Aachen):
terlalu tinggi pengaruh keadaan suhu yang tidak wajar.**

[Homann J., Eckstein L.: Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgradbestimmung von Getrieben, ATZ 11/2014, 116. Jahrgang, P. 68-73]

Metode Kalorimetri Waktu Singkat



Rugi Daya menggunakan Kapasitas Panas

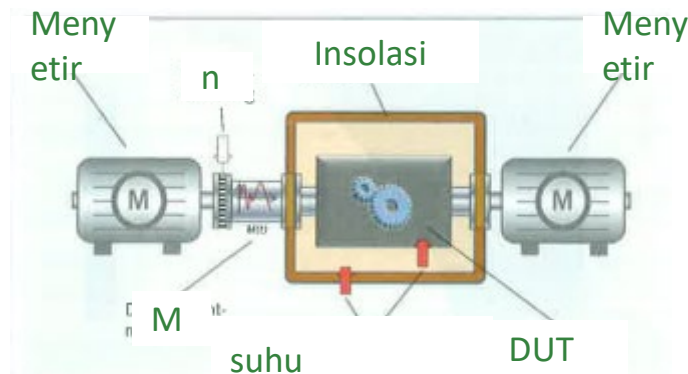
Ide: Kekalahan akan diubah menjadi pemanasan

Kotak adiabatik:

$$P_{\text{cond}} = 0, P_{\text{in}} - P_{\text{out}} - \Delta P = 0$$

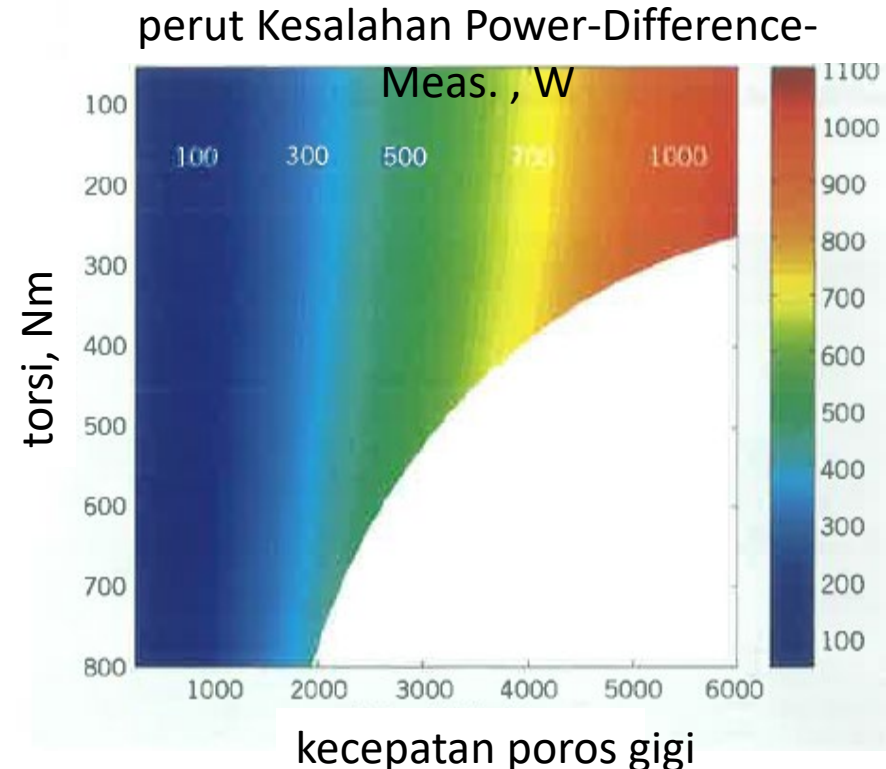
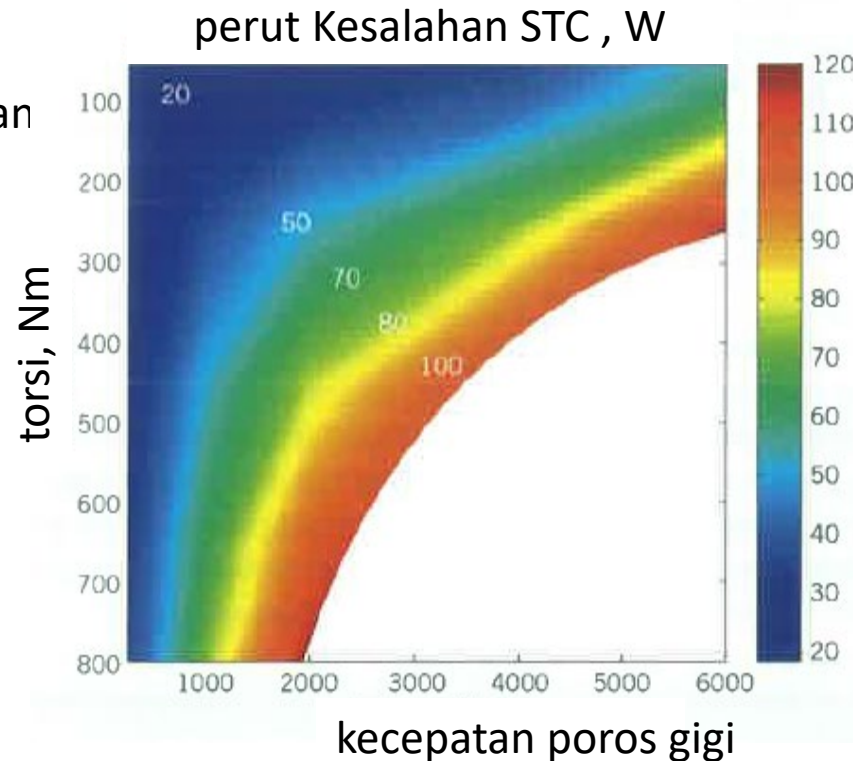
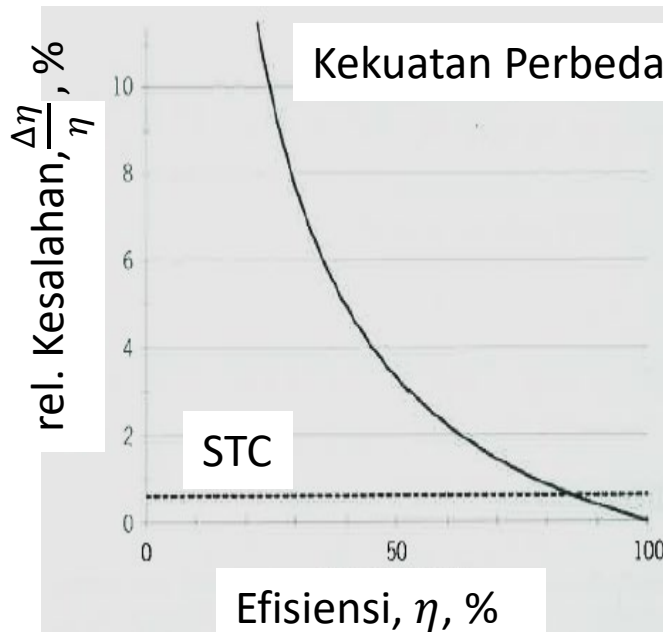
$$P_{\text{Loss}} = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \sum C_i \cdot \frac{\Delta T_i}{\Delta t}$$

- Tentukan kapasitas panas masing-masing bagian
- mengukur suhu T_i
- Proses tes
 - panaskan hingga suhu seragam
 - mempercepat dengan mempercepat kedua mesin secara serempak
 - torsi kesan
 - mengukur waktu dan perbedaan suhu bagian dengan suhu yang berbeda



[Homann J., Eckstein L.: Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgradbestimmung von Getrieben, ATZ 11/2014, 116. Jahrgang, P. 68-73]

Metode Kalorimetri Waktu Singkat (STC)



Homann/Eckstein mengatakan: hasil bagus, terutama pada daya rendah



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Pengukuran Daya Listrik

T. Lechner



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Pengukuran daya listrik

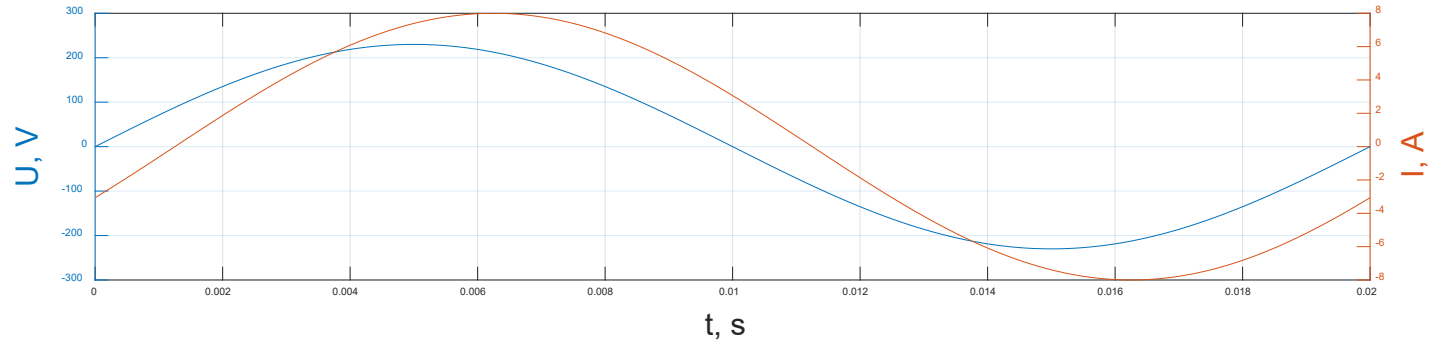
• Motivasi

- Untuk kendaraan dengan mesin pembakaran, konsumsi bahan bakar dapat diukur dengan analisa gas buang.
- Konsumsi bahan bakar adalah ukuran untuk energi yang digunakan.
- Karena peningkatan elektrifikasi powertrains, konsumsi energi listrik harus dipastikan.
- Oleh karena itu, diperlukan pengukuran daya listrik yang akurat.
- Untuk pengembangan drivetrain, efisiensi komponen yang digunakan harus diukur.



Pengukuran daya listrik

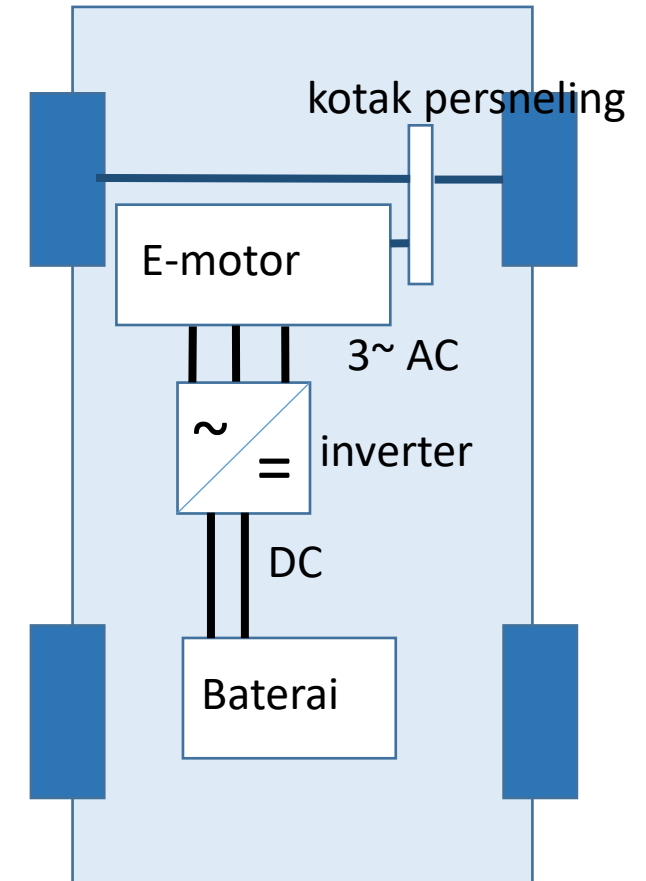
- pengantar
 - Mudah diukur jika:
 - Arus atau tegangan searah yang lambat berubah
 - kuantitas bolak-balik dengan bentuk sinus yang sempurna



Daya aktif, reaktif, dan nyata bisa mudah dihitung dari nilai efektif

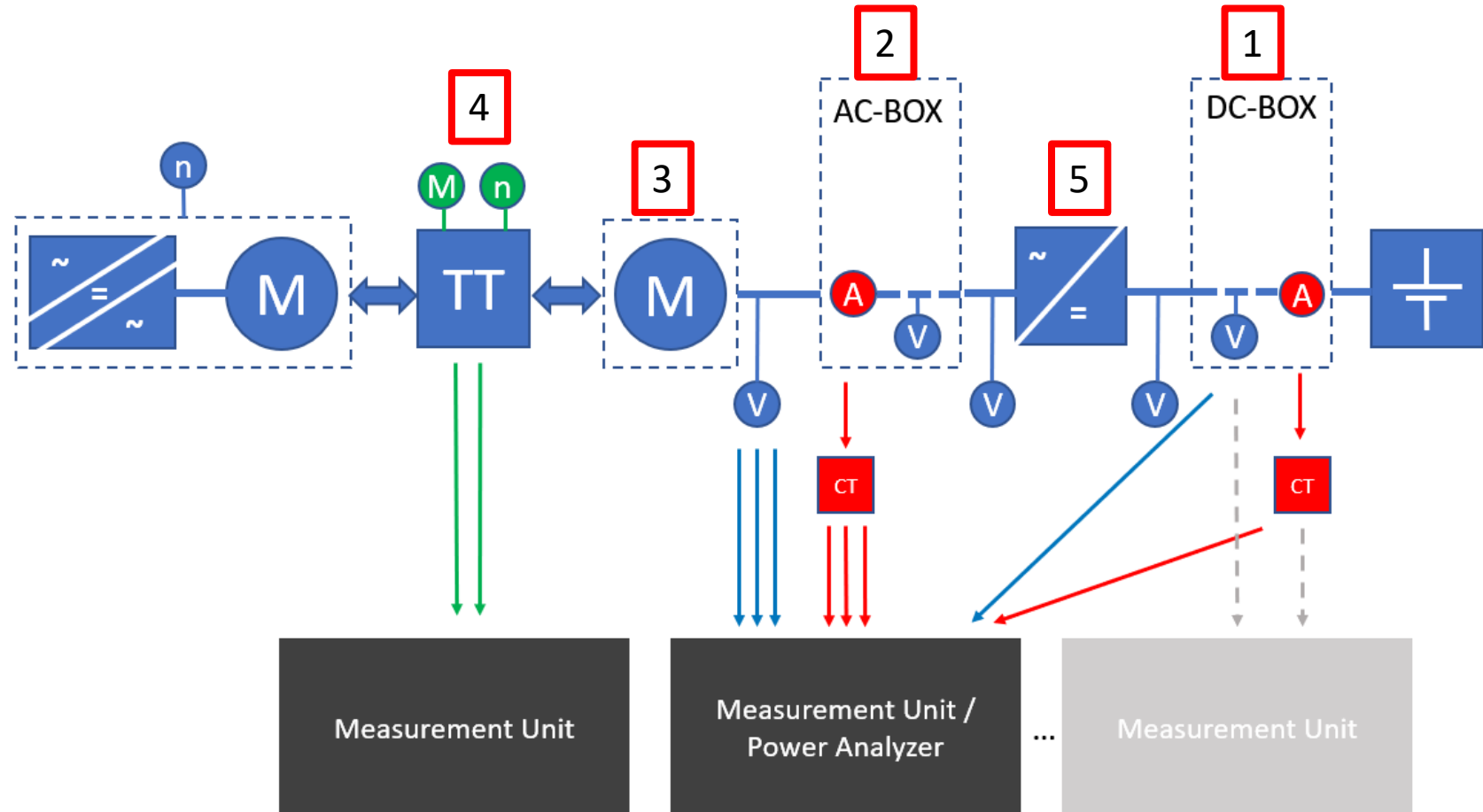
Pengukuran daya listrik

- Untuk pengembangan dan penentuan drivetrain efisiensi inverter, kekuatan pada DC serta di sisi AC harus diukur.
- Inverter:
 - Mentransfer DC ke arus bolak-balik 3 fase
 - Tujuannya adalah untuk menghasilkan arus fasa sinusoidal yang bergeser 120 derajat.
 - Tegangan berdenyut menghasilkan ini dengan bantuan induktansi E-motor.
 - Tegangan tidak sinusoidal, arus hanya mendekati sinusoidal



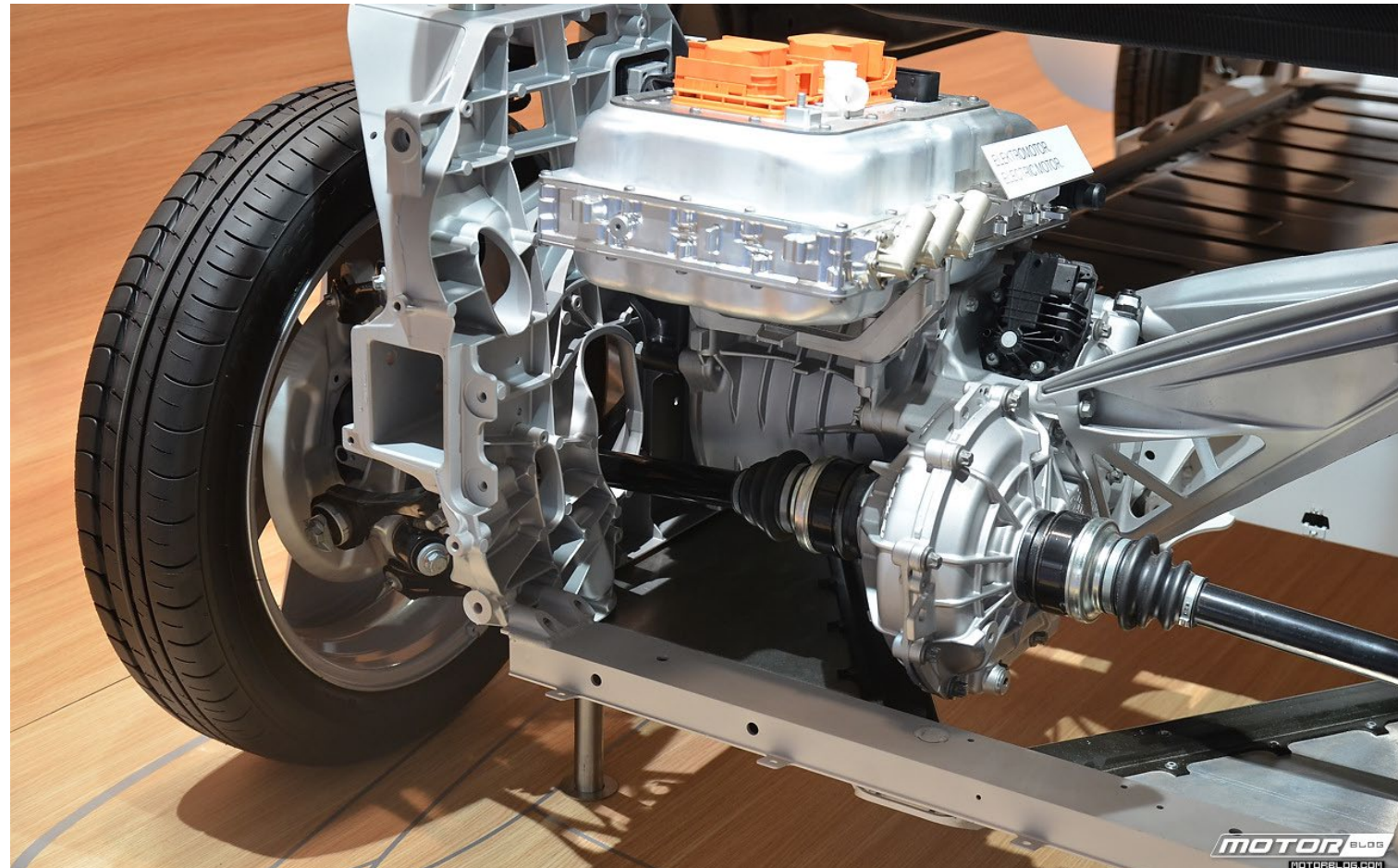
Konfigurasi pengujian, [1]

- 1) daya DC
- 2) daya AC
- 3) E-motor
- 4) tenaga mekanik
- 5) inverter



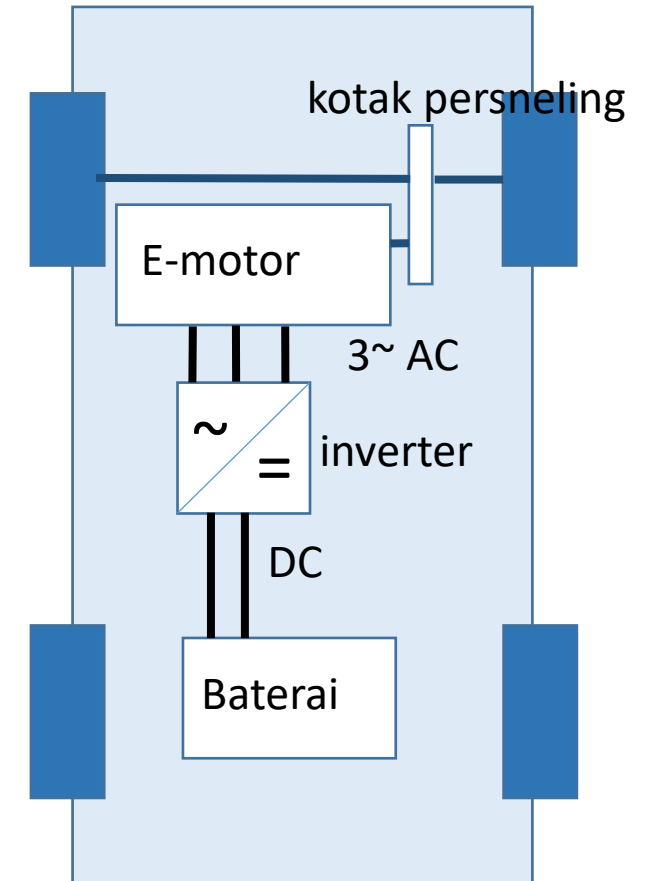
model bagian BMW i3, [4]

Konstruksi enkapsulasi tinggi sulit untuk menghubungkan probe untuk pengukuran tegangan dan arus.



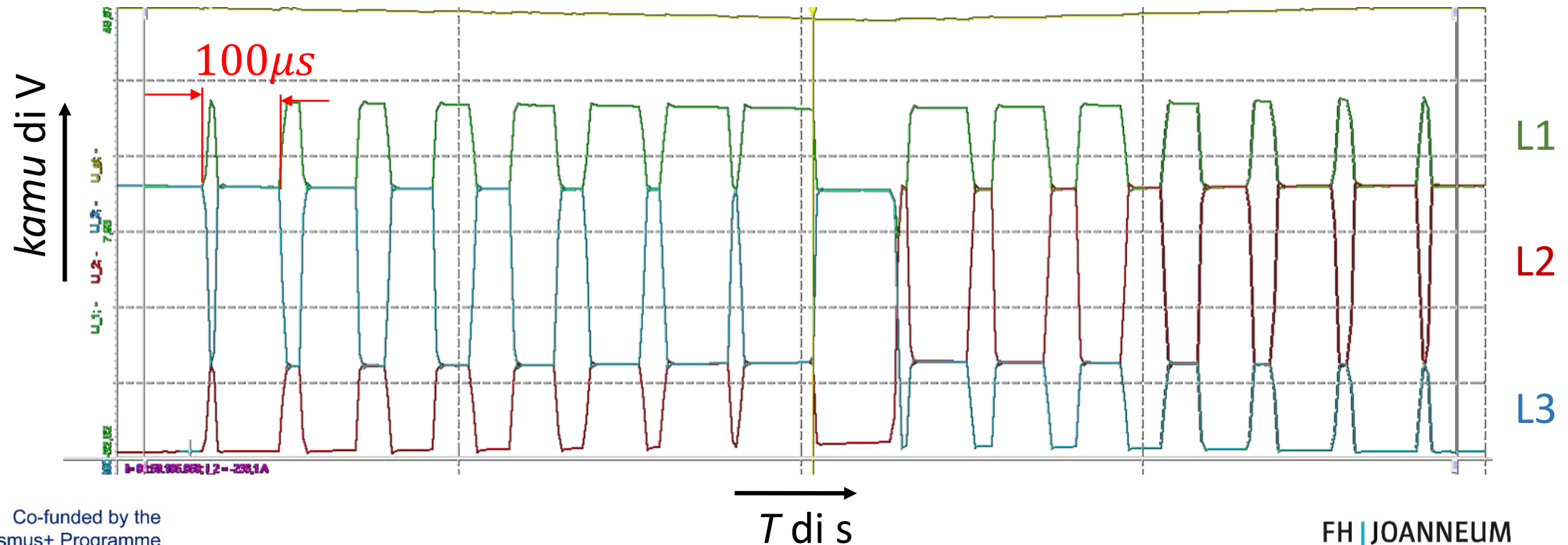
Pengukuran daya listrik

- Frekuensi switching dari konverter frekuensi harus diatur ke nilai untuk mengurangi atau mencegah suara bising.
 - Frekuensi switching > 10 kHz
 - Untuk pengukuran daya yang akurat: Perangkat akuisisi data dengan laju sampel tinggi diperlukan.
- Efisiensi inverter sangat tinggi
 - Untuk pengukuran daya yang akurat: arus dan tegangan harus diukur dengan sangat tepat.

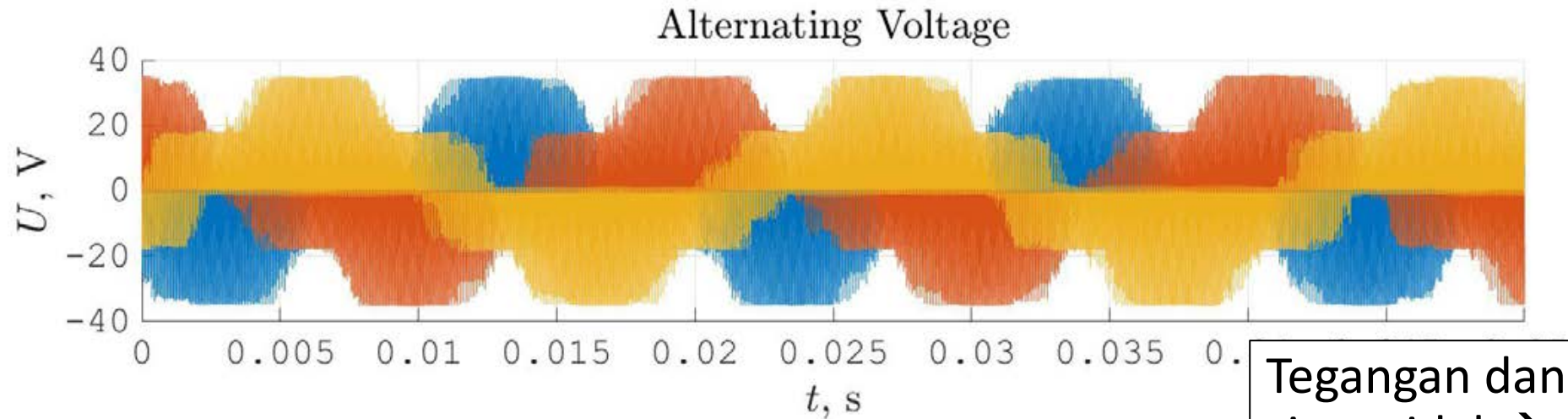


Sistem DAQ, tingkat sampel

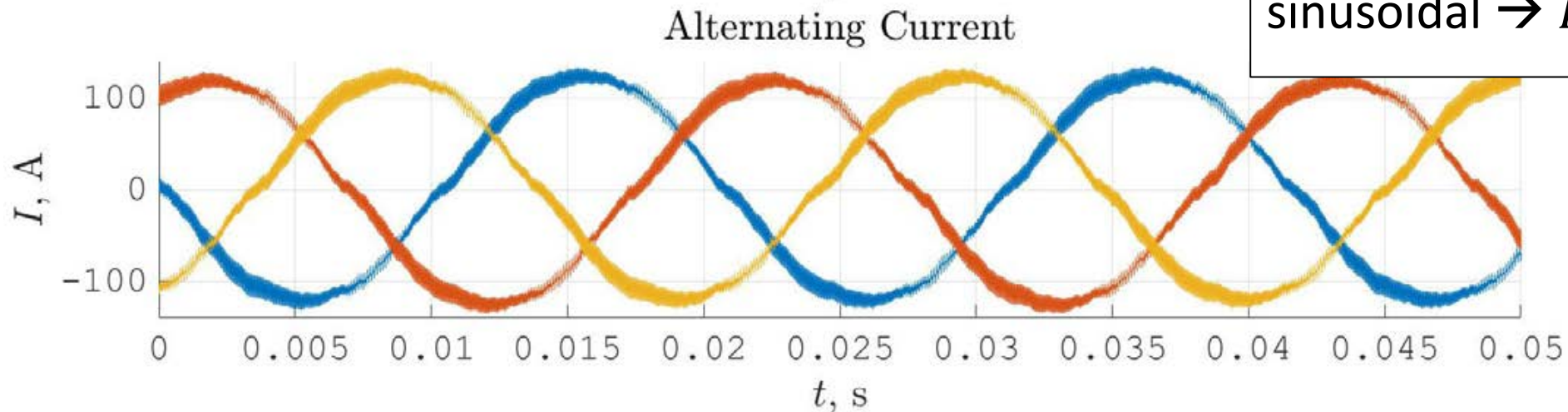
- Frekuensi sampel yang mana F_s dibutuhkan?
 - Tegangan pulsa inverter:



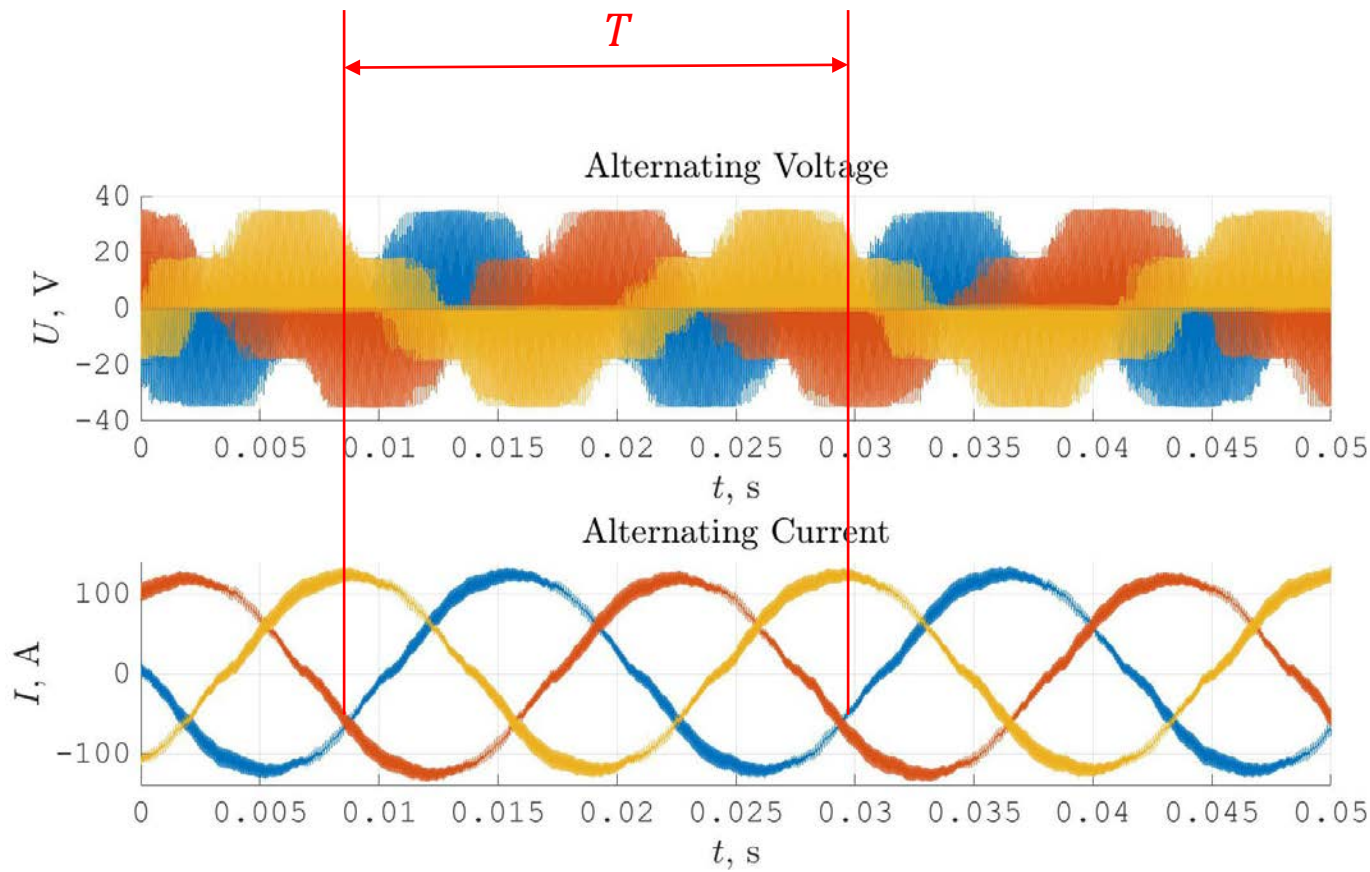
Hasil pengukuran arus dan tegangan



Tegangan dan arus tidak sinusoidal $\rightarrow P \neq U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$



Perhitungan daya aktif



Nilai daya saat ini

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

Kekuatan aktif P per fase L_j

L1

$$P_{L_j} = \int_{t_1}^{t_1+n \cdot T} p_j(t) dt$$

L2

Kekuatan aktif

$$P = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

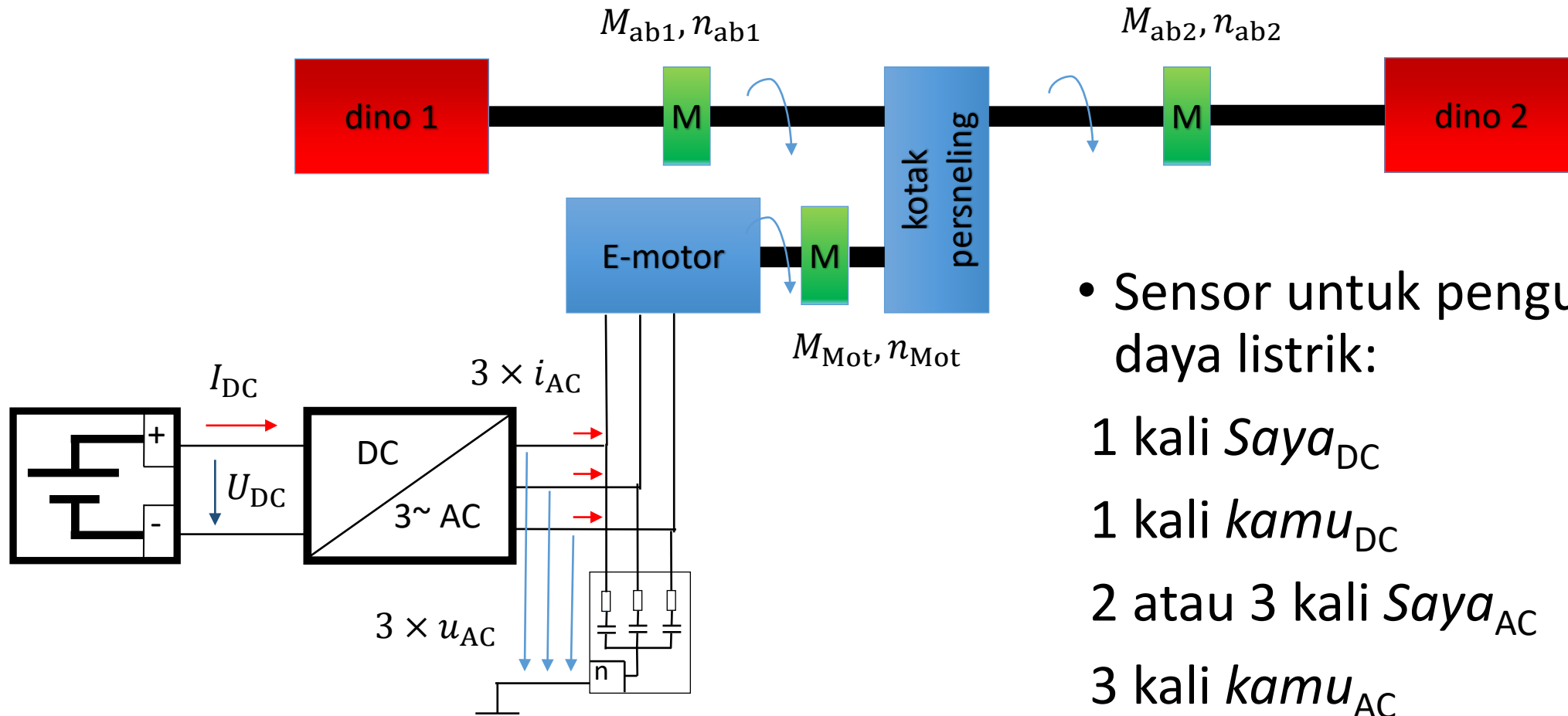
Temukan periodisitasnya!

Sistem DAQ, akurasi

- Kerugian inverter tipikal: 3%
 - Contoh: akurasi 0,1% untuk pengukuran tegangan dan arus kesalahan maksimum 0,2% untuk daya input P_{di} dan daya keluaran P_{keluar}
 - Kehilangan daya $P_V = P_{out} - P_{in}$
 P_V berfluktuasi sekitar $\pm 0,4\%$ dari P_{in} . Ini adalah $\pm 13\%$ dari P_V !
- Pengukuran saat ini:
 - Tidak langsung diukur melalui medan magnet yang menutupi konduktor listrik
 - Sensor: Transduser fluks nol, Kesalahan dari:
linearitas 0,001%, penyimpangan offset 0,004 %



Pengaturan tempat tidur uji yang patut dicontoh



- Sensor untuk pengukuran daya listrik:

1 kali *Saya*_{DC}

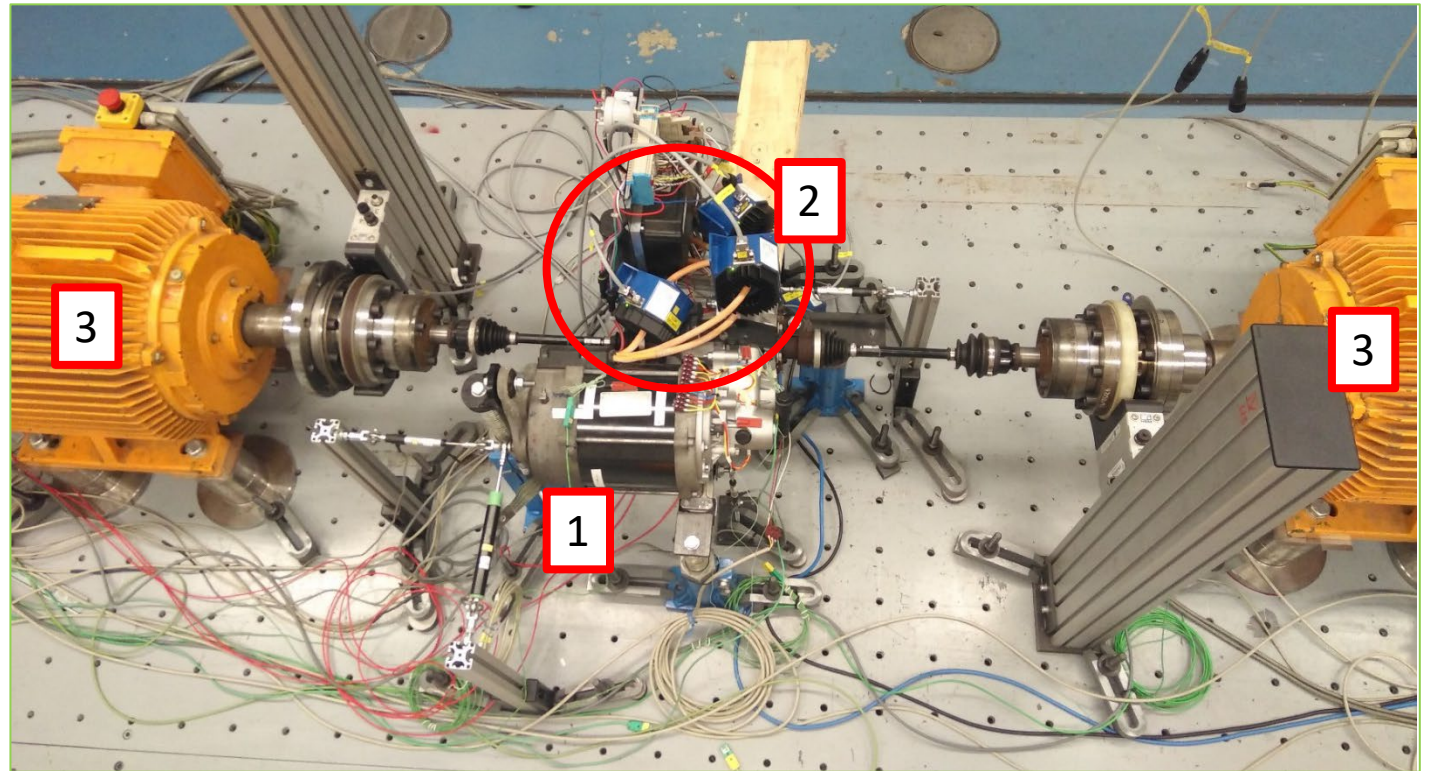
1 kali *kamu*_{DC}

2 atau 3 kali *Saya*_{AC}

3 kali *kamu*_{AC}

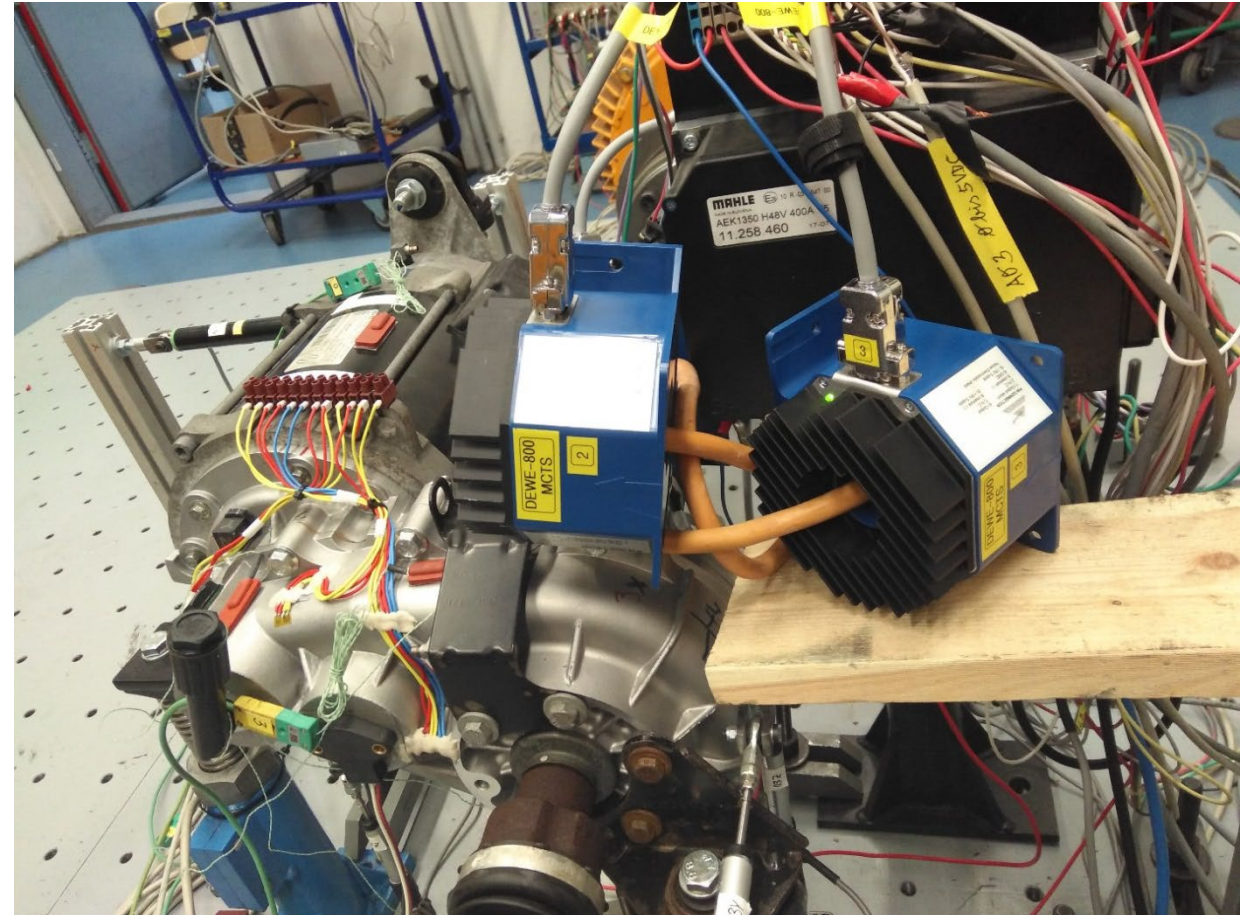
Pengaturan yang patut dicontoh di test bed

- 1 – Perangkat yang sedang diuji (DUT)
- 2 – Transduser arus untuk AC
- 3 – Dinamometer 1 dan 2



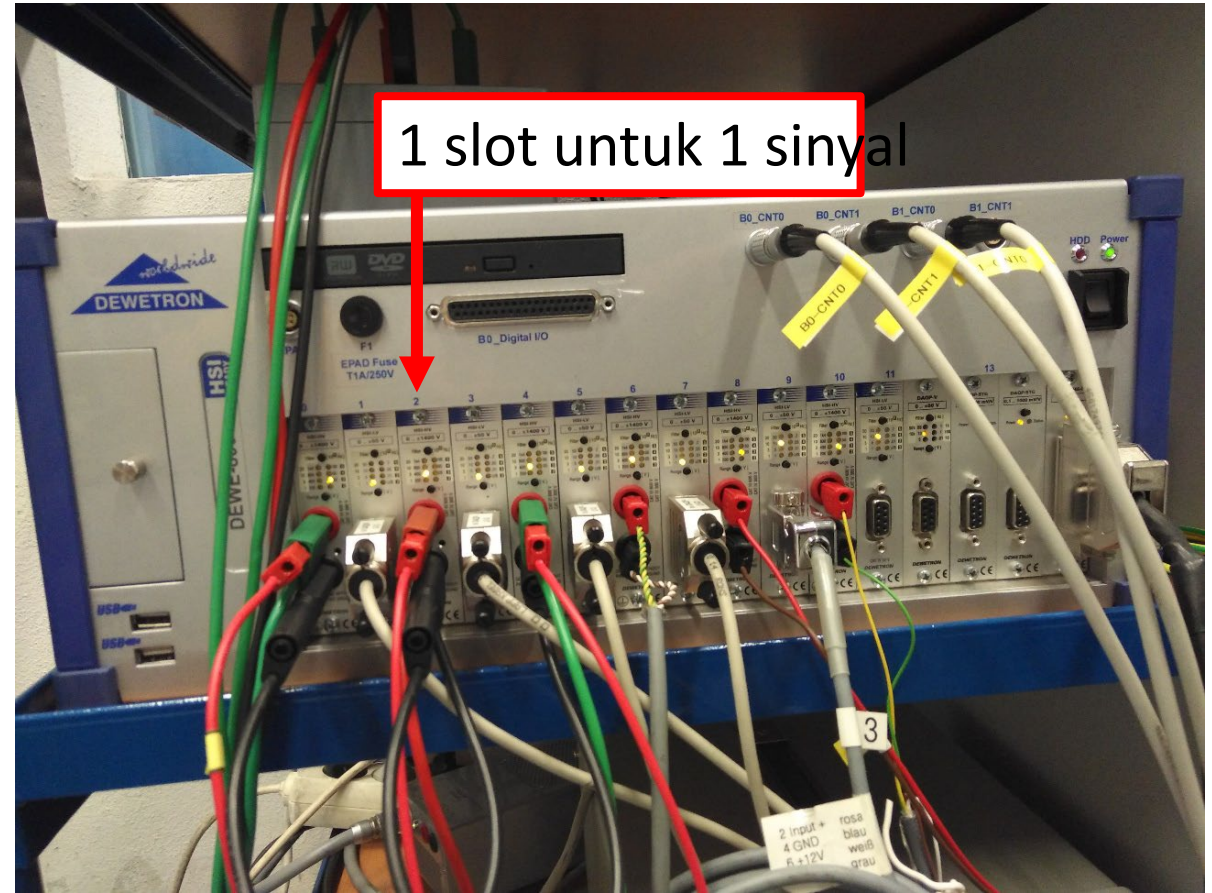
Transduser fluks nol, [2]

- Transduser Arus Nol Fluks
 - Model: PM-MCTS 1000
 - Masukan: Saat ini
 - Keluaran: Tegangan
 - Jangkauan:
 - DC, Puncak hingga 1000A
 - RMS Sinus hingga 700A



Sistem akuisisi data

- Pengukuran tegangan
 - koneksi langsung mungkin
 - tidak diperlukan probe diferensial
 - untuk mengurangi kesalahan



Pengukuran daya listrik

- Motivasi Untuk kendaraan dengan mesin pembakaran, konsumsi bahan bakar dapat diukur dengan penganalisis gas buang. Konsumsi bahan bakar adalah ukuran untuk energi yang digunakan. Karena meningkatnya elektrifikasi powertrains, konsumsi energi listrik harus dipastikan. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran tenaga listrik yang akurat. Untuk pengembangan drivetrain, efisiensi komponen yang digunakan harus diukur.

Sistem DAQ, Perangkat Lunak



- Ikhtisar pengaturan

The screenshot shows the configuration interface for a measurement system (MG1). The settings are as follows:

- Netzbeschaltung:** 3-Phasen Aron
- Netzfrequenz:** Variable
- Ausgabeeinheit:** W
- Frequenzquelle:** Strom
- Stromkanäle:** (checked)
- Calculate phase voltages:** (checked)
- Verkettete Spg. berechne:** (unchecked)
- Anzahl der Zyklen:** 10
- Nennspannung:** 230 V
- Leiter zu Erde:** (empty)
- Berechnungsrate:** 500 kHz

The channel configuration section shows:

- U1:** L1_Spannung_MG1 (V)
- U2:** L2_Spannung_MG1 (V)
- U3:** L3_Spannung_MG1 (V)
- I1:** L1_Strom_MG1 (A)
- I2:** L2_Strom_MG1 (A)

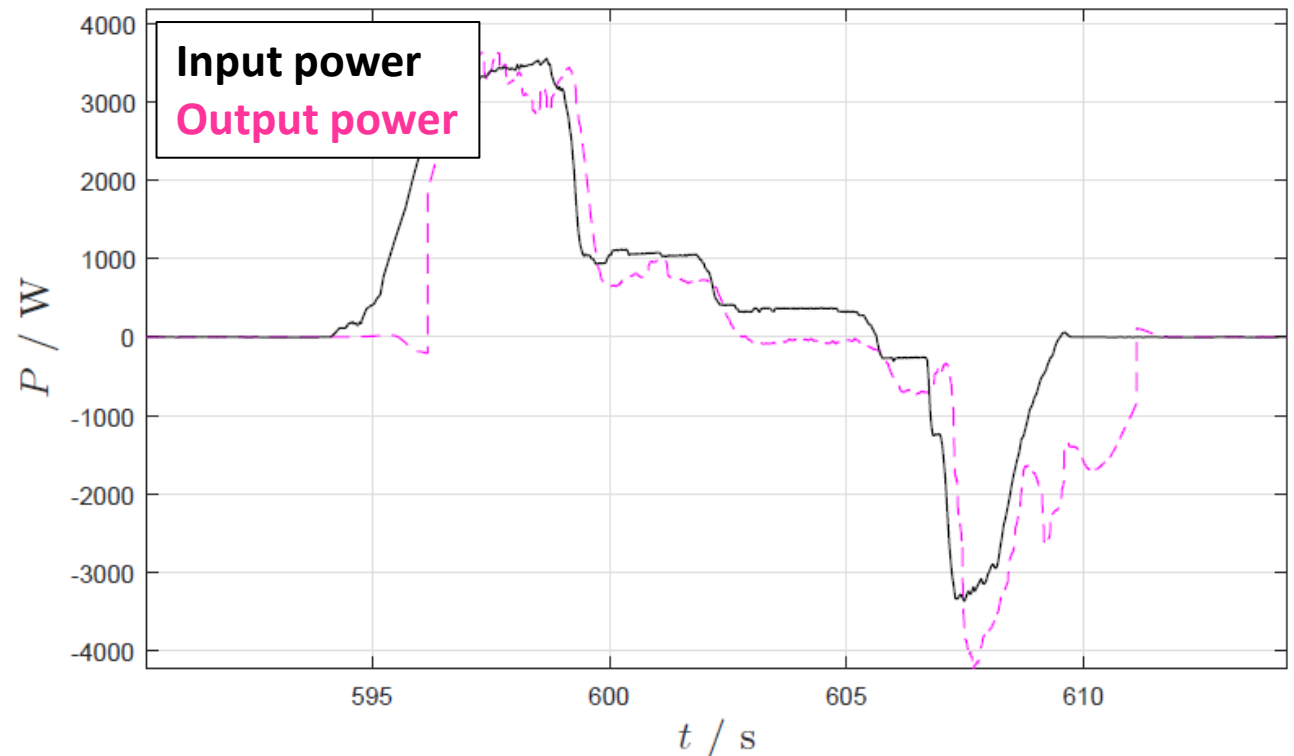
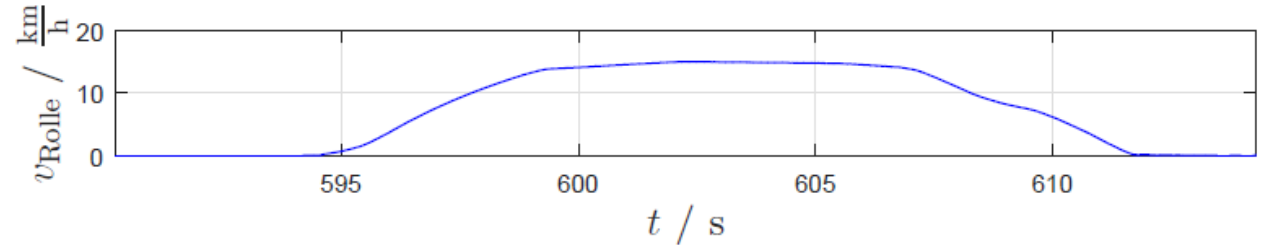
The analysis options section includes:

- Kanäle:** Zeigerdiagramm
- Harmonisch:** (unchecked), 25, Alle
- Number of sidebands:** Automatic
- Number of halfbands:** 0
- Full FFT:** (unchecked)
- Group FFT lines (2 - 40 KHz):** (unchecked)
- Harmonics smoothing filter:** (unchecked)
- THD:** 40
- symmetrische Komponenten:** (unchecked)
- Period. Werte:** (checked), 1, 0 %
- Grundharmonische:** (unchecked)
- Steady state duration:** 1 s
- Hysteresis:** 0,2 %
- RVC:** (unchecked)
- Wellenform:** (unchecked)
- Flicker:** (unchecked)



Hasil Mobil Hibrida, [3]

- Hasil yang ditampilkan di mana diukur pada dinamometer sasis
- Daya input serta daya keluaran mekanis yang diukur tergantung pada kecepatan kendaraan.



References



-
- [1] Wiedner, Christoph: *THE CHALLENGES OF ANALYZING THE EFFICIENCY OF ELECTRICAL POWER TRAINS*. DEWETRON GmbH, 2018
 - [2] 2020 01 27: <https://www.dewetron.com/products/daq-components-daq-sensors/current-transducers/>
 - [3] Patrick Moser: Leistungsflussmessung in einem Hybridfahrzeug (Bachelor Thesis), October 2016
 - [4] 2020 01 28: <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektroauto>





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Tantangan saat Menguji Sistem Mekatronika

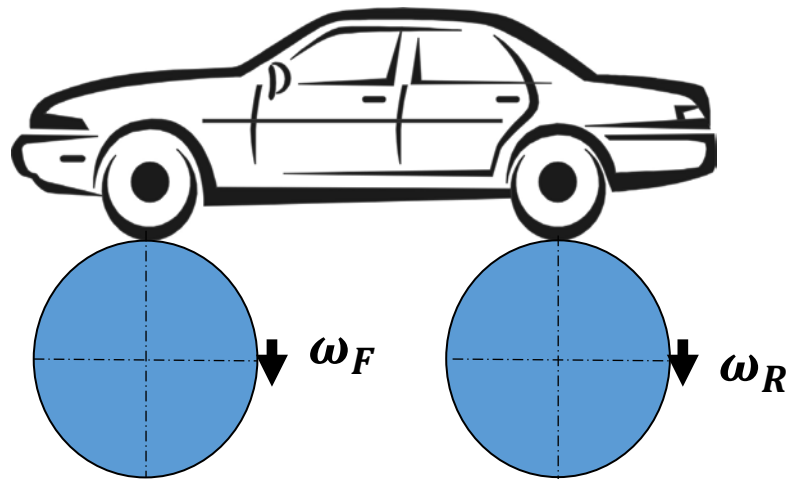
K.Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Contoh: Sasis Dyno



- Rol depan dan belakang digerakkan secara terpisah oleh Motor AC yang dikendalikan kecepatannya.
 - Putaran rol depan $v_F = r_r \cdot \omega_F = v_{Req} \pm 5\%$
 - Pembuatan rol belakang $v_R = v_{Req} \pm 5\%$
 - Perbedaan kecepatan $\Delta v = \pm 0.1 \cdot v_{Req}$
- Apa yang terjadi di mobil 2WD?
 - hampir tidak ada \rightarrow OK untuk pengujian
- Apa yang terjadi di mobil 4WD yang terkunci?
 - hampir tidak ada, kecepatan akan disinkronkan dengan mobil \rightarrow OK
- Apa yang terjadi pada mobil 4WD yang dikendalikan?
 - AWD-ECU mengenali slip yang terlalu tinggi, terkadang di depan, terkadang di belakang
 - AWD-Clutch membuka/menutup secara berkala
 - getaran yang menggairahkan diri sendiri

Pengontrol perlu menyinkronkan rol depan/belakang

Persyaratan untuk Menguji Sistem Tertanam

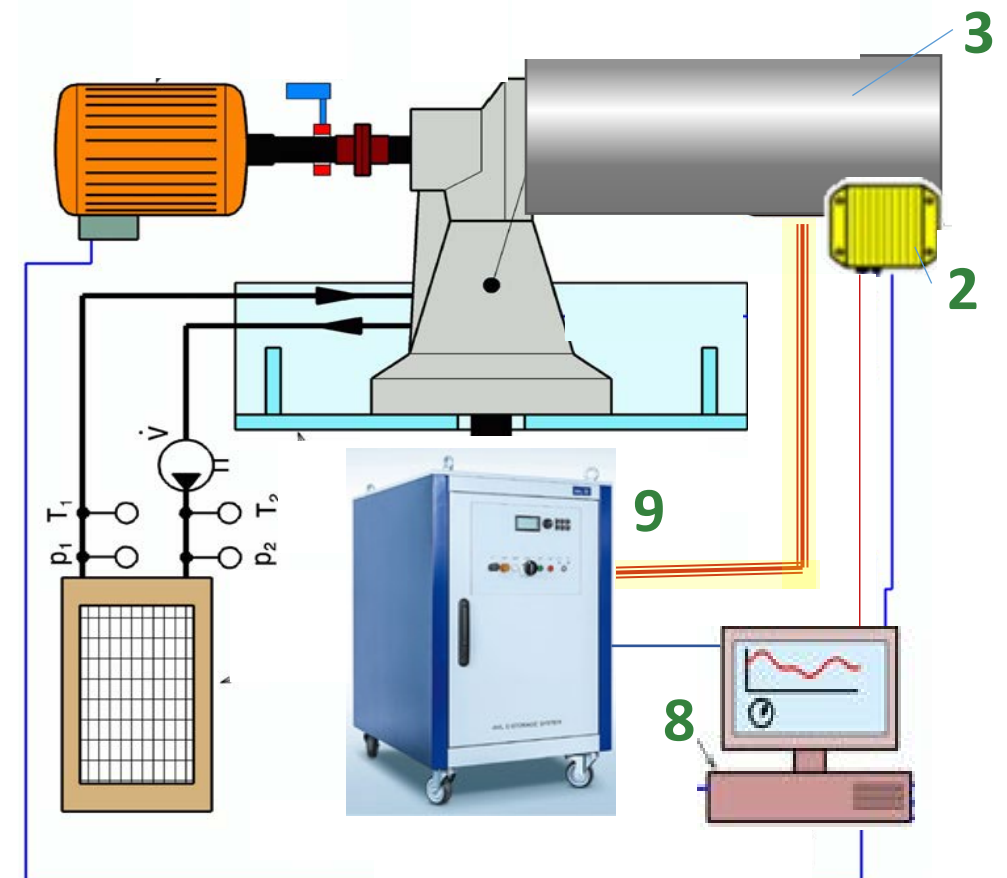


- Semua antarmuka harus disimulasikan seakurat yang diperlukan
- Antarmuka mekanik
 - kecepatan sering perbedaan kecepatan (= slip roda) harus sesuai dengan model dalam Sistem Tertanam yang sedang diuji (DUT)
 - akurasi tergantung pada sensitivitas DUT
- Antarmuka listrik
 - pasokan seperti di dalam mobil
 - sinyal listrik
- Antarmuka Bus (CAN)
 - sinyal kontrol seperti di dalam mobil
 - simulasi bus sisa yang harus dipenuhi untuk dijalankan Bus-Interface (CAN)
- internal ECU
 - atur ke mode uji
 - bersiap untuk kendali jarak jauh
 - membaca sinyal



Simulasikan Pasokan Listrik di Test Bench

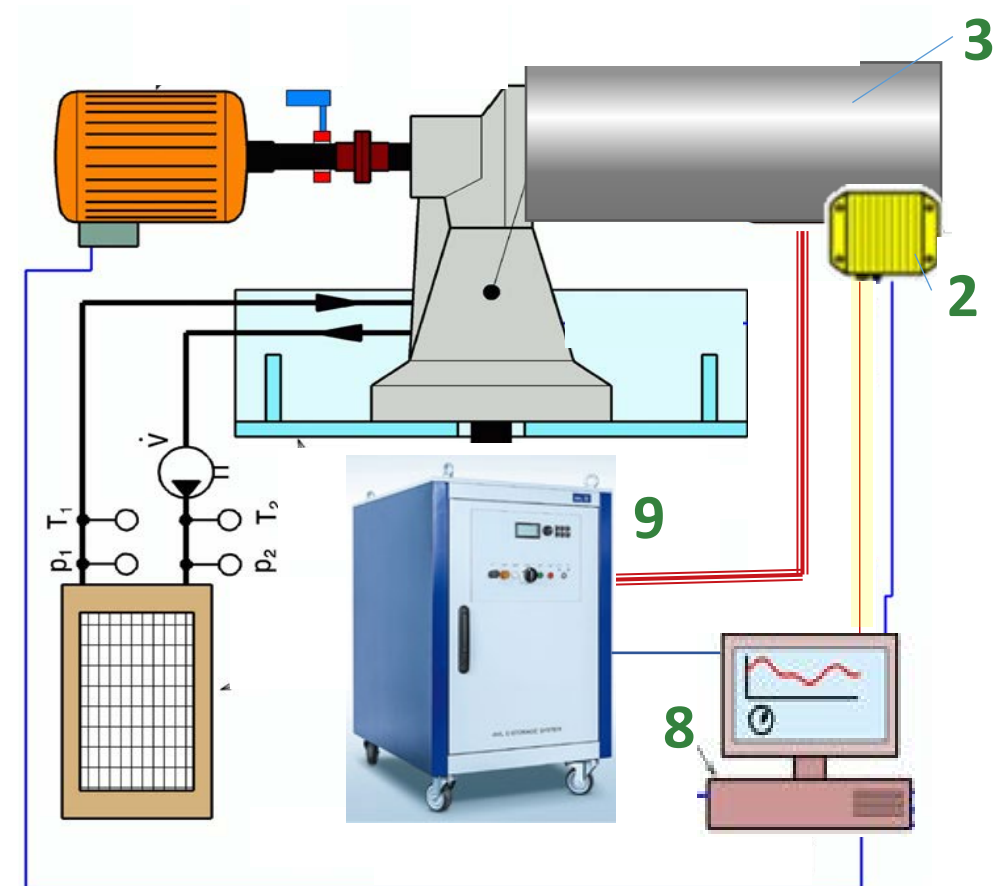
- Pasokan tegangan baterai terlepas dari durasi pengujian
- Tes dipadatkan, tidak ada waktu untuk bersantai seperti di dalam mobil
 - baterai nyata dapat terbakar (prototipe)
 - baterai asli menjadi kosong
 - baterai asli menjadi panas
- Kita harus mensimulasikan baterai asli
 - bangku tes mendefinisikan SOC
 - model baterai menghitung tegangan yang ditawarkan secara real time
 - tegangan (nominal) konstan
 - model perilaku: $R, R+RC, \dots$
 - model elektro-kimia
 - Baterai Emulator menawarkan tegangan



3 .. DUT, 2 .. DUT's ECU
8 .. test bench control
9 .. battery emulator

Simulasikan Sinyal Listrik di Test Bench

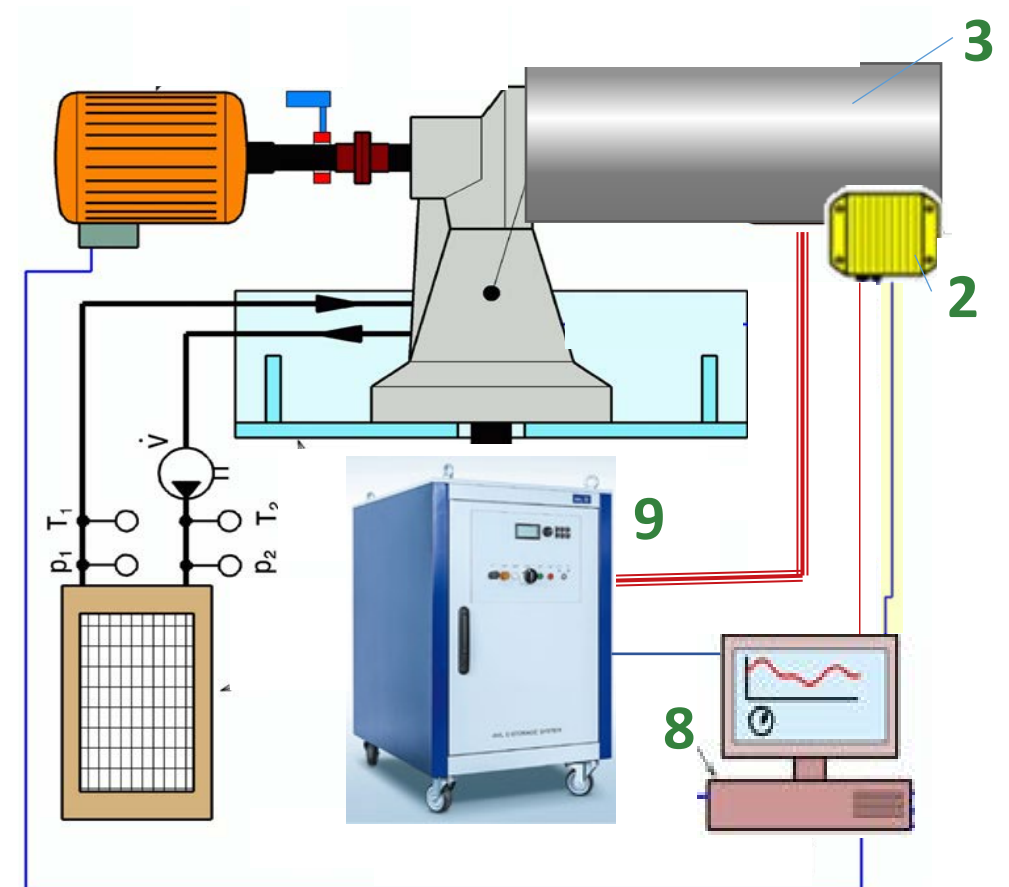
- **Panggil start-up DUT;**
- **Memberikan sinyal sensor**
 - misalnya Ignition On (Term15), sakelar lampu rem, sinyal sensor, ...
- **Memberikan sinyal listrik**
 - tes bangku relay
 - ulangan bangku tes (tabel tergantung waktu) + antarmuka D/A
 - simulasi waktu nyata + antarmuka D/A test bench relays



- 3 .. DUT, 2 .. DUT's ECU
- 8 .. test bench control
- 9 .. battery emulator

Simulasikan Sinyal BUS di Testbench

- Antarmuka untuk control
- memberikan sinyal sensor yang benar dan pengakuan untuk dijalankan
 - misalnya perlindungan anti-pencurian
 - sensor eksternal
- simulasi bus sisa - putar ulang
 - instal ECU tetangga
 - memutar ulang sinyal bus yang direkam menggunakan CANoe
 - ulangan bangku tes (tabel tergantung waktu)
- sinyal kontrol seperti di dalam mobil
 - tergantung pada konsep pengujian dan model yang berjalan di ECU DUT
 - ulangan bangku tes (tabel tergantung waktu)
 - Perangkat Keras Dalam simulasi Loop



3 .. DUT, 2 .. DUT's ECU
8 .. test bench control
9 .. battery emulator

RT-Perangkat Keras untuk bangku tes

- **Mensimulasikan sinyal seperti di dalam mobil secara real-time**
 - berdasarkan nilai yang diminta dari testbench
 - Berdasarkan sinyal terukur dari Testbench dan DUT
 - Menggunakan model yang mewakili suku cadang mobil, yang tidak ada
 - Harus kompatibel dengan Matlab/Simulink

- misalnya Perangkat Keras di Loop
- Otomatisasi uji: PC
- Realitas: ECU + Perangkat Lunak
- Mengukur: sinyal keluaran ECU
- Simulasi: Semua kecuali ECU
- Output ke ECU: sinyal input ECU



PC with Control System & Data Logger

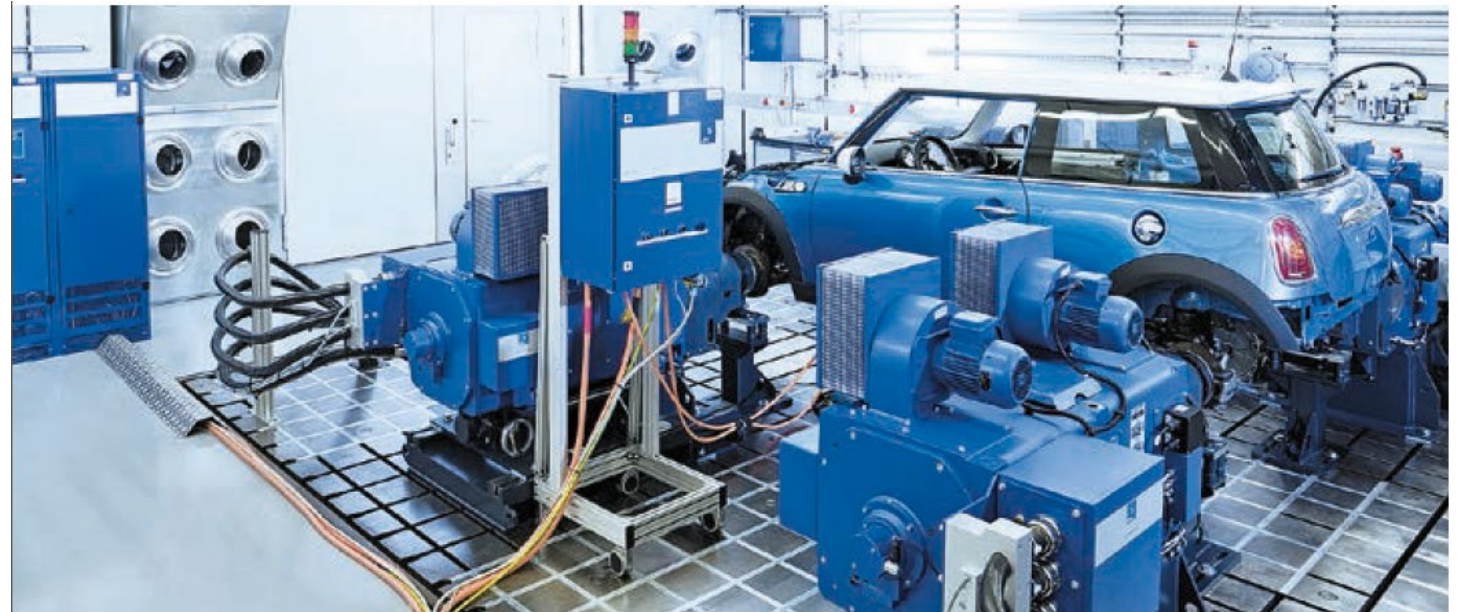


RT-Simulator

DUT

misalnya Kendaraan Di Loop

- Otomatisasi uji: Kontrol bangku uji
- Realitas
Kendaraan, kecuali ban,
akselerasi, kecepatan yawReality
- Ukurtorsi
Roda
- Simulasi
slip ban, jalan, hambatan
percepatan roda, kecepatan
gerak tubuh
- Keluaran untuk menguji bangku
kecepatan roda, robot rem / throttle,
robot kemudi
- Lewati sinyal di Vehicle-CAN
akselerasi, kecepatan yaw (jika perlu)



[<https://www.avl.com/de/-/vehicle-in-the-loop-test-system>]



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

SHED Chamber

J. Brenner, T. Lechner, K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Pengantar

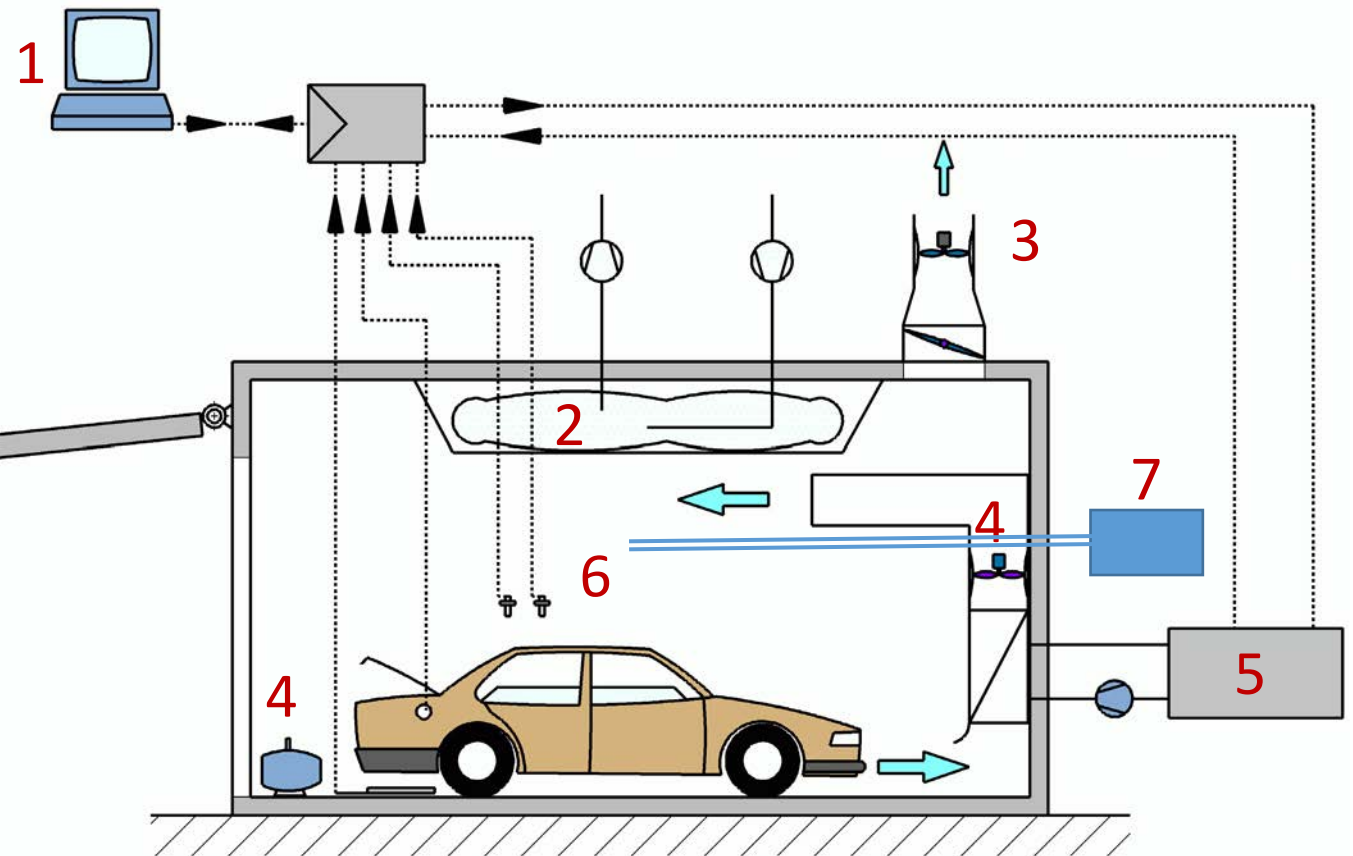
- SEMUA emisi kendaraan harus diukur
 - Untuk emisi gas buang → Dinamometer Sasis
- Untuk emisi evaporatif pada kendaraan
 - sistem dan komponen tangka
 - serta plastik elastis dan bagian karet
 - SHED Chamber
- Tujuannya, untuk mengukur emisi hidrokarbon (HC) yang dipancarkan.
 - Seluruh kendaraan
 - Bagian dari kendaraan seperti sistem bahan bakar dan komponen untuk transportasi bahan bakar.
- Sensor yang digunakan: penganalisis → FID ... detektor ionisasi api



SHED Schematic

Perumahan Tertutup untuk Penentuan emisi Evaporatif

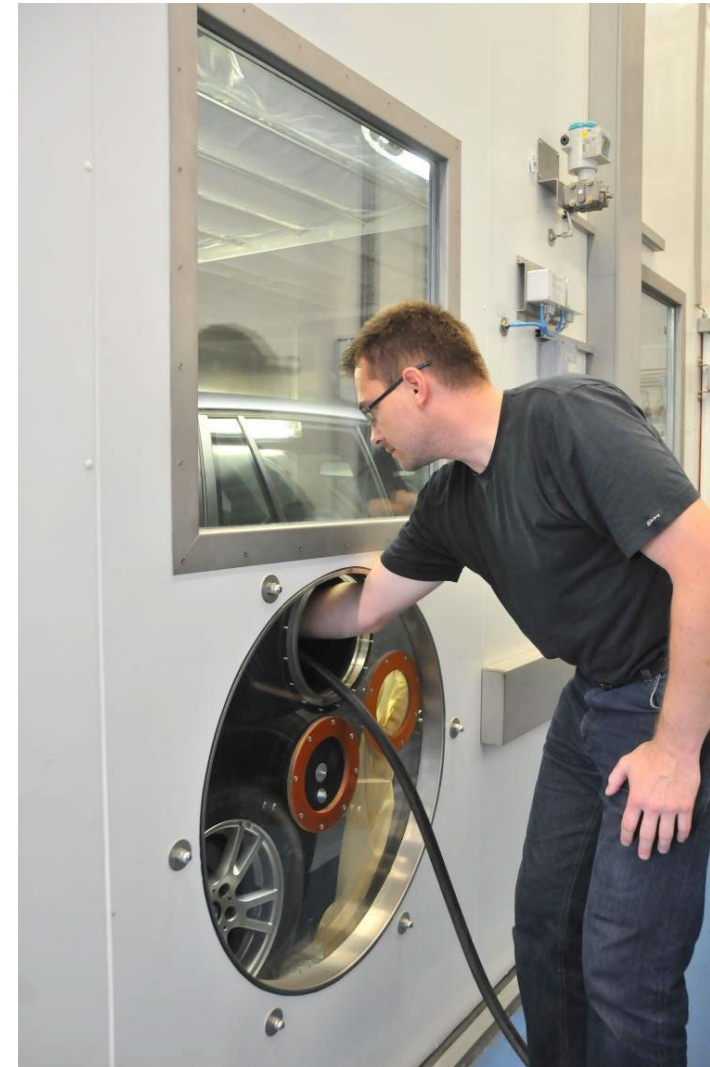
- 1 Komputer mengontrol profil suhu, akuisisi
- 2 Kantong udara (4 m³) membran untuk menyamakan tekanan udara
- 3 Kipas pembersih
- 4 Pencampuran kipas + Blower konveksi udara yang ditentukan
- 5 Sistem pemanas
- 6 Sensor suhu dan tekanan
- 7 Detektor ionisasi api FID



SHED



Pengisian Bahan Bakar di Pesawat



[Trzesniowski]



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

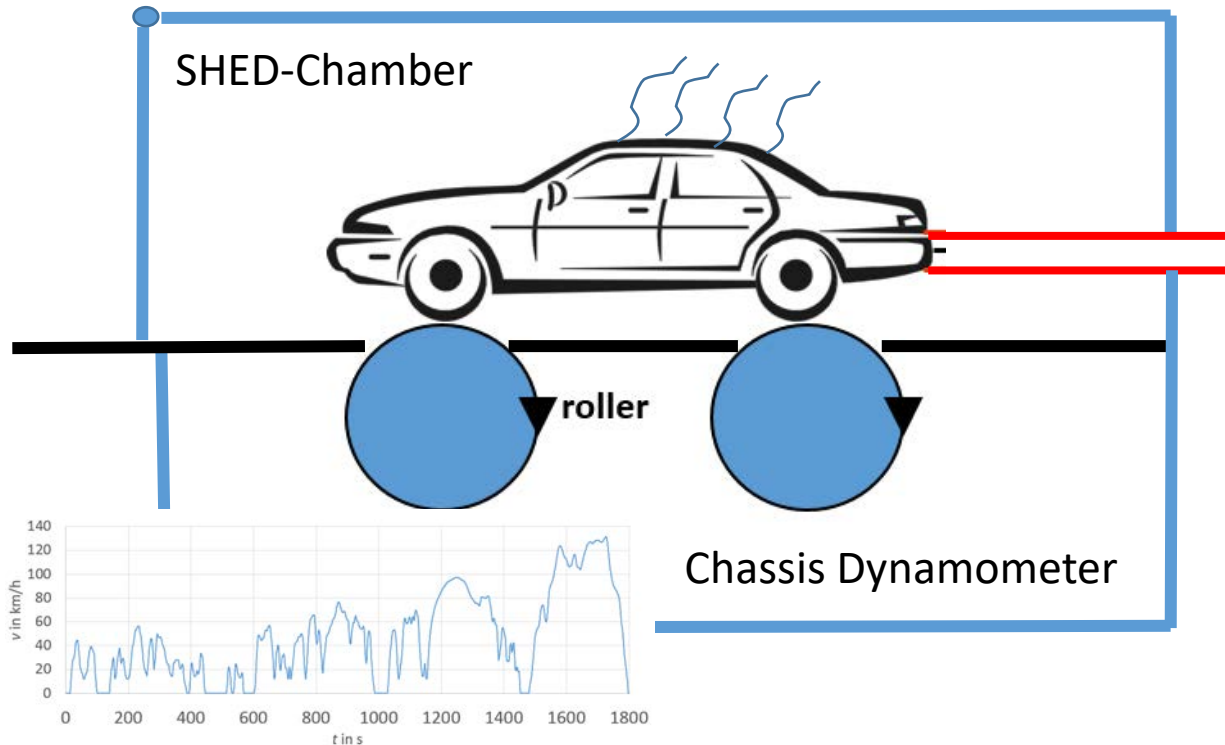
Data Teknis FHJ SHED



- Mengukur Kamar
 - Kisaran Suhu: 18 ° C hingga 45 ° C
 - Volume ruang uji: 70 m³
 - Kompensasi volume oleh tas Tedlar
 - Untuk tes pengisian bahan bakar: port variable
- Sistem Analisis
 - FID
 - Rentang pengukuran: 10, 52, 100 dan 250 ppm (C1)
- Sistem kontrol tempat tidur uji
 - Tornado dari pabrikan Kristel, Seibt & Co GmbH

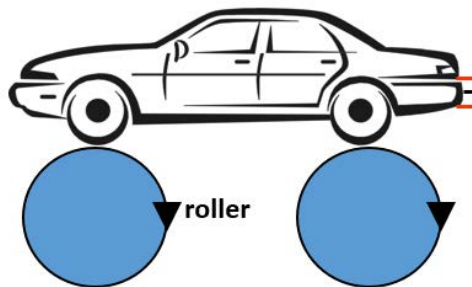
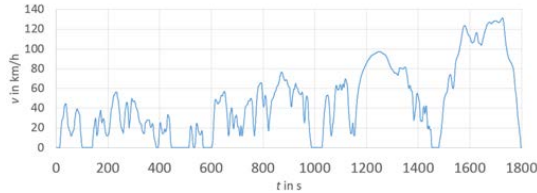


Kerugian Berjalan



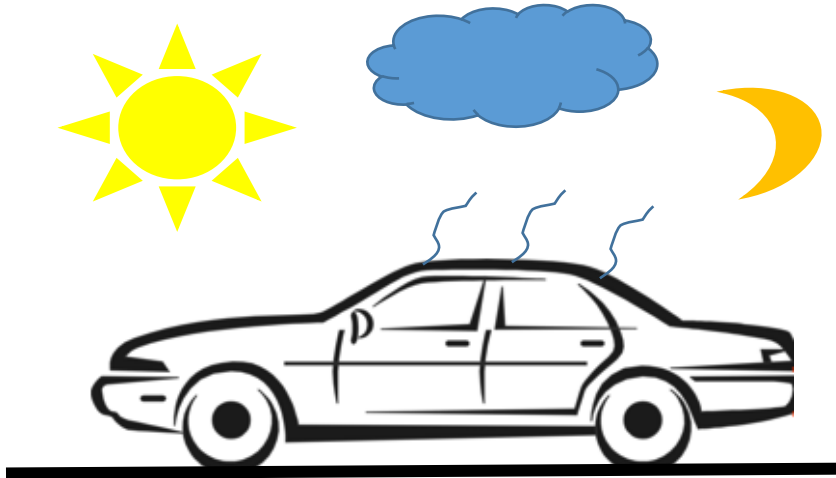
- Untuk mengukur emisi penguapan mobil penggerak Perlu kombinasi dari sasis dynamometer dan SHED-chamber. Tidak tercakup oleh portofolio FHJ.

Tes Rendam Panas



- Untuk mengukur emisi penguapan THC mobil setelah dikendarai.
 - Membutuhkan dinamometer sasis dan ruang SHED tambahan. Bahan bakar bersertifikat diperlukan.
 - Tabung karbon harus disiapkan.
 - Ruang SHED harus ber-AC.
 - Emisi THC diukur setelah stempel waktu yang berbeda

Tes Diurnal



- Untuk mensimulasikan situasi parkir yang khas
 - Untuk mengukur emisi THC yang menguap saat kendaraan diparkir.
 - Suhu berubah sepanjang hari.
 - Durasi pengukuran: 24, 48 atau 72 jam

Pemulihan Uap Pengisian Bahan Bakar (ORVR) -Tes

- Tujuannya adalah untuk mengukur emisi penguapan THC saat mengisi bahan bakar kendaraan.
- Sistem dengan selang bahan bakar serta pengkondisian dan penyaluran bahan bakar diperlukan.
- Emisi dari leher pengisi atau konektor ambien untuk tabung karbon harus diukur

Kalibrasi Sistem SHED

Kalibrasi FID

- udara murni untuk kalibrasi titik nol
- 4 botol gas uji terkalibrasi, campuran propana dan udara murni untuk rentang pengukuran yang berbeda. ranges.



Propane injection for Shed chamber calibration

Kalibrasi ruang SHED

- Untuk membuktikan kualitas pengukuran, sistem pengukuran harus dikalibrasi
→ uji injeksi propane
- 0.5 g -1.0 g propana di mana disuntikkan di ruang gudang (66 m^3).
- Sistem pengukuran harus menemukan 98 %.

Questions...



feel free to contact for

- **Mechatronics, Efficiency**

Dr. Karl Reisinger, karl.Reisinger@fh-Joanneum.at

- **Testing, Measurement, Calibration:**

DI(FH) Thomas Lechner, thomas.lechner@fh-Joanneum.at

- **SHED Chamber:**

Jürgen Brenner, juergen.brenner@fh-Joanneum.at



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Mengukur konsumsi bahan bakar dan emisi polutan - Chassis Dynamometer

T. Lechner



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Isi

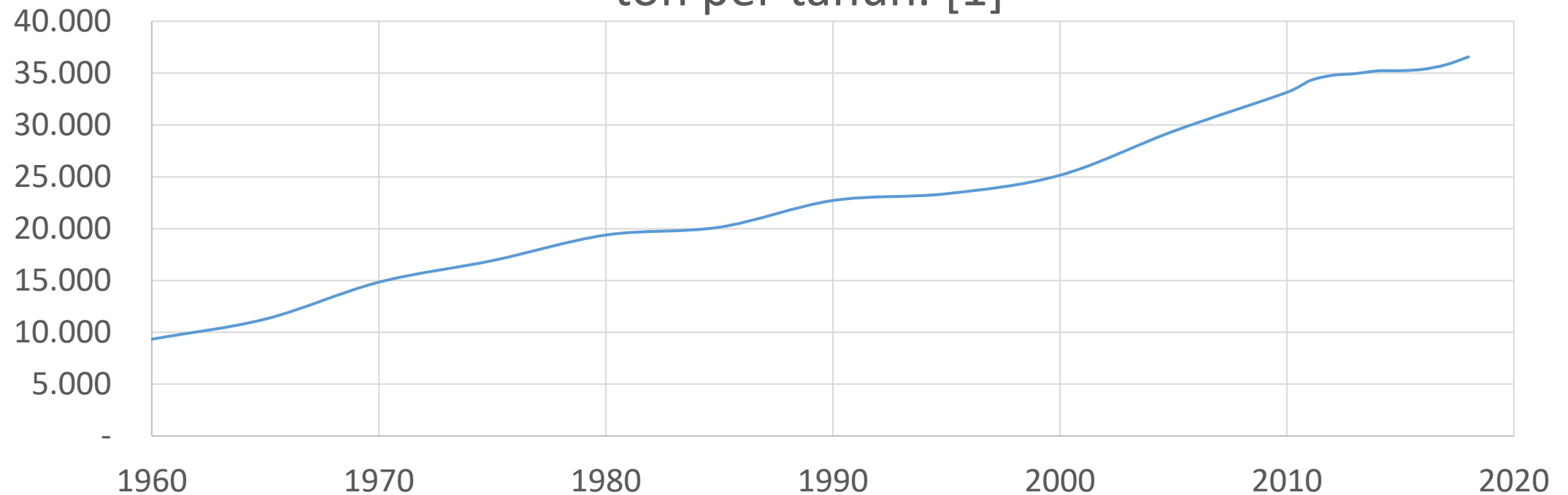


- pengantar
- Dinamometer sasis
- Siklus mengemudi
- Pengukuran gas buang
 - Senyawa gas
 - partikel jelaga



Global CO2-Emissions - Trend

CO2 Global, Emisi tahun 1960 hingga 2018 dalam jutaan ton per tahun. [1]



Emisi CO2 Global per Sektor

CO₂, sektor pangsa emisi global tahun 2016 dalam % [3]



Target emisi CO2 UE



- Kontribusi UE untuk perlindungan iklim
 - Sejak 2015, target 130 gram CO₂ per kilometer berlaku untuk emisi rata-rata mobil penumpang baru di seluruh armada Uni Eropa.
- Mulai tahun 2021, target emisi rata-rata seluruh armada UE untuk mobil baru adalah **95 g CO₂/km**.
 - Bensin: ~ 4.1 liter/100 km
 - Diesel: ~ 3.6 liter/100 km



Emisi armada CO2 2018

Emisi armada CO2 2018 dari OEM terpilih [4]

OEM	CO2 Emission in g/100 km	delta to 95 g/100 km
Mercedes	139.6	44.5
Mazda	135.2	40.2
BMW	128.9	33.9
Kia	120.4	25.4
Peugeot	107.7	12.2
Toyota	99.9	4.9



based on NEDC

Polutan

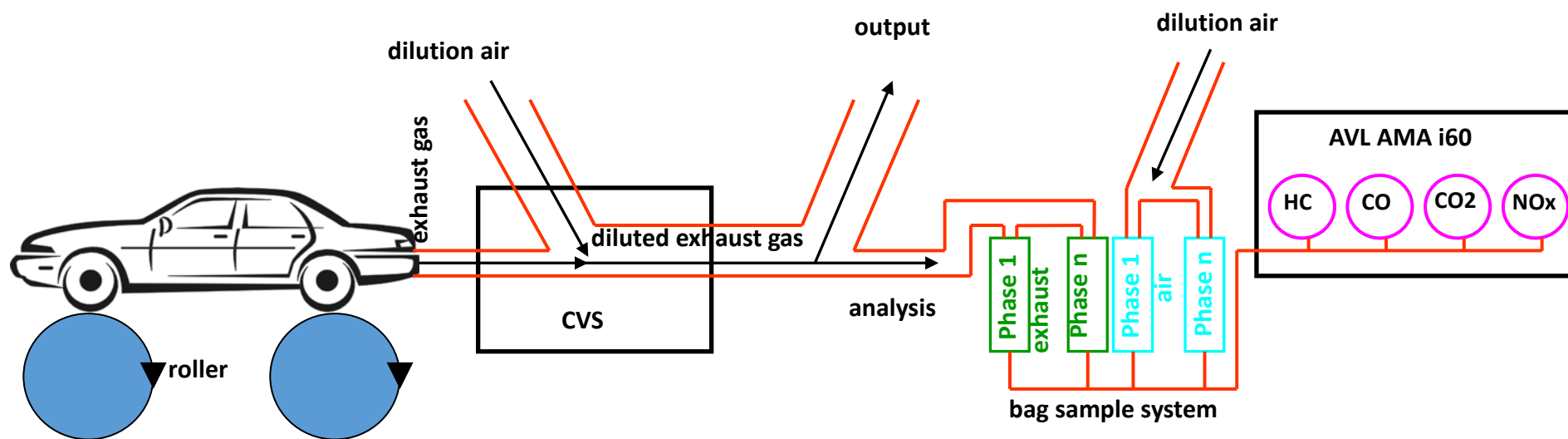
- EURO 6: Daftar polutan untuk diukur dan batas legal[\[6\]](#)

Measured Value	Diesel	Petrol
CO ₂ , g/km	-	-
CO, g/km	0.5	1
THC, g/km	-	0.1
NMHC, g/km	-	0.068
NO _x , g/km	0.08	0.06
HC+NO _x , g/km	0.17	-
PM, g/km	0.0045	0.0045*
PN, #/km	$6 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^{11}$

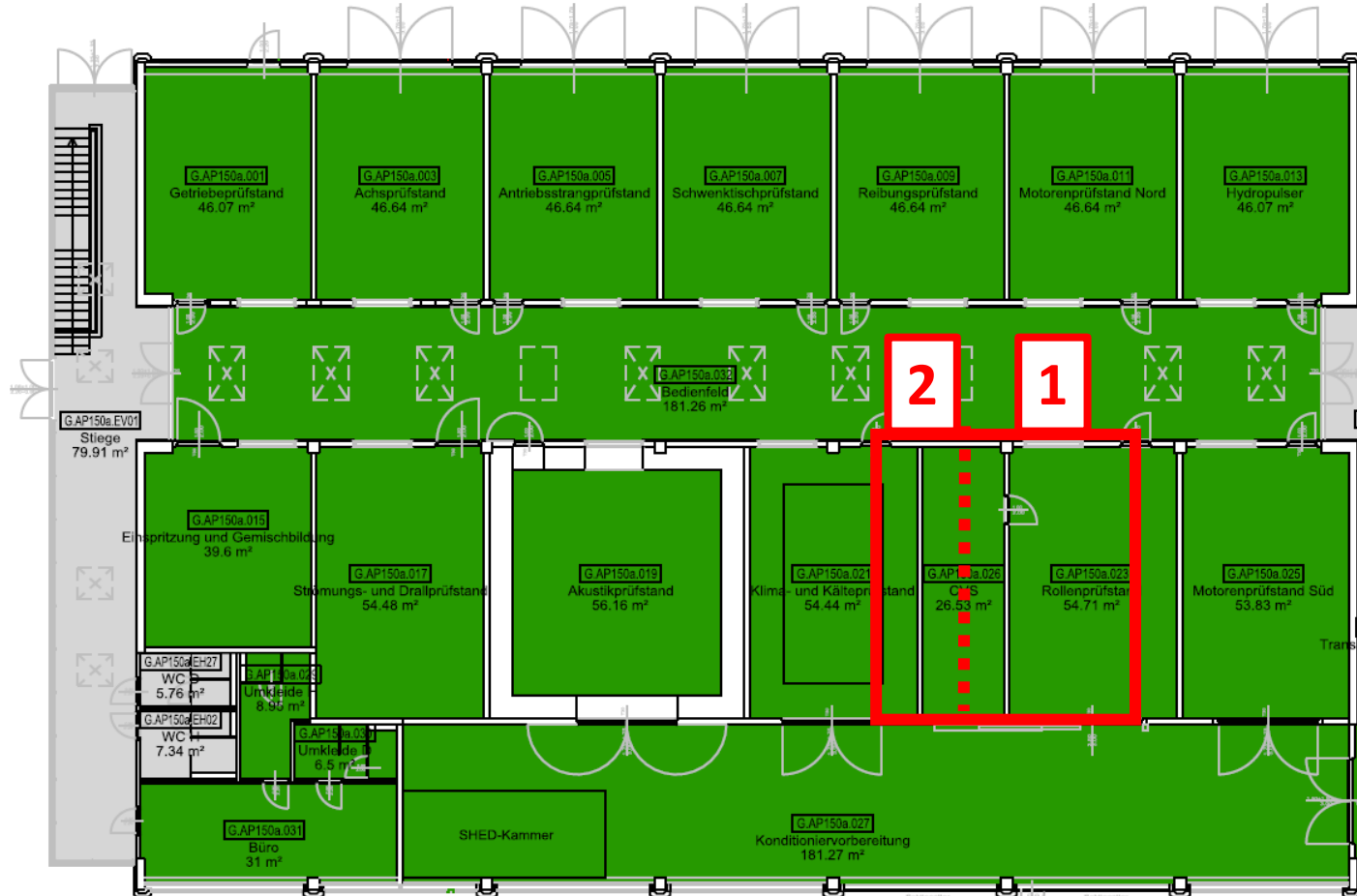
*) untuk mesin injeksi langsung

Alat pengukur

- Peralatan untuk mengukur nilai emisi
→ dinamometer sasis



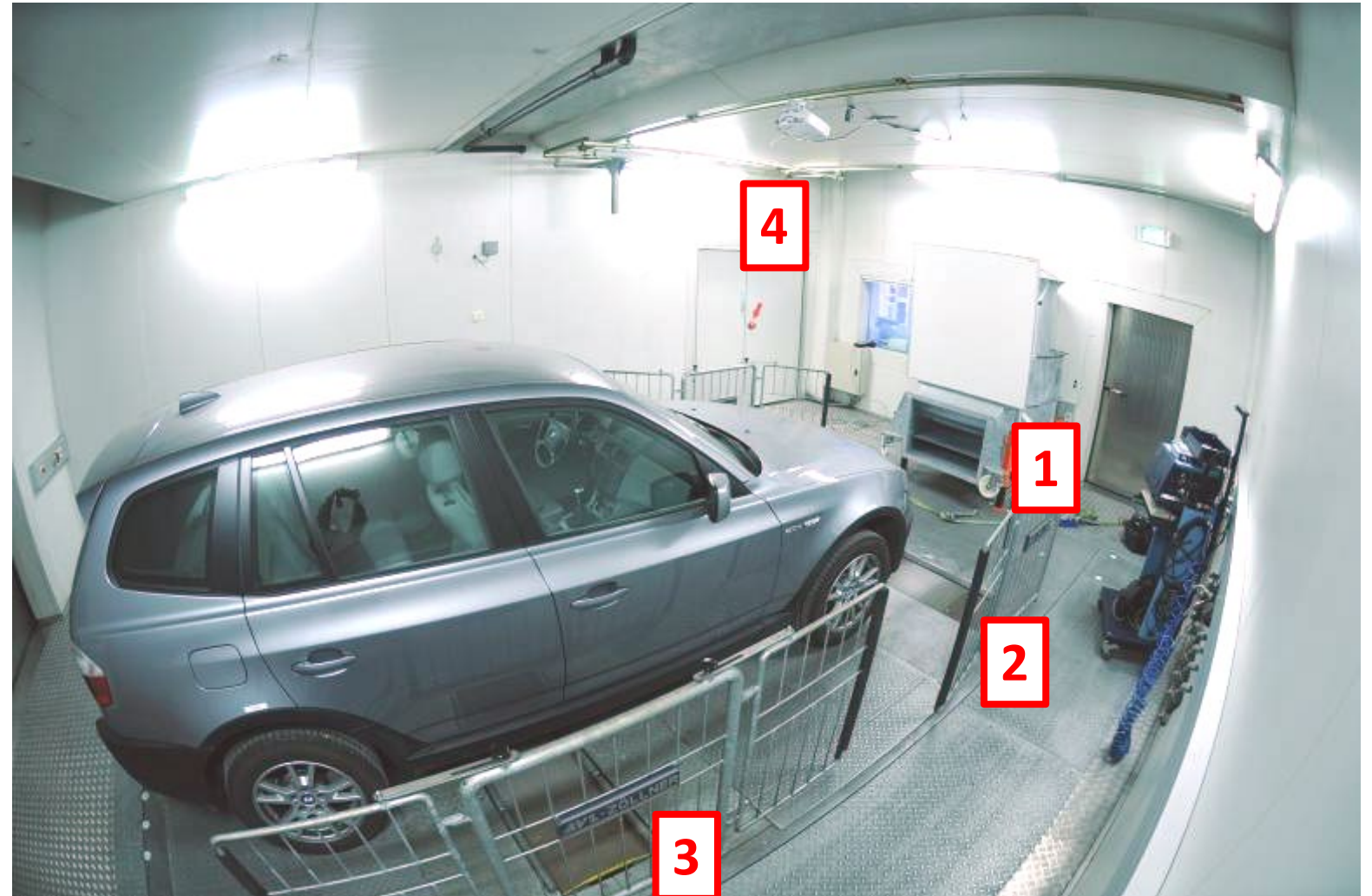
Lantai pesawat



- 1 – Chassis dynamometer
54,71 m²
- 2 – Perangkat analisis gas buang, 26,53 m²

Alat Ukur – Gambaran Umum

- 1 – kipas angin
- 2 – poros depan
- 3 – poros belakang
- 4 – CVS dan Analyzers berada di belakang

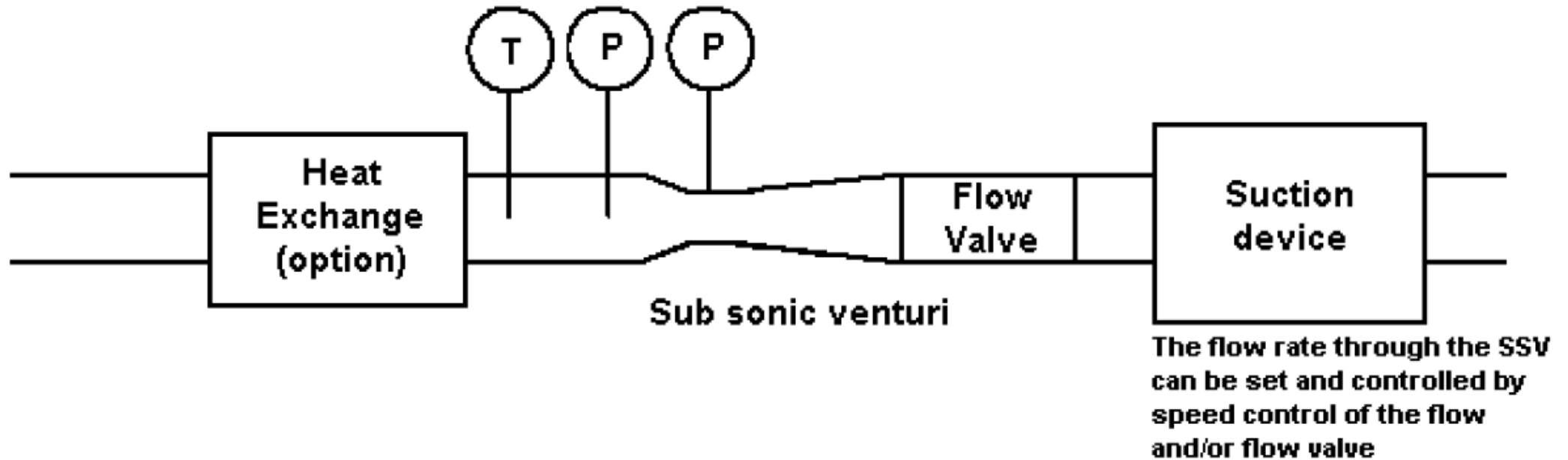


CVS - Venturi Nozzle

- Volume gas buang encer (V_{mix}) adalah nilai pengukuran yang penting.
- Alat ukur → Aliran Kritis Venturi (CFV) → Umumnya digunakan
- Laju aliran tergantung pada
 - dimensi geometris
 - suhu dan tekanan absolut di inlet Venturi



SSV, gambar skematik



[5] Sub-Annex 5, § 3.3.6.3.2

Dokumen Hukum



- Eropa: Peraturan No. 2017/1151 [5]
- USA: 40 CFR Bagian 1066 dengan referensi ke Bagian 1065
- China Mirip dengan hukum Eropa (EURO 5 dan EURO6))



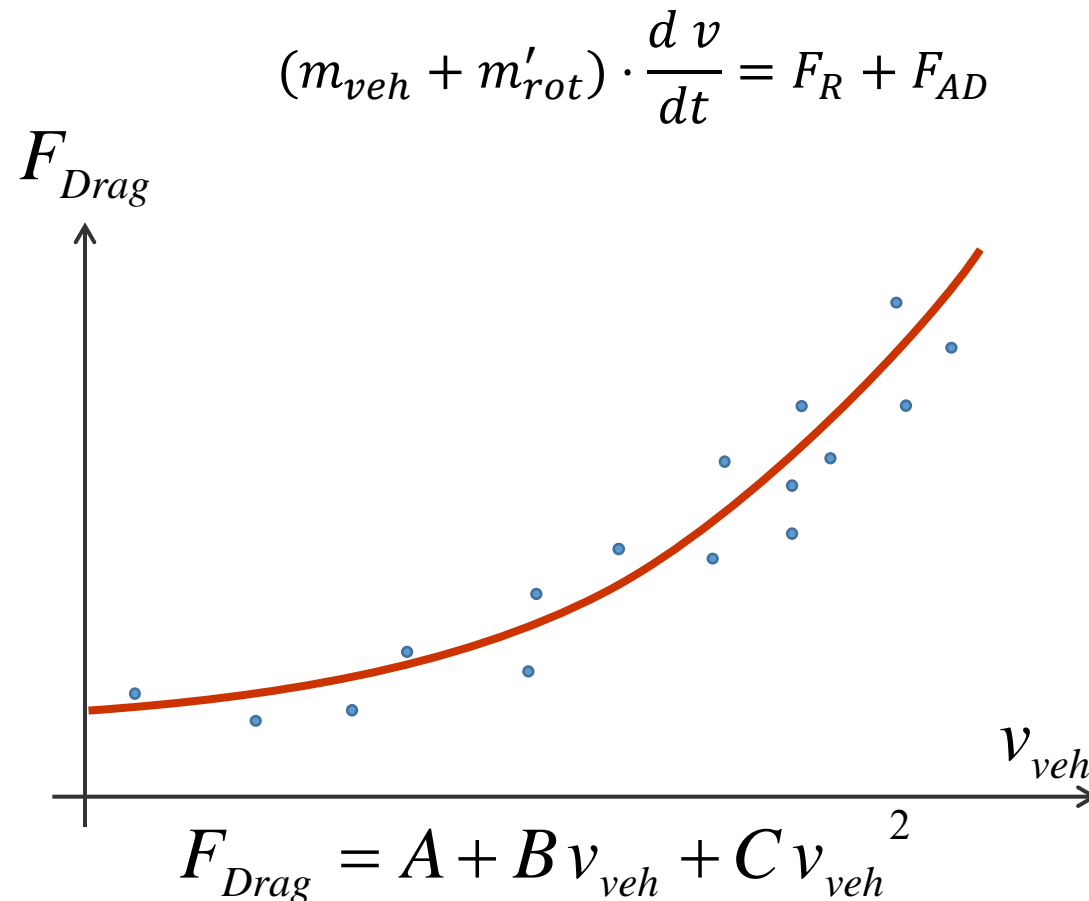
Siklus Mengemudi, dasar



- Tujuannya adalah untuk mengukur emisi gas buang yang realistis dan sebanding serta konsumsi bahan bakar.
 - Sasis dynamometer harus mensimulasikan kondisi mengemudi yang nyata.
 - Tugas sistem kontrol
 - Simulasi jalan datar, bukan angin dipengaruhi
 - Nilai resistansi mengemudi khusus kendaraan (beban jalan)
 - Rute mengemudi harus mewakili kehidupan nyata.
 - Siklus drive yang diatur → Kecepatan kendaraan dari waktu ke waktu
 - Harus mewakili rata-rata semua drive kendaraan

Pengukuran Seret

- Coast Down Test di jalan horizontal dalam langkah-langkah gigi netral
 - resistensi bergulir
 - + hambatan aerodinamis
 - + kerugian dalam kereta penggerak
- Mengukur kecepatan dari waktu ke waktu
- Membedakan sehubungan dengan waktu, hitung seret
- Persamaan parabola kuadrat pas



Persamaan beban jalan,[5] Sub-Annex 4



- Untuk mensimulasikan kondisi mengemudi yang realistis, beban jalan harus dideteksi untuk setiap kendaraan.
- Persamaan beban jalan:

$$F = f_0 + f_1 \cdot v + f_2 \cdot v^2$$

F	Gaya longitudinal dalam N
v	kecepatan dalam km/jam
f_0	koefisien beban jalan konstan (rlc) \square gesekan, rolling resistance
f_1	urutan pertama rlc \rightarrow Secara linear tergantung pada kecepatan
f_2	rlc urutan kedua \rightarrow Terutama dipengaruhi oleh hambatan udara

Koefisien Beban Jalan



- Koefisien beban jalan harus diukur.
- Untuk itu, metode penganugerahan secara hukum adalah:
 - metode coast down (metode standar)
 - Mempercepat kendaraan ke kecepatan maksimum di jalur uji
 - (WLTP: 130 km/jam)
 - Pantai bawah kendaraan
 - Mengukur kecepatan kendaraan dalam stempel waktu yang akurat
 - metode terowongan angin
 - Kombinasi terowongan angin dan dinamometer sasis (sabuk datar)

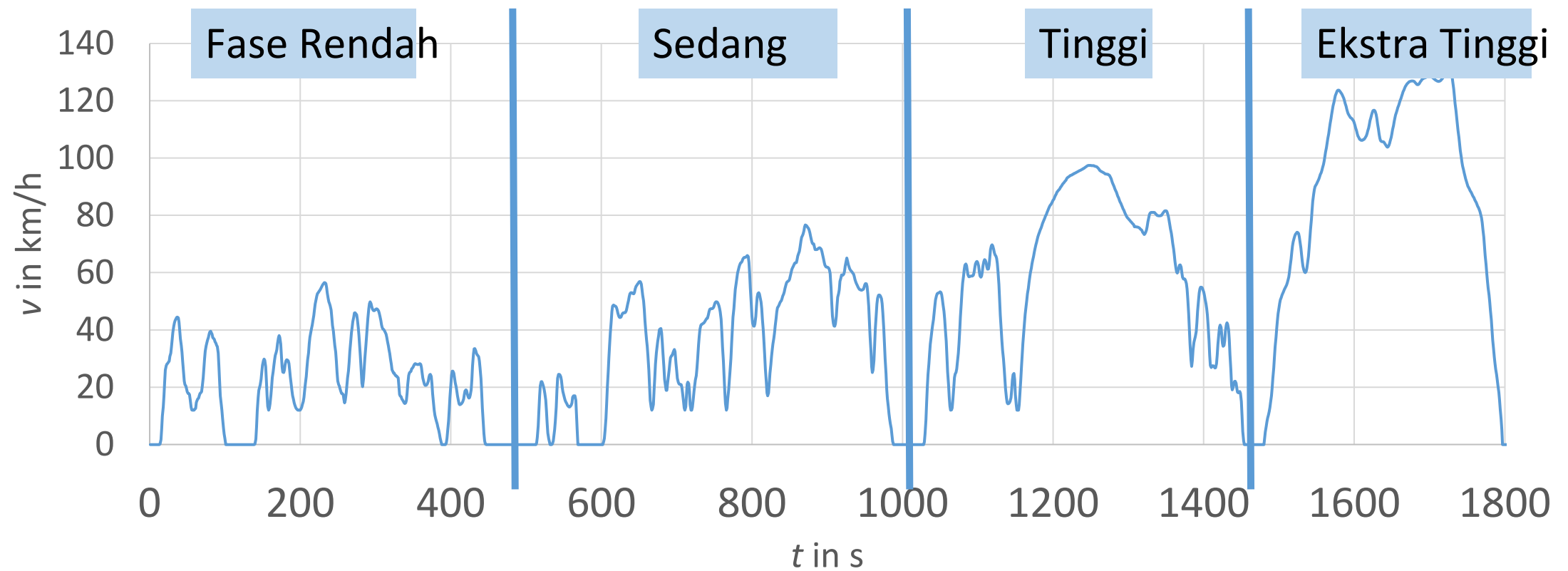
Ikhtisar Prosedur Pengukuran



- Prakondisi kendaraan
 - Untuk menjamin hasil yang sebanding, kendaraan harus diatur ke keadaan awal yang ditentukan.
 - Untuk ini, bagian dari siklus drive yang relevan seharusnya didorong.
 - Setelah fase prasyarat, kendaraan harus disimpan di ruangan dengan suhu stabil.
- Pengukuran emisi
 - Karena siklus drive yang sesuai secara hukum.
 - Polutan dan konsumsi bahan bakar dihitung dari nilai yang diukur.
 - Dokumentasi hasil → Laporan uji untuk pelanggan

Siklus Mengemudi Eropa

WLTC Kelas 3 – Siklus Uji Kendaraan Ringan yang Diselaraskan di seluruh dunia



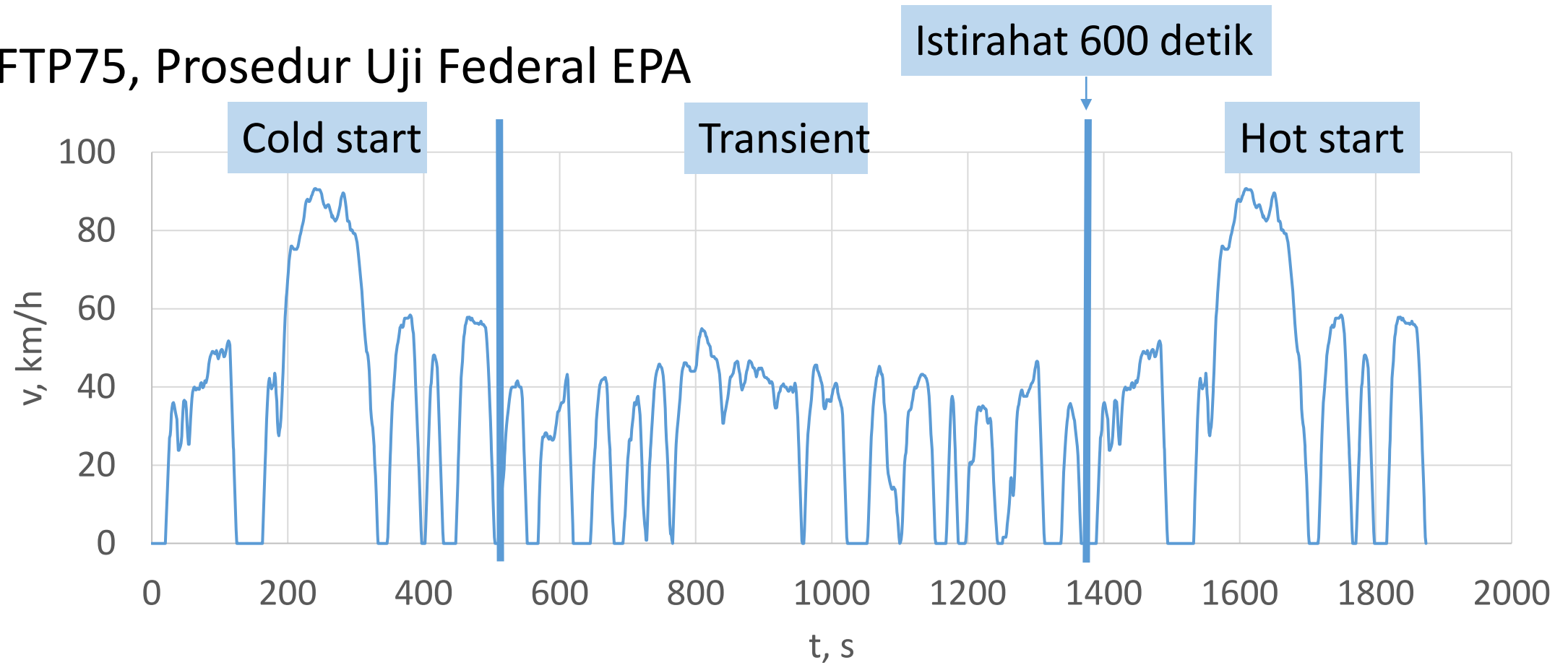
Siklus Mengemudi Eropa



- WLTC Class 3
 - Kelas 3: daya untuk jatah berat >34 W / kg
 - 4 Fase \rightarrow 2x4 tas per fase untuk sampel gas buang encer dan pengenceran udara
 - Kecepatan maksimum adalah 131 km/jam
 - Fase 1 dan 2: urban
 - Fase 3 (pedesaan) dan Fase 4 (jalan tol): pinggiran kota
 - Durasi pengujian adalah 1800 detik

Siklus Mengemudi USA

FTP75, Prosedur Uji Federal EPA



Prosedur Pengukuran



- Pengukuran knalpot lengkap dapat tersegmentasi dalam 4 langkah.
 - 1) Pekerjaan awal
 - 2) Perbaikan kendaraan di tempat tidur uji
 - 3) Pra-pengkondisian kendaraan
 - 4) Melaksanakan pengukuran
- Prosedur yang tepat dijelaskan secara rinci pada hukum masing-masing.
- Untuk pengukuran yang valid, semua peserta yang terlibat harus benar-benar mematuhi itu!
- Slide berikutnya menunjukkan prosedur pengukuran secara umum.

Prosedur Pengukuran, Langkah 1



- Pekerjaan awal
 - Pengiriman dan pengambilalihan kendaraan
 - Mengontrol kendaraan mengenai kemampuan pengukuran
 - Mengisi bahan bakar kendaraan dengan bahan bakar bersertifikat
 - Komposisi kimia yang tepat diperlukan untuk perhitungan.
 - Pasang adaptor ke pipa knalpot
 - Untuk menghubungkan kendaraan dengan kipas knalpot.



Prosedur Pengukuran, Langkah 2



- Perbaiki kendaraan di tempat tidur uji
 - Kendaraan harus disesuaikan dengan sangat akurat untuk mencegah pengaruh dengan kekuatan silang.
 - Mengontrol tekanan ban.
 - Hubungkan adaptor knalpot ke sistem CVS.
 - Muat baterai.



Prosedur Pengukuran, Langkah 2

Sumbu belakang dan depan adalah kendaraan yang persis dimuat di puncak roller.



Prosedur Pengukuran, Langkah 2

Mobil ini diperbaiki dengan sabuk atau alternatif dengan bar.

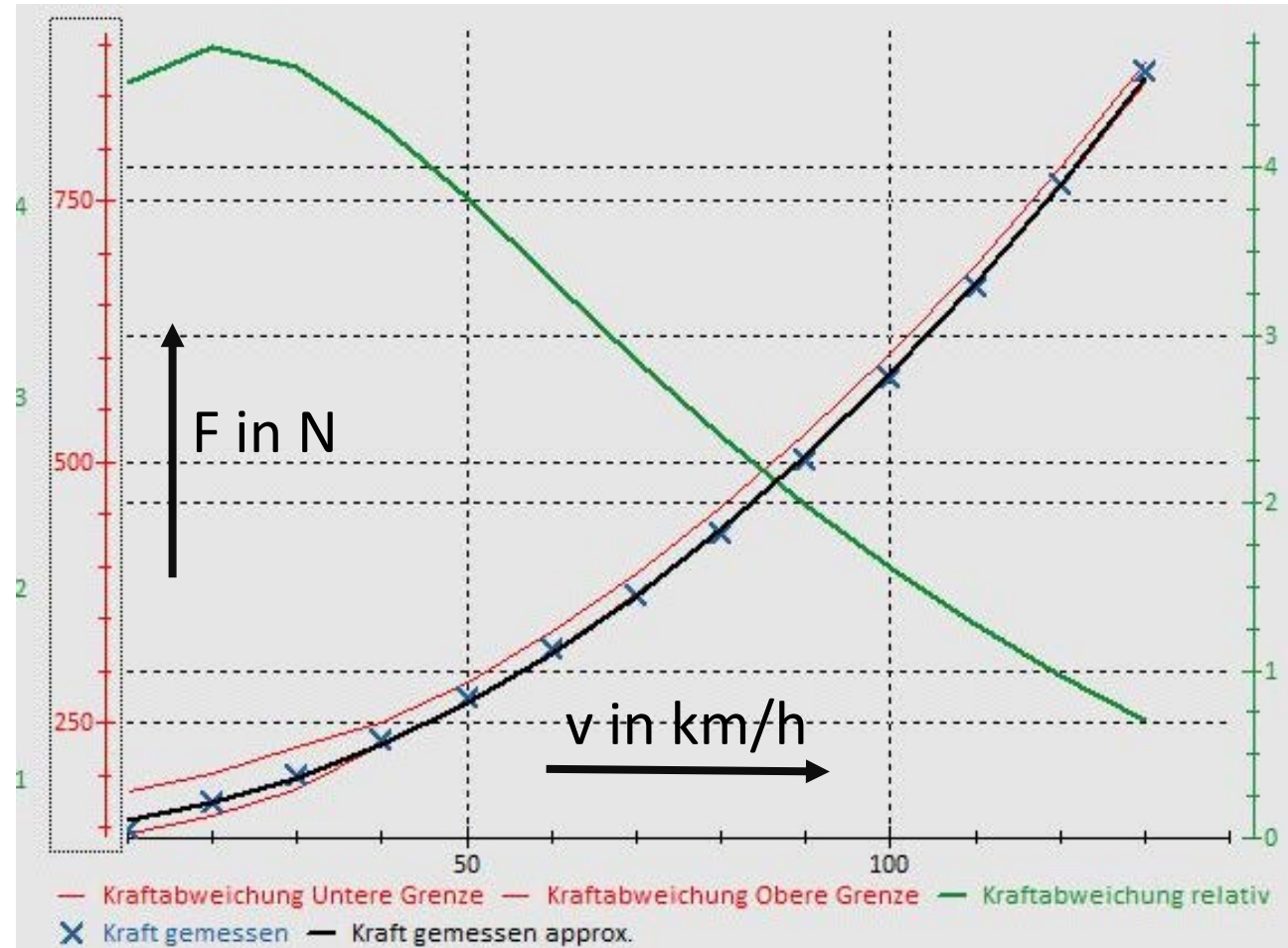


Measuring Procedure, Step 3

- Fase pre pengkondisian
 - Pemanasan sistem
 - Contoh: 1 WLTC tanpa pengukuran emisi
 - Adaptasi Beban Jalan untuk menjamin, bahwa sistem kontrol mensimulasikan "lingkungan yang benar"
 - Untuk memeriksa koefisien beban jalan:
 - 1) pantai di tempat tidur uji
 - 2) bandingkan hasil tempat tidur uji dengan resistensi mengemudi yang terukur
 - Pra dijalankan untuk mengatur sistem ke keadaan output yang ditentukan.
 - Contoh: 1 WLTC tanpa pengukuran emisi
 - Pengondisian kendaraan
 - Contoh WLTC: dari 6 hingga 36 jam, suhu lingkungan → 23 °C +/- 3 °C

Langkah 3, Coast down perbandingan

- hitam: kecepatan tergantung gaya, diukur di tempat tidur uji.
- merah: garis toleransi nilai yang diinginkan
- hijau: penyimpangan antara nilai yang diinginkan dan diukur dalam %

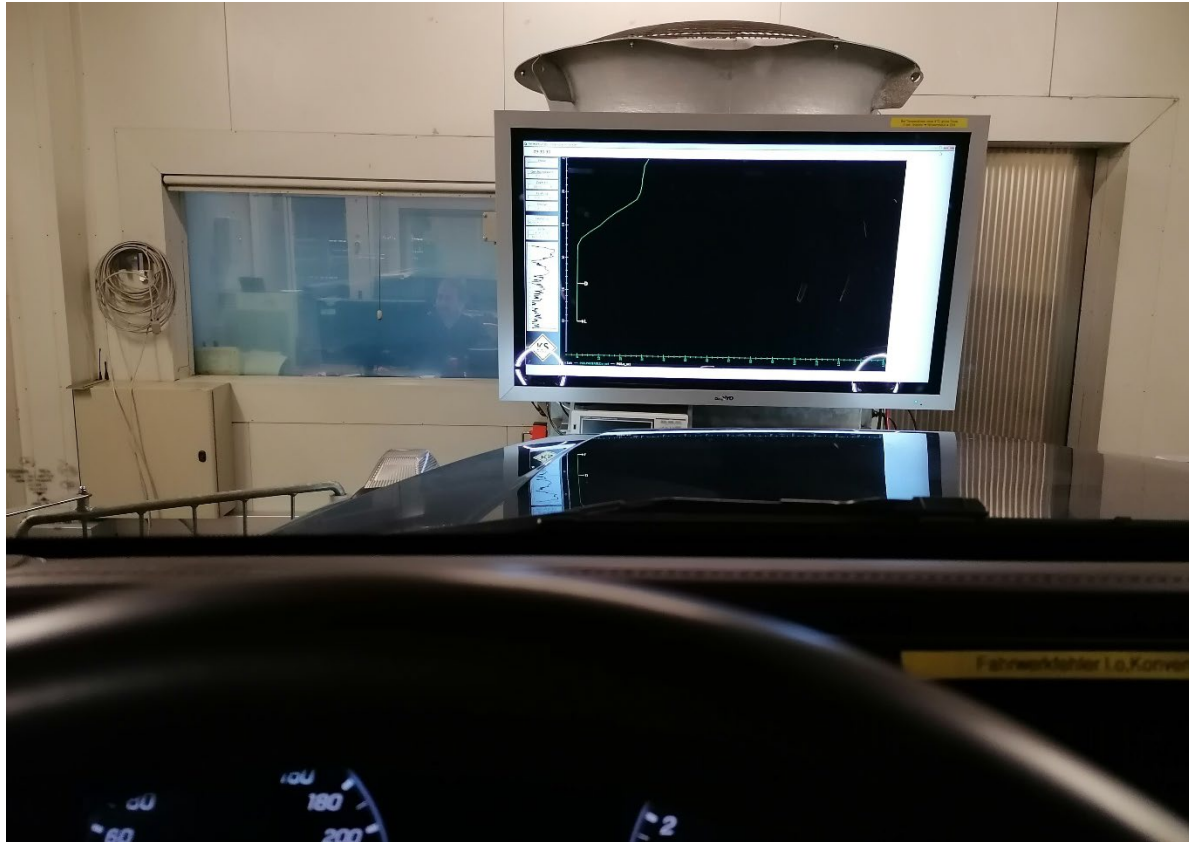


Langkah 4, siap untuk mengukur



- Kalibrasi dan, jika perlu, penyesuaian sistem pengukuran
 - Penganalisis gas → dengan gas kalibrasi
 - **Mengukur kendaraan**
 - Cycle untuk WLTP adalah WLTC
 - Selama pengujian, beberapa polutan gas diukur dengan frekuensi sampling 1 Hz.
 - Sampel yang diambil dari gas buang yang diencerkan akan disimpan dalam tas khusus.
 - Setelah tes (WLTC selesai), sistem pengukuran harus dikalibrasi sekali lagi.
 - Sampel yang diambil akan dianalisis, setelah tes selesai.

Langkah 4, pengukuran



tampilan driver



sistem pengambilan
sampel tas

Mengukur konsentrasi gas

- Untuk senyawa gas (C_i dalam ppm) → peng analisis gas

- $$M_i = \frac{V_{\text{mix}} \cdot Q_i \cdot k_H \cdot C_i \cdot 10^{-6}}{d}$$

- THC, CH₄ Deteksi Ionisasi Api Yang Dipanaskan (FID)
- CO dan CO₂ Detektor Inframerah (IRD)
- NO dan NO_x Detektor Chemiluminescence (CLD)



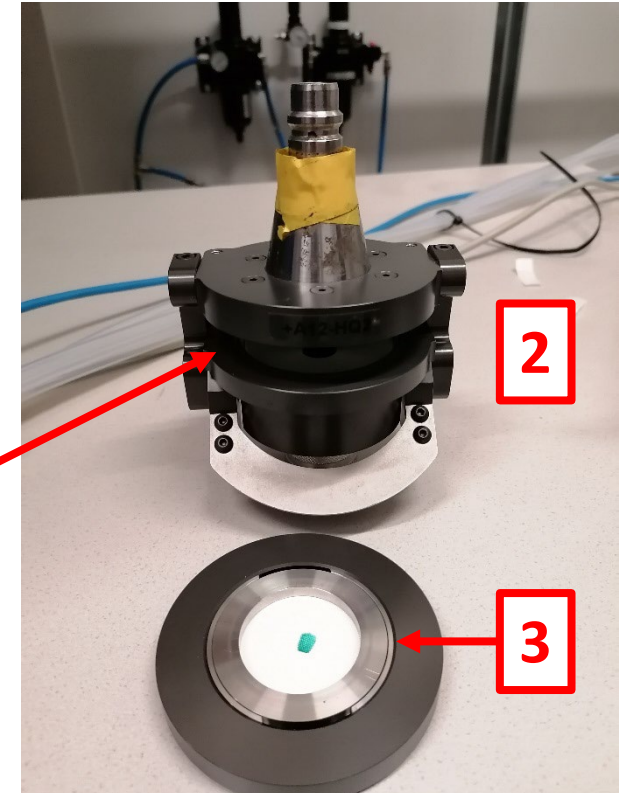
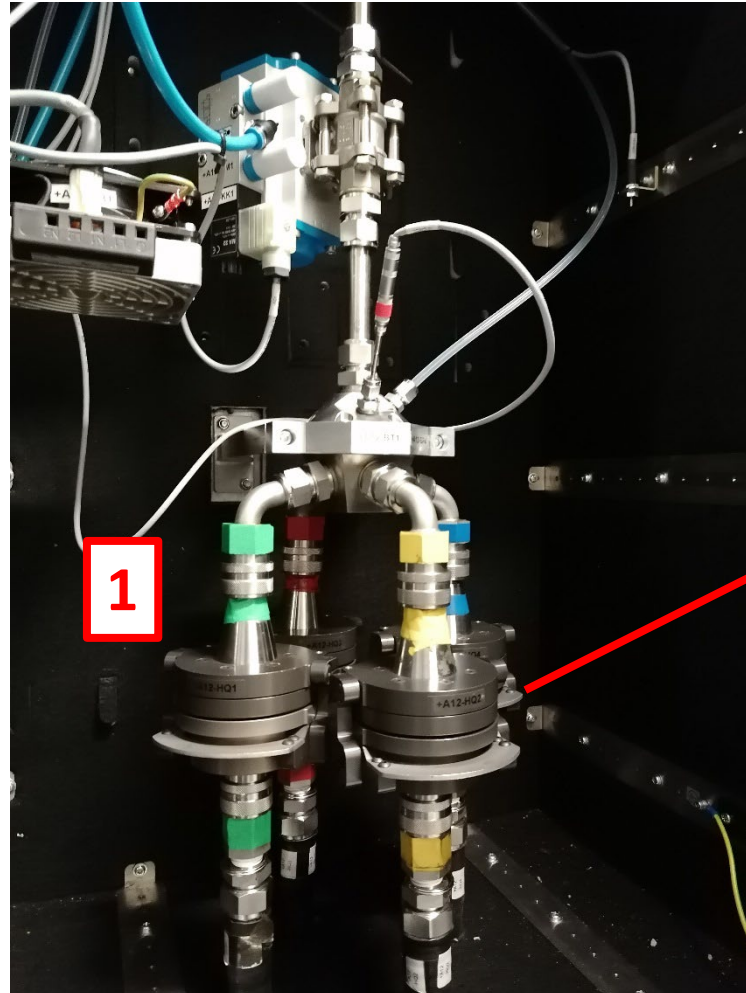
Mengukur partikel jelaga



- Massa partikel dalam g/km
 - Sampel yang diambil dari emisi gas buang encer dilewatkan melalui pelat filter khusus.
 - Berat pelat filter harus diukur sebelum dan sesudah tes.
 - Perbedaan berat antara filter yang dimuat dan yang dibongkar memungkinkan kesimpulan terhadap massa partikel yang dipancarkan.
 - **Masalah:** Perbedaan berat hanya dalam kisaran beberapa mikrogram.
 - Diperlukan skala yang akurat. Iklim lingkungan di ruang sampel harus konstan.

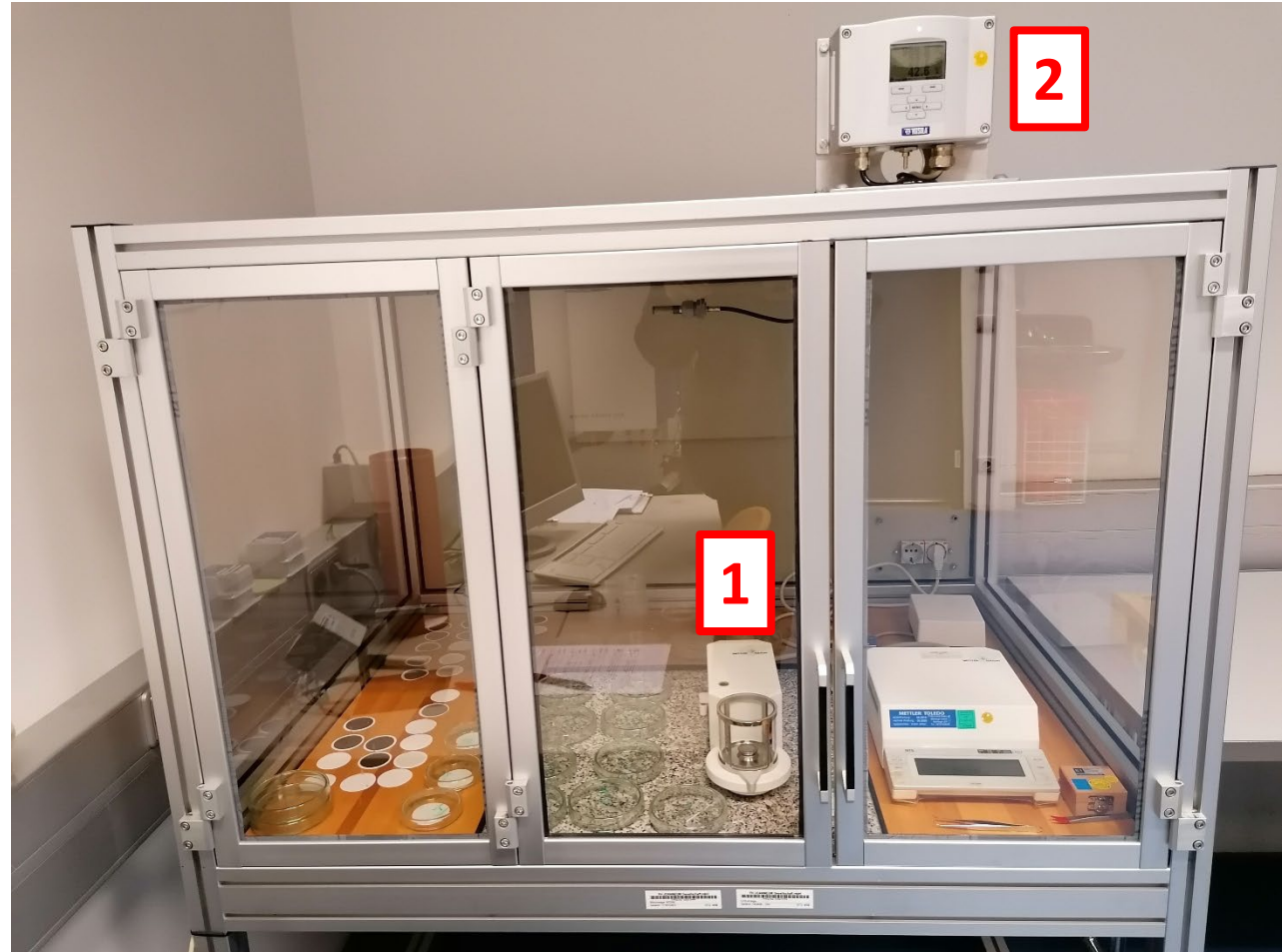
Alat Ukur, PSS

- 1) Di PSS dipasang pemegang filter
- 2) Turun dan buka pemegang filter
- 3) Pelat filter



Ruang Sampel

- 1) Skala mikro
- 2) Suhu, kelembaban, dan tekanan ambien

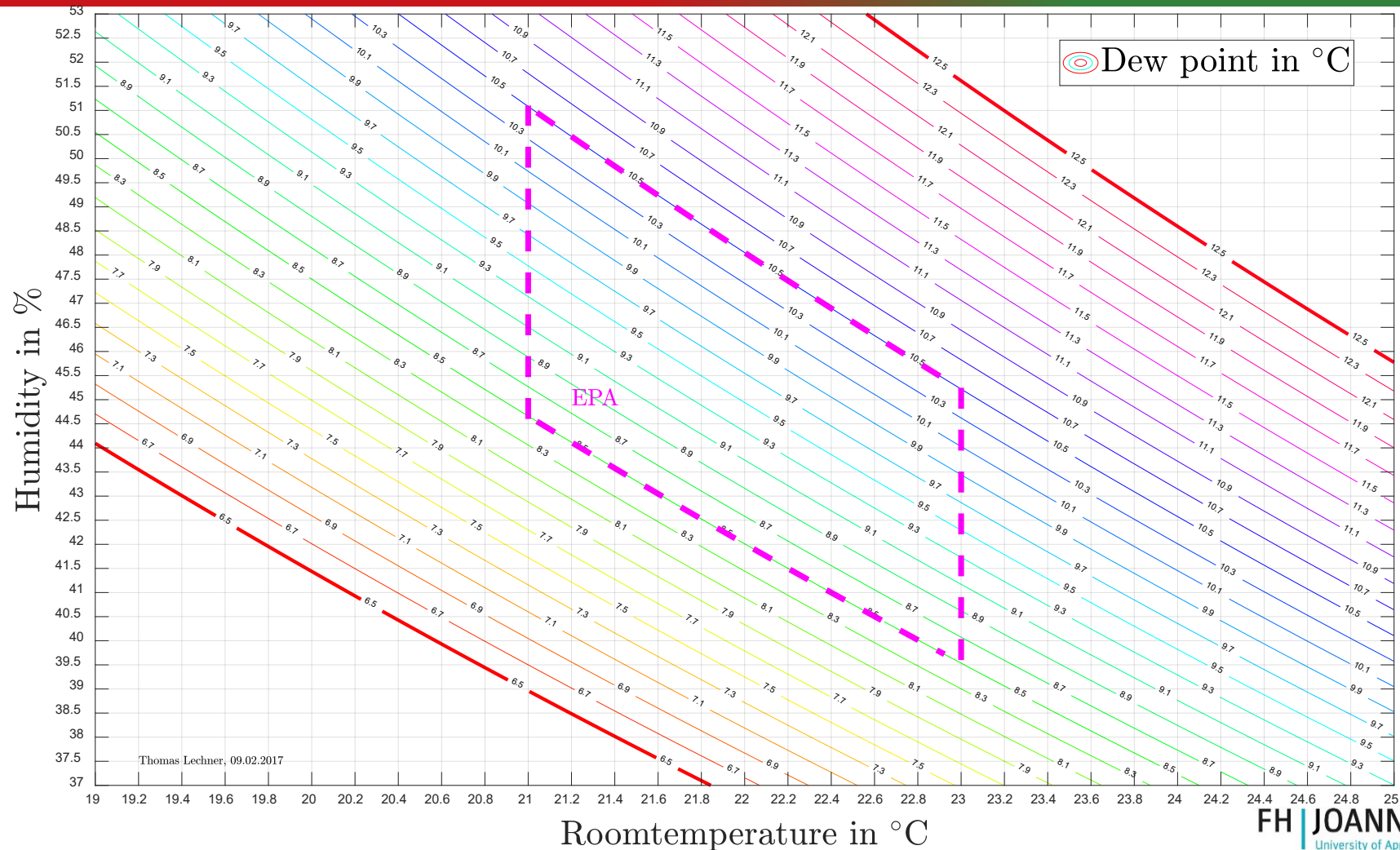


Pelat Filter Bermuatan

Pelat filter yang dimuat berbeda



Ruang Sampel, rentang Toleransi



Mengukur partikel jelaga

- Jumlah partikel dalam #/km
 - Alat pengukur: Penghitung partikel



Konsumsi bahan bakar



- Perhitungan ini didasarkan pada keseimbangan karbon.
- Konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh
 - Emisi massal HC, CO dan CO₂
 - Konsentrasi tertinggi yang diukur dalam gas buang berasal dari CO₂.
 - Kepadatan bahan bakar dan konsistensi
 - Bahan bakar bersertifikat diperlukan.



References

-
- [1] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37187/umfrage/der-weltweite-co2-ausstoss-seit-1751/>
 - [2] <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
 - [3] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317683/umfrage/verkehrstraeger-anteil-co2-emissionen-fossile-brennstoffe/>
 - [4] <https://de.statista.com/infografik/15722/co2-ausstoss-von-pkw-marken/>
 - [5] Commission Regulation (EU) No. 2017/1151: *Type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6)*, June 1, 2017
 - [6] <https://www.delphi.com/newsroom/press-release/delphi-technologies-launches-26th-worldwide-emissions-standards-book>



Fasilitas Tes Pelatihan Langsung



Rencanakan konsep untuk universitas Anda

Kerja Kelompok untuk setiap Universitas, siapkan grafik flip

- Tes apa yang bisa dibutuhkan dari industri?
 - Pengujian Fungsional?
 - Pengujian Daya Tahan?
 - Kompleksitas?
- Bagaimana siswa bisa terlibat dalam proyek-proyek industri ini?
- Bagaimana tes sesuai dengan kurikulum?
- Dapatkah hasilnya diperkenalkan ke kuliah?
- Perangkat Keras yang Diperlukan

Presentasi oleh pembicara dan diskusi setelah rem kopi.

Pelatihan Langsung



Sajikan alat yang Anda rencanakan untuk dibeli dan pelatihan yang dilakukan dengannya

Kerja Kelompok untuk setiap Universitas, siapkan grafik flip

- Konsep pelatihan?
 - Konten teknis
 - Siapa yang akan dilatih? – pengetahuan yang diharapkan dari peserta pelatihan.
 - Topik yang harus dilatih
- Perangkat Keras yang Diperlukan

Presentasi oleh pembicara dan diskusi



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP