

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

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

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

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Excel Untuk Mahasiswa Teknik Otomotif

ISBN: 978-623-7261-30-8

Hak Cipta 2021 pada Penulis

Hak penerbitan pada UNIMMA PRESS. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit UNIMMA PRESS.

Penulis:

Dr. Muji Setiyo, S.T., M.T.



Editor:

Bagiyo Condro Purnomo, S.T., M.Eng.



Desain sampul:

Muhammad Latifur Rochman, A.Md.



Penerbit:

UNIMMA PRESS

Gedung Rektorat Lt. 3 Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Magelang

Jl. Mayjend. Bambang Soegeng, Mertoyudan, Magelang 56172

Telp. (0293) 326945

E-Mail: unimmapress@ummgl.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, Maret 2021

Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Salam merdeka belajar,

Salah satu Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dari MK *Computer Application* di Program Studi Teknik Otomotif adalah “mampu menggunakan komputer untuk aplikasi pemrosesan data, membuat grafik, dan simulasi pada mekanika otomotif”. Oleh karena itu, buku ini ditulis sebagai salah satu instrumen untuk memandu mahasiswa dalam memenuhi atau bahkan melampaui CPMK tersebut.

Kami menyadari, hanya karena petunjuk dan ridha Allah S.W.T, buku ini dapat diselesaikan. Kami juga meyakini, diantara pembaca buku ini mungkin memiliki pengetahuan, pengalaman, dan kecakapan komputer yang lebih baik dari penulisnya. Oleh karena itu, jika ada yang keliru mohon dikoreksi dan jika ada yang salah mohon dibetulkan. Kami akan sangat senang menanggapi setiap saran dan tanggapan dari para pembaca.

Terakhir, kami menyampaikan apresiasi kepada Editor, penata halaman, pembuat sampul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan dan penerbitan buku ini.

Semoga buku ini bermanfaat.

Magelang, Februari 2021



Muji Setiyo

Sinopsis

Buku ini terdiri dari 5 Bab, yang intinya adalah mempraktekkan fungsi-fungsi yang tersedia pada MS-Excel yang dikontekskan dengan pekerjaan pada bidang otomotif,

CA-01 membahas tentang dasar perhitungan dengan Excel, dimana mahasiswa dikenalkan pada formula dan fungsi pada MS Excel, dengan contoh-contoh kasus pada pekerjaan yang berkaitan dengan otomotif.

CA-02 membahas tentang menyederhanakan dan menata data, dimana fungsi sorting dan filtering dipelajari untuk menyederhanakan dan menyimpulkan data banyak. Dalam bab ini juga dipelajari tentang konversi file CSV ke XLXS yang diperoleh dari data akuisisi dalam sebuah perekaman data dari sensor-sensor.

CA-03 membahas tentang membuat grafik. Empat jenis grafik yang lazim digunakan dipelajari dalam bab ini, yang mencakup grafik batang, grafik garis, grafik lingkaran, dan Scatter plots.

CA-04 membahas tentang memodelkan mesin. Geometri mesin, Gerakan piston, dan profil *camshaft* divisualisasikan dengan kurva yang interaktif terhadap data.

CA-05 mendiskusikan tentang membuat kalkulator. Dua studi kasus tentang kalkulator konversi bahan bakar dan kalkulator upah restorasi mobil disajikan untuk meningkatkan kecakapan mahasiswa dalam menggunakan MS Excel yang berkaitan dengan logika.

Setiap materi, contoh, latihan soal, dan evaluasi dalam buku ini diharapkan dapat menstimulasi para mahasiswa untuk meningkatkan daya belajar dan kemandirian belajar yang lebih saintifik, kontekstual, dan bertumpu pada mahasiswa itu sendiri, baik secara individu maupun berkelompok.

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	ii
Sinopsis	iii
Daftar Isi.....	iv
1. Dasar Perhitungan Dengan Excel	1
1.1. Learning Outcomes.....	1
1.2. Dasar-Dasar Penulisan Formula	1
1.3. Menggunakan Function.....	5
1.4. AutoFill Untuk <i>Copy & Paste</i> Cepat dan Pintar.....	6
1.5. Fungsi Logika IF.....	9
1.6. Fungsi IF dengan Dua Tes Logika	11
1.7. Menambahkan Satuan.....	15
1.8. Mengkonversi Satuan.....	18
1.9. Simulasi untuk Kasus Otomotif.....	26
1.10. Evaluasi.....	42
2. Menyederhanakan dan Menata Data.....	45
2.1. <i>Learning Outcomes</i>	45
2.2. Memfilter Data	45
2.3. Menyusun Data (<i>Sorting</i>)	48
2.4. <i>Convert Text to Column</i>	51
2.5. Evaluasi.....	56
3. Membuat Grafik.....	58
3.1. <i>Learning Outcomes</i>	58
3.2. Beberapa Istilah Dalam Grafik.....	59

3.3. Grafik Batang (<i>Bar chart</i>).....	61
3.4. Grafik Garis (<i>Line chart</i>).....	66
3.5. Diagram Lingkaran (<i>Pie chart</i>).....	68
3.6. Scatter Plots.....	70
3.7. Praktek Membuat Grafik.....	71
3.8. Evaluasi.....	82
4. Memodelkan Mesin.....	83
4.1. <i>Learning Outcomes</i>	83
4.2. Studi kasus 1: <i>Piston Motion</i>	83
4.3. Studi Kasus 2: <i>Camshaft Profile</i>	99
4.4. Evaluasi.....	103
5. Membuat Kalkulator.....	105
5.1. <i>Learning Outcomes</i>	105
5.2. Studi Kasus 1: Kalkulator Konversi Bahan Bakar.....	105
5.3. Studi Kasus 2: Kalkulator Upah Restorasi Mobil.....	113
5.4. Evaluasi.....	120
Referensi.....	121
Profil Penulis.....	125



CA-01

Dasar Perhitungan Dengan Excel

1.1. Learning Outcomes

- CA-S-01-01 Mempraktekkan dasar-dasar penulisan formula pada Excel
 - CA-S-01-02 Mempraktekkan penggunaan Function
 - CA-S-01-03 Mempraktekkan penggunaan AutoFill
 - CA-S-01-04 Mempraktekkan penggunaan logika IF
 - CA-S-01-05 Mempraktekkan penggunaan konversi
 - CA-S-01-06 Mempraktekkan penggunaan Formula, Function, dan Logika IF pada aplikasi otomotif
-

Excel adalah salah satu *software* hitung yang luar biasa namun relatif mudah digunakan dan dipelajari daripada *software-software* hitung yang lain. Dalam bab ini, akan diperkenalkan bagaimana menerapkan formula, function, manipulasi data, efisiensi alur kerja, konversi satuan, dan beberapa fitur dasar yang lain. Setidaknya, menggunakan Excel dalam aplikasi otomotif yang berkaitan dengan perhitungan matematika akan memangkas waktu kerja dan mendapatkan hasil yang akurat. Materi dalam bab ini dirangkum dari beberapa sumber [1]-[7].

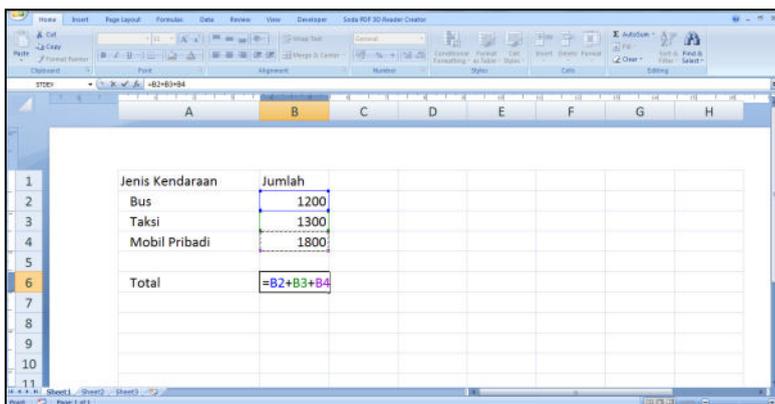
1.2. Dasar-Dasar Penulisan Formula

Setiap formula harus dimulai dengan tanda sama dengan (=). Jika tidak diawali dengan tanda sama dengan, Excel tidak akan

melakukan perhitungan dan hanya akan menampilkan apa yang diketik. Sebagai contoh ([Gambar 1.1](#)) untuk menjumlahkan 1200 bus, 1300 taksi, dan 1800 mobil pribadi, pada dapat dilakukan dengan menambahkan nilai **B2**, **B3** dan **B4** dan letakkan total-nya dalam **B6**.

Dalam **B6**, masukkan formula:

=B2+B3+B4

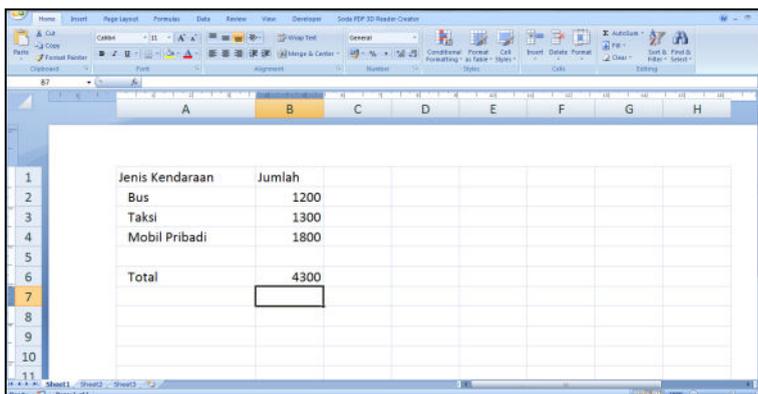


[Gambar 1.1](#). Contoh penggunaan formula penjumlahan

Kemudian, setelah formula diketik tekan Enter untuk mendapatkan hasilnya. Jika Anda tidak menekan Enter atau tidak mengklik tanda centang kecil di atas kolom A (lihat [Gambar 1.2](#)), tidak ada yang akan terjadi. Setelah tekan Enter, Excel akan melakukan perhitungan dengan hasil yang ditampilkan seperti ditunjukkan pada [Gambar 1.3](#) sebagai berikut.



Gambar 1.2. Mengeksekusi formula dengan mengklik tanda centang



Gambar 1.3. Contoh hasil penjumlahan dengan formula

Selain penambahan, bisa juga digunakan untuk seluruh operasi perhitungan matematika seperti pengurangan, perkalian, pembagian, akar, dan pangkat, yang bekerja dengan cara yang sama (Operasi dan symbol disajikan pada Tabel 1.1). Formula juga dapat berupa persamaan matematika yang kompleks,

yang terdiri dari beberapa operasi matematika, misalnya untuk menghitung volume silinder.

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S$$

Tabel 1.1. Operator formula pada Excel

Operasi	Simbol
Penambahan	+
Pengurangan	-
Perkalian	*
Pembagian	/
Pangkat	^ (contoh: B5^2 adalah nilai B5 yang dikuadratkan)
Akar	SQRT (B5) digunakan untuk mencari akar dari angka pada B5
Lebih dari	>
Kurang dari	<
Lebih dari atau sama dengan	>=
Kurang dari atau sama dengan	<=
Menggabungkan	&

Latihan 1.1

Sebuah mesin 1 silinder memiliki diameter silinder 52 mm dan panjang langkah piston 53 mm. Hitung volume silinder tersebut dengan Excel menggunakan rumus $V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S$, dan $\pi=3.14$

Jawaban benar, $V_s = 112,499.92 \text{ mm}^3$

1.3. Menggunakan Function

Jika ingin melakukan perhitungan yang melibatkan lebih dari sebuah formula sederhana, masukkan sebuah Function ke dalam formula. Excel memiliki sekitar 400 Function, sehingga mungkin hanya akan menggunakan beberapa yang dibutuhkan. Ada Function untuk bisnis, statistik, keuangan, tanggal dan waktu, teks, informasi dokumen dan lebih banyak lagi. Sintaks untuk semua function adalah:

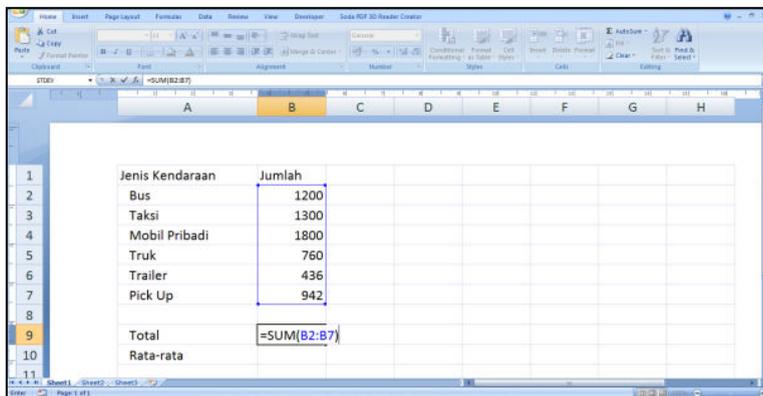
```
=NAMA FUNCTION (.....)
```

Seperti halnya Formula, Function selalu dimulai dengan tanda sama dengan (=) jika Function berada di awal Formula, lalu nama Function itu, kemudian satu set tanda kurung. Ini akan memudahkan untuk pekerjaan yang lebih kompleks dan berulang-ulang.

Contoh: Menemukan total dan rata-rata sebuah kolom angka disajikan pada [Gambar 1.4](#) dan [Gambar 1.5](#).

Dalam **B9**, masukkan Function:

```
=SUM (B2 :B7)
```

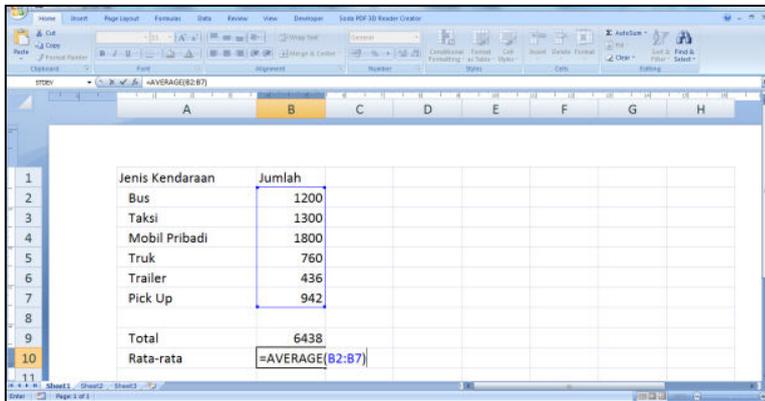


	Jenis Kendaraan	Jumlah
1		
2	Bus	1200
3	Taksi	1300
4	Mobil Pribadi	1800
5	Truk	760
6	Trailer	436
7	Pick Up	942
8		
9	Total	=SUM(B2:B7)
10	Rata-rata	
11		

Gambar 1.4. Contoh penggunaan Function untuk menghitung total angka

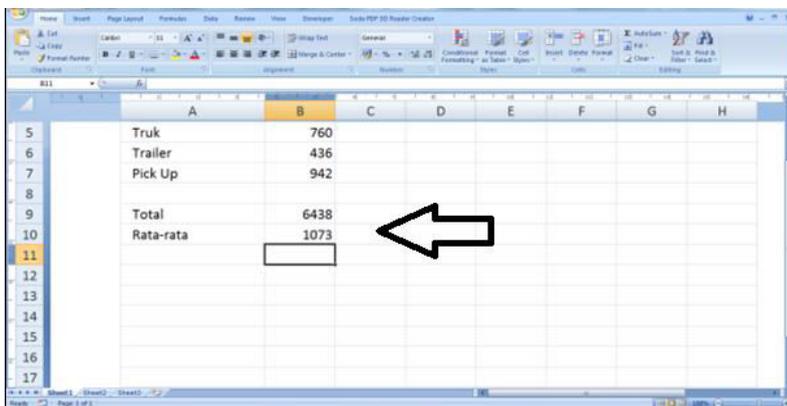
Kemudian, pada **B10** masukkan Function:

=AVERAGE(B2:B8)



Gambar 1.5. Contoh penggunaan Function untuk menghitung rata-rata angka

Kemudian, tekan Enter untuk mendapatkan hasilnya, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.6**.



Gambar 1.6. Hasil penggunaan Function untuk menghitung total dan rata-rata angka

1.4. AutoFill Untuk Copy & Paste Cepat dan Pintar

Sekarang, katakanlah kita menulis Formula di bagian kolom teratas (lihat **Gambar 1.7**) dan ingin menggunakan kembali

Formula tersebut untuk kolom di bawahnya (atau kita memiliki Formula di awal baris dan ingin menggunakan kembali Formula tersebut di baris yang lain). Daripada melakukan *copy* dan *paste* secara manual, kita bisa menggunakan fitur AutoFill untuk menyelesaikannya dengan cepat. Formula yang dibuat pertama akan menyesuaikan secara otomatis. Kita juga dapat menggunakan AutoFill untuk memasukkan bulan atau hari dalam seminggu secara otomatis.

Untuk menggunakan AutoFill, cari titik kecil di sudut kanan bawah dari sel saat ini. Jika kita memiliki beberapa cell yang dipilih, cell-cell tersebut akan berbagi titik yang sama. Ketika kita meletakkan pointer mouse pada titik itu, pointernya berubah menjadi sebuah palang. Lalu tarik palang itu ke bawah pada kolom atau sepanjang baris (lihat [Gambar 1.8](#)).

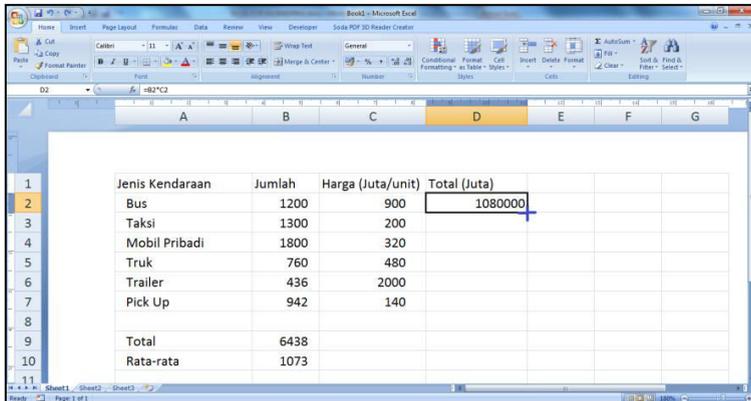
Contoh: Lakukan perkalian sederhana di **D2**, lalu AutoFill ke **D7**.

Tuliskan Formula pertama seperti biasa.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Jenis Kendaraan	Jumlah	Harga (Juta/unit)	Total (Juta)			
3	Bus	1200	900	=B2*C2			
4	Taksi	1300	200				
5	Mobil Pribadi	1800	320				
6	Truk	760	480				
7	Trailer	436	2000				
8	Pick Up	942	140				
9	Total	6438					
10	Rata-rata	1073					

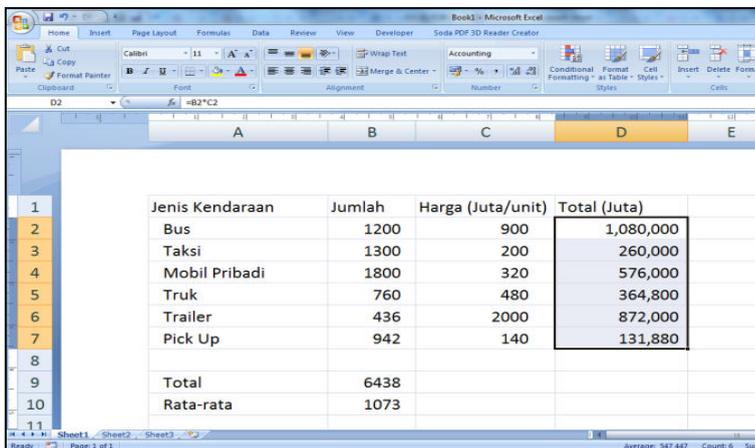
Gambar 1.7. Penulisan Formula untuk Autofill

Masukkan Formula. Jika perlu, klik kembali ke **D2**. Arahkan pointer mouse pada titik tebal pada pojok kanan bawah cell, dan pointer akan menjadi sebuah palang (+).



Gambar 1.8. Penggunaan Autofill dengan menarik pointer tepat pada tanda (+)

Kemudian, kita tarik palang tersebut ke bawah sampai pada kolom D7, atau hanya dengan melakukan **dobel klik**. Kolom dibawahnya akan mendapatkan Formula dan hasil yang benar sampai pada kolom D7 (Lihat Gambar 1.9).



Gambar 1.9. Hasil Autofill

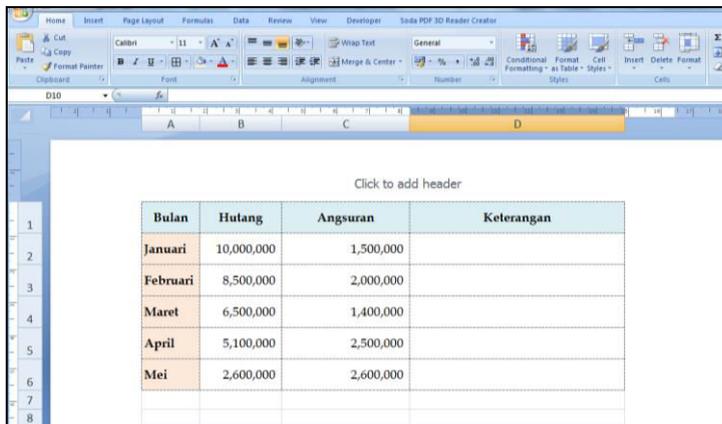
1.5. Fungsi Logika IF

Fungsi Logika dikenal sebagai fungsi IF, yang kegunaannya untuk mendefinisikan atau mengisi suatu cell berdasarkan cell yang lain atau kriteria tertentu, adapun rumusnya adalah:

=IF (Logical Test; Value if True; Value IF False)

Contoh:

Sebuah catatan transaksi di sebuah bengkel sepeda motor yang membeli (kulakan) 100 pcs piston kits ke sebuah sales dengan total harga Rp. 10.000.000. Sesuai kesepakatan, piston kits tersebut akan dibayar bulanan sesuai jumlah yang terjual. Untuk memudahkan kontrol angsuran, bengkel tersebut membuat data pada sheet Excel seperti ditunjukkan pada Gambar 1.10.



	Bulan	Hutang	Angsuran	Keterangan
1				
2	Januari	10,000,000	1,500,000	
3	Februari	8,500,000	2,000,000	
4	Maret	6,500,000	1,400,000	
5	April	5,100,000	2,500,000	
6	Mei	2,600,000	2,600,000	
7				
8				

Gambar 1.10. Contoh pencatatan angsuran pada Excel

Pada kolom keterangan kita akan memasukkan logika:

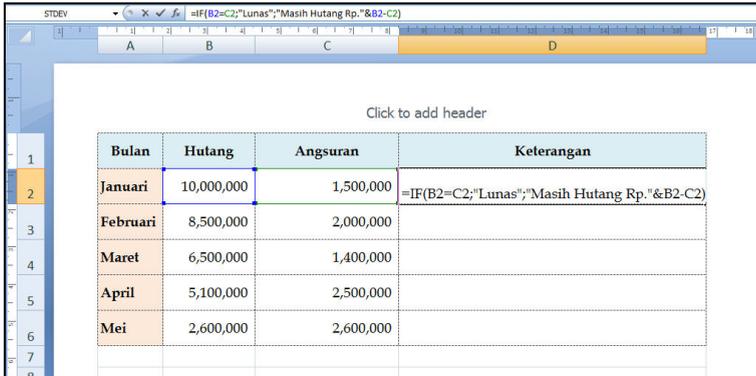
Jika kolom hutang nilainya sama dengan kolom angsuran maka akan muncul keterangan "Lunas".

Jika kolom hutang nilainya tidak sama dengan kolom angsuran maka akan muncul keterangan "Masih Hutang"

Caranya adalah dengan memasukkan rumus berikut:
Pada cell D2 masukkan rumus:

=IF(B2=C2;"Lunas";"Masih Hutang Rp."&B2-C2)

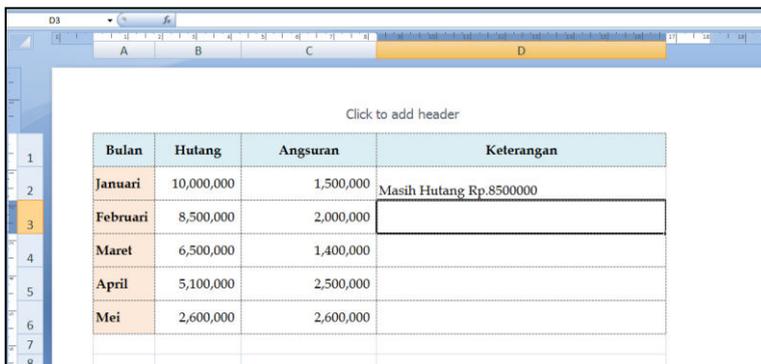
Sekarang kita praktekkan dengan memasukkan rumus tersebut, penulisan rumus disajikan pada [Gambar 1.11](#).



Bulan	Hutang	Angsuran	Keterangan
Januari	10,000,000	1,500,000	=IF(B2=C2;"Lunas";"Masih Hutang Rp."&B2-C2)
Februari	8,500,000	2,000,000	
Maret	6,500,000	1,400,000	
April	5,100,000	2,500,000	
Mei	2,600,000	2,600,000	

[Gambar 1.11](#). Contoh penulisan Logika IF pada cell Excel

Setelah rumusnya diketik, kemudian tekan Enter. Jika fungsi logika IF berjalan, akan muncul hasil sesuai dengan logika yang dimasukkan (lihat [Gambar 1.12](#)).



Bulan	Hutang	Angsuran	Keterangan
Januari	10,000,000	1,500,000	Masih Hutang Rp.8500000
Februari	8,500,000	2,000,000	
Maret	6,500,000	1,400,000	
April	5,100,000	2,500,000	
Mei	2,600,000	2,600,000	

[Gambar 1.12](#). Tampilan hasil Logika IF pada cell Excel

Kemudian, kita klik kembali pada Cell **D2**, tarik tanda palang (+) pada pojok kiri bawah cell tersebut ke bawah sampai pada kolom **D6**, atau hanya dengan melakukan **dobel klik**. Kolom dibawahnya akan mendapatkan formula dan hasil yang benar sesuai logika yang dibuat, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1.13**.

Bulan	Hutang	Angsuran	Keterangan
Januari	10,000,000	1,500,000	Masih Hutang Rp.8500000
Februari	8,500,000	2,000,000	Masih Hutang Rp.6500000
Maret	6,500,000	1,400,000	Masih Hutang Rp.5100000
April	5,100,000	2,500,000	Masih Hutang Rp.2600000
Mei	2,600,000	2,600,000	Lunas

Gambar 1.13. Autofill pada cell dengan logika IF

Latihan 1.2

Sebuah bengkel khusus spoorring didirikan dengan dengan biaya total Rp.50.000.000,00. Untuk satu kali spoorring konsumen membayar Rp. 150.000,00 dengan rincian Rp.50.000,00 untuk teknisi dan operasional dan Rp.100.000,00 sebagai pemasukan bersih ke bengkel. Buat logika IF pada sheet Excel dengan konsumen acak setiap bulan, sampai bulan ke berapa modal Rp.50.000.000,00 tersebut tertutup oleh biaya pemasukannya? (ini adalah soal terbuka, setiap mahasiswa memiliki jawaban yang berbeda tergantung pada jumlah konsumen yang dimasukkan secara acak oleh setiap mahasiswa).

1.6. Fungsi IF dengan Dua Tes Logika

Fungsi IF dengan dua tes logika ini adalah untuk menentukan data dengan menggunakan dua kriteria tes. Sebagai Contoh, anda sebagai pemilik sebuah *authorized service* mobil yang

mempekerjakan banyak karyawan dengan beragam tingkat pendidikan dan variasi masa kerja dan Anda harus menentukan gaji pokok pertama saat ada karyawan masuk (lihat [Gambar 1.14](#)). Dengan ketentuan penggajian sebagai berikut:

- Jika pendidikan D3 dan Pengalaman kerja <3 tahun, Rp.1.800.000,00
- Jika pendidikan D3 dan Pengalaman kerja >=3 tahun, Rp.2.500.000,00
- Jika pendidikan SMK dan Pengalaman kerja <3 tahun, Rp.1.200.000,00
- Jika pendidikan SMK dan Pengalaman kerja >=3 tahun, Rp.1.500.000,00

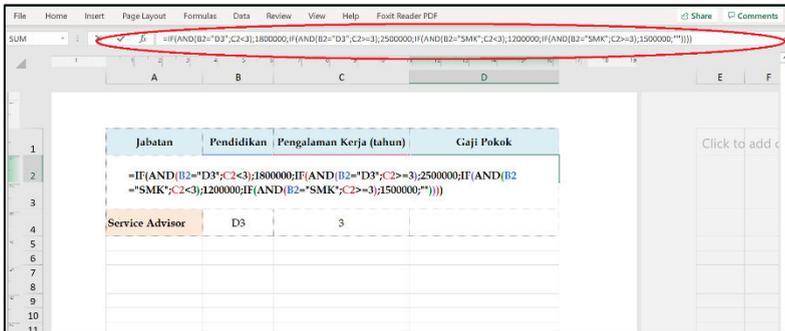
Jabatan	Pendidikan	Pengalaman Kerja (tahun)	Gaji Pokok
Chief Mekanik	D3	2	
Mekanik	SMK	5	
Service Advisor	D3	3	

Gambar 1.14. Contoh penggunaan fungsi IF dengan dua tes logika (untuk mengisi kolom “Gaji pokok”)

Penulisan rumus untuk menghitung gaji pokok adalah dengan memasukkan rumus berikut pada cell D2 (lihat [Gambar 1.15](#)).

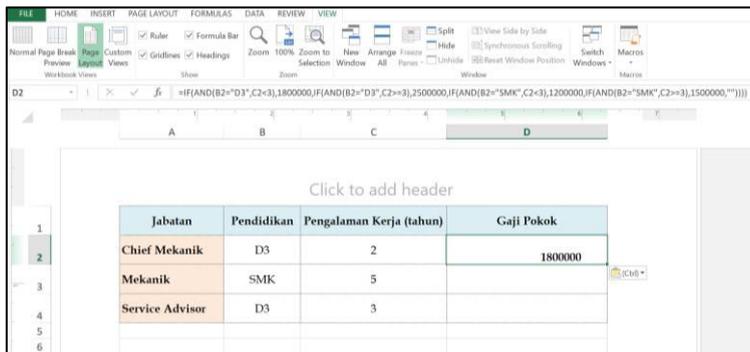
```
=IF(AND(B2="D3",C2<3),1800000,IF(AND(B2="D3",C2>=3),2500000,IF(AND(B2="SMK",C2<3),1200000,IF(AND(B2="SMK",C2>=3),1500000,"")))))
```

Catatan: setiap komputer dapat berbeda pada penggunaan koma (,) dan titik koma (;).



Gambar 1.15. Penulisan fungsi IF pada cell

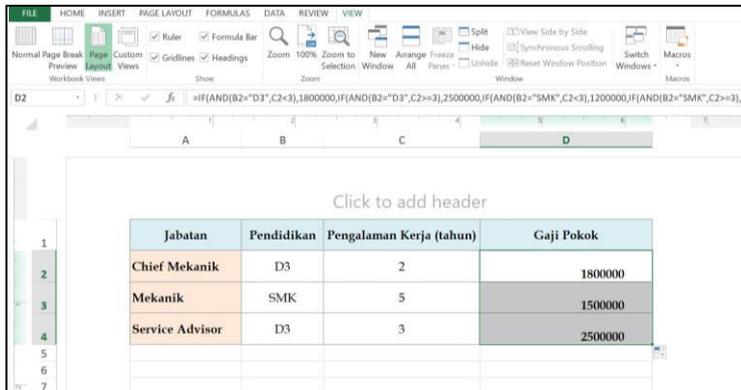
Selanjutnya, tekan Enter untuk memeriksa apakah fungsi logika IF bekerja untuk hasil yang benar (Gambar Gambar 1.16), lakukan perubahan nilai pada Cell "Pendidikan" dan "Pengalaman kerja".



Gambar 1.16. Contoh tampilan jika logika IF dapat bekerja

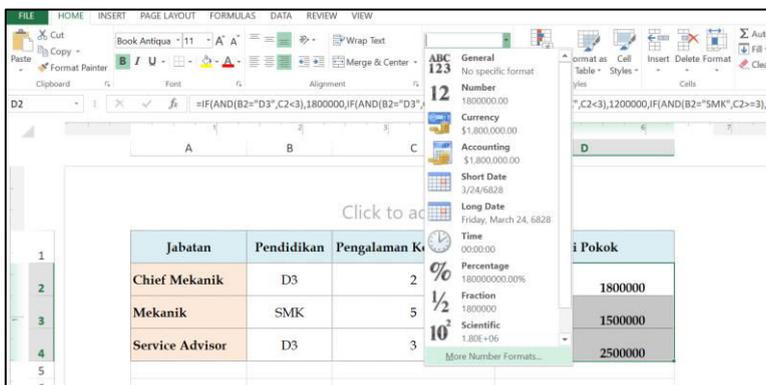
Kemudian, kita klik kembali pada Cell D2, tarik tanda palang (+) pada pojok kiri bawah cell tersebut ke bawah sampai pada kolom D4, atau hanya dengan melakukan **dobel klik**. Kolom dibawahnya akan mendapatkan formula dan hasil yang

benar sesuai logika yang dibuat, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.17.



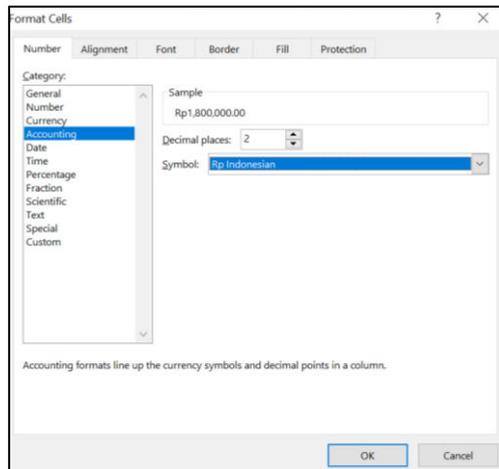
Gambar 1.17. Autofill pada fungsi logika IF ganda

Selanjutnya, pada kolom “Gaji Pokok” dapat dicustom dengan mengubah menu “number format” dari *general* menjadi *accounting*. Jika format “Rupiah” belum tersedia, dapat dilanjutkan dengan mengklik “more number format” seperti ditunjukkan pada Gambar 1.18.

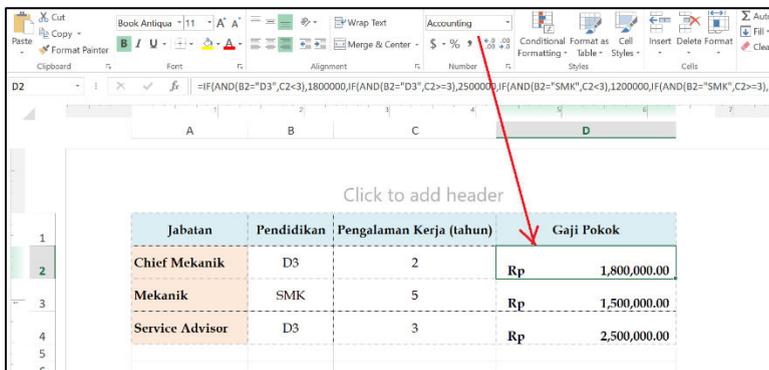


Gambar 1.18. Mengubah number format dari general ke accounting

Selanjutnya, pilih pada tulisan Rp Indonesia dan tekan tombol OK (Gambar 1.19) dan hasilnya akan ditunjukkan pada Gambar 1.20.



Gambar 1.19. Jendela untuk mengubah *number format* dari *general* ke *accounting*



Gambar 1.20. Hasil *number format* dari *general* ke *accounting*

1.7. Menambahkan Satuan

Dalam aplikasi otomotif, kita sering membutuhkan satuan setelah angka, misalnya cm, kg, liter, meter, dan beberapa satuan lainnya. Namun demikian, kalau satuan tersebut diketik

secara manual, akan menjadi rancu bila kita akan mengkalikan ataupun menambah dengan bilangan angka lainnya. Angka yang diikuti dengan satuan (missal: 10 kg) yang diketik secara manual, bilangan yang kita tulis merupakan teks biasa "bukan angka" sehingga kita **tidak bisa** melakukan operasi Formula (kali/tambah/bagi, dsb) pada cell tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, kita bisa menambahkan satuan liter, unit, kg, cm, dan sejenisnya setelah angka secara otomatis dengan meng-*custom* di bagian Format Cell Microsoft Excel. Berikut langkah-langkahnya.

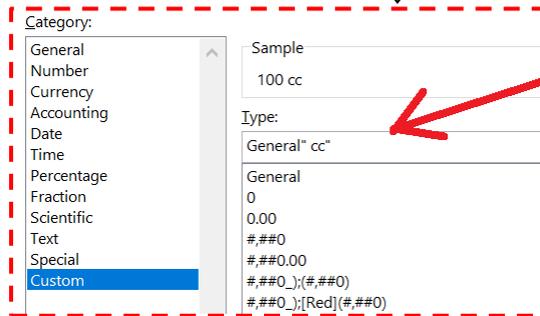
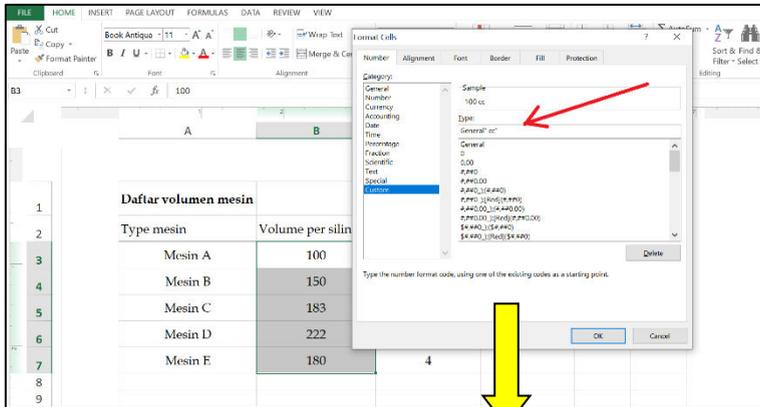
Contoh: Kita akan menambahkan satuan cc pada 5 buah mesin, seperti ditunjukkan pada [Gambar 1.21](#).

Daftar volumen mesin			
Type mesin	Volume per silinder	Jumlah silinder	Volume total
Mesin A	100 cc	4	400 cc
Mesin B	110 cc	3	330 cc
Mesin C	250 cc	4	1000 cc
Mesin D	280 cc	1	280 cc
Mesin E	300 cc	4	1200 cc

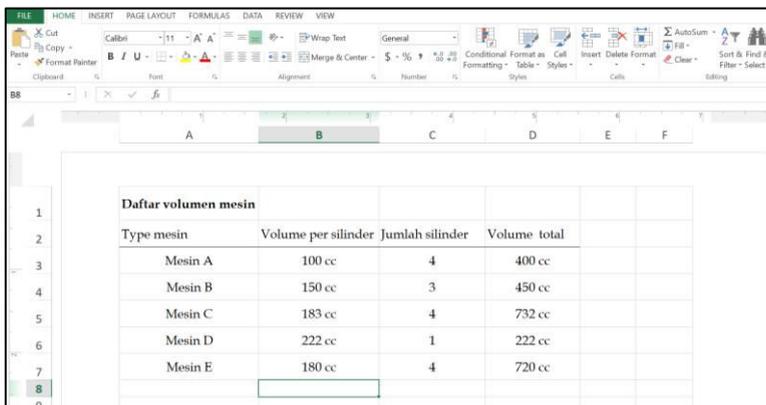
[Gambar 1.21](#). Contoh cell yang menyertakan angka dan unit

Dalam [Gambar 1.21](#) dicontohkan cell B3 kebawah sampai B7 berisi angka dan satuan, kemudian isi cell tersebut dikalikan dengan angka yang ada pada cell C3 sampai C7 untuk menghasilkan angka dan satuan pada cell D3 sampai D7. Untuk menambahkan satuan, dapat dilakukan dengan cara memblok C3 sampai C7 → klik *number format* → klik *more number format* → klik *custom* → tambahkan " cc" pada general dan menjadi general" cc" → klik OK, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 1.22](#) dan hasilnya disajikan pada [Gambar 1.23](#).

Terakhir, lakukan operasi pengalihan pada cell D3 dan lakukan Autofill ke D7.



Gambar 1.22. Mengubah *number format*



Gambar 1.23. Hasil penambahan satuan pada cell

Namun demikian, dengan metode sederhana seperti ditunjukkan pada [Gambar 1.22](#) dan [Gambar 1.23](#), Excel tidak bisa melakukan perubahan satuan pada cell hasil secara otomatis seperti pada MathCAD atau software matematika lainnya, misalnya membagi Joule dengan second yang menghasilkan J/s atau Watt. Oleh karena itu, kita harus melakukan *formatting/customizing* pada setiap cell yang menyertakan satuan.

1.8. Mengkonversi Satuan

Fungsi CONVERT Excel adalah Fungsi pada Excel untuk aplikasi engineering. Fungsi ini berguna untuk konversi unit dari satu sistem pengukuran ke sistem pengukuran lain. Misalnya, CONVERT akan membantu Anda mengubah pound ke kilogram, Pascal ke bar, atau Fahrenheit ke Celcius.

Sintaks:

CONVERT(number,from_unit,to_unit)

number : nilai dalam from_unit yang akan dikonversi.

from_unit : unit atau satuan untuk angka awal.

to_unit : unit atau satuan untuk hasil.

Berikut disajikan unit atau satuan yang dapat dikonversi dalam Excel, sebagaimana disajikan pada [Tabel 1.2](#) dan prefix singkatan yang disajikan pada [Tabel 1.3](#).

Tabel 1.2. Daftar konversi satuan di Excel

Berat dan massa	From_unit atau to_unit
Gram	"g"
Slug	"sg"
Pound mass (avoirdupois)	"lbm"
U (atomic mass unit)	"u"
Ounce mass (avoirdupois)	"ozm"
Grain	"grain"

A.S. (pendek) hundredweight	"cwt" atau "shweight"
Imperial hundredweight	"uk_cwt" atau "lcwt" ("hweight")
Stone	"stone"
Ton	"ton"
Imperial ton	"uk_ton" atau "LTON" ("brton")
Jarak	From_unit atau to_unit
Meter	"m"
Mil statute	"mi"
Mil laut	"Nmi"
Inci	"in"
Kaki	"ft"
Yard	"yd"
Angstrom	"ang"
Ell	"ell"
Tahun-cahaya	"ly"
Parsec	"parsec" atau "pc"
Pica (1/72 inci)	"Picapt" atau "Pica"
Pica (1/6 inci)	"pica"
U.S survey mile (mile statute)	"survey_mi"
Waktu	From_unit atau to_unit
Tahun	"yr"
Hari	"day" atau "d"
Jam	"hr"
Menit	"mn" atau "min"
Detik	"sec" atau "s"
Tekanan	From_unit atau to_unit
Pascal	"Pa" (atau "p")
Atmosfer	"atm" (atau "at")
mm Raksa	"mmHg"
PSI	"psi"
Torr	"Torr"

Daya	From_unit atau to_unit
Newton	"N"
Dyne	"dyn" (atau "dy")
Pound force	"lbf"
Pond	"pond"
Energi	From_unit atau to_unit
Joule	"J"
Erg	"e"
Kalori termodinamik	"c"
Kalori IT	"cal"
Elektron volt	"eV" (atau "ev")
Daya kuda-jam	"HPH" (atau "hh")
Watt-hour (Watt-jam)	"Wh" (atau "wh")
Foot-pound	"flb"
BTU	"BTU" (atau "btu")
Daya	From_unit atau to_unit
Daya kuda	"HP" (atau "h")
Pferdestärke	"PS"
Watt	"W" (atau "w")
Magnetisme	From_unit atau to_unit
Tesla	"T"
Gauss	"ga"
Suhu	From_unit atau to_unit
Derajat Celsius	"C" (atau "cel")
Derajat Fahrenheit	"F" (atau "fah")
Kelvin	"K" (atau "kel")
Derajat Rankine	"Rank"
Derajat Réaumur	"Reau"
Volume (atau ukuran cairan)	From_unit atau to_unit
Sendok teh	"sdt"
Sendok teh modern	"sdtm"
Sendok makan	"sdm"

Ounce cairan	"oz"
Cangkir	"cup"
A.S. pint	"pt" (atau "us_pt")
Inggris pint	"uk_pt"
Quart	"qt"
Quart imperial (U.K.)	"uk_qt"
Gallon	"gal"
Gallon imperial (U.K.)	"uk_gal"
Liter	"l" atau "L" ("lt")
Angstrom kubik	"ang ³ " atau "ang ^{^3} "
A.S. barrel minyak	"barrel"
A.S. bushel	"bushel"
Kaki kubik	"ft ³ " atau "ft ^{^3} "
Inci kubik	"in ³ " atau "in ^{^3} "
Tahun-cahaya kubik	"ly ³ " atau "ly ^{^3} "
Meter kubik	"m ³ " atau "m ^{^3} "
Mil Kubik	"mi ³ " atau "mi ^{^3} "
Yard kubik	"yd ³ " atau "yd ^{^3} "
Mil laut kubik	"Nmi ³ " atau "Nmi ^{^3} "
Pica kubik	"Picapt ³ ", "Picapt ^{^3} ", "Pica ³ " atau "Pica ^{^3} "
Ton Terdaftar Kotor	"GRT" ("regton")
Ton pengukuran (ton muatan)	"MTON"
Area	From_unit atau to_unit
Acre internasional	"uk_acre"
A.S. acre survey/statute	"us_acre"
Angstrom persegi	"ang ² " atau "ang ^{^2} "
Are	"ar"
Kaki persegi	"ft ² " atau "ft ^{^2} "
Hektar	"ha"
Inci persegi	"in ² " atau "in ^{^2} "
Tahun-cahaya persegi	"ly ² " atau "ly ^{^2} "

Meter persegi	"m2" atau "m^2"
Morgen	"Morgen"
Mil persegi	"mi2" atau "mi^2"
Mil laut persegi	"Nmi2" atau "Nmi^2"
Pica persegi	"Picapt2", "Pica2", "Pica^2" atau "Picapt^2"
Yard persegi	"yd2" atau "yd^2"
Informasi	From_unit atau to_unit
Bit	"bit"
Byte	"byte"
Kecepatan	From_unit atau to_unit
Admiralty knot	"admkn"
Knot	"kn"
Meter per jam	"m/h" atau "m/hr"
Meter per detik	"m/s" atau "m/sec"
Mil per jam	"mph"

Tabel 1.3. Daftar prefiks singkatan

Prefiks	Pengali	Singkatan
yotta	1.00E+24	"Y"
zetta	1.00E+21	"Z"
exa	1.00E+18	"E"
peta	1.00E+15	"P"
tera	1.00E+12	"T"
giga	1.00E+09	"G"
mega	1.00E+06	"M"
kilo	1.00E+03	"k"
hekto	1.00E+02	"h"
deka	1.00E+01	"da" atau "e"
desi	1.00E-01	"d"
senti	1.00E-02	"c"

mili	1.00E-03	"m"
mikro	1.00E-06	"u"
nano	1.00E-09	"n"
piko	1.00E-12	"p"
femto	1.00E-15	"f"
atto	1.00E-18	"a"
zepto	1.00E-21	"z"
yocto	1.00E-24	"y"

Keterangan:

- Jika tipe input data tidak benar, CONVERT akan mengembalikan #VALUE! .
- Jika unit tidak ada, CONVERT akan mengembalikan nilai kesalahan #N/A.
- Jika unit tidak mendukung prefiks biner, CONVERT akan mengembalikan nilai kesalahan #N/A.
- Jika unit berada dalam grup berbeda, CONVERT akan mengembalikan nilai kesalahan #N/A.
- Nama unit dan prefiks peka huruf besar kecil.

Contoh penggunaan fungsi CONVERT:

=CONVERT(1, "lbm", "kg") untuk mengonversi 1 pound mass ke kilogram, hasilnya 0,4535924

=CONVERT(68, "F", "C") untuk mengonversi 68 derajat Fahrenheit ke Celsius, hasilnya 20

=CONVERT(2.5, "ft", "sec") → tipe data tidak sama, sehingga muncul pesan kesalahan #N/A

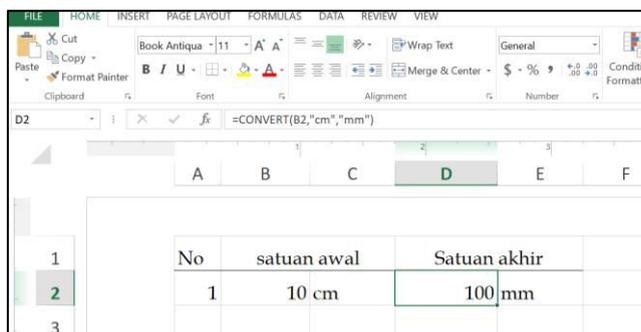
=CONVERT(CONVERT(100,"ft","m"),"ft","m") untuk mengonversi 100 kaki persegi ke meter persegi, hasilnya 9,290304

Contoh diskripsi hasil untuk fungsi CONVERT disajikan pada [Gambar 1.24](#).

1	A
2	Data
	6
Rumus	Deskripsi (Hasil)
=CONVERT(A2,"C","F")	Mengonversi 6 derajat Celsius ke Fahrenheit (42.8)
=Convert(A2,"TSP","TBS")	Mengonversi sendok teh 6 sendok makan (2)
=Convert(A2,"Gal","l")	Mengonversi 6 galon liter (22.71741274)
=Convert(A2,"mi","km")	Mengonversi mil 6 untuk km (9.656064)
=Convert(A2,"km","mi")	Mengonversi 6 km mil (3.728227153)
=Convert(A2,"in","ft")	Mengonversi 6 inci kaki (0,5)
=Convert(A2,"cm","in")	Mengonversi sentimeter 6 inci (2.362204724)

Gambar 1.24. Contoh menuliskan Fungsi CONVERT dan hasilnya

Sekarang, kita akan mencoba mempraktekkan fungsi CONVERT pada lembar baru Excel (lihat Gambar 1.25). Untuk mengubah 10 cm pada B2 menjadi 100 mm pada D2, pada kolom fungsi diketik =CONVERT(B2,"cm","mm").



Gambar 1.25. Contoh menuliskan fungsi CONVERT

Latihan 1.3

1. Sebuah mesin diesel 1 silinder memiliki diameter silinder (*bore*) 102 mm dan panjang langkah piston (*stroke*) 105 mm. Hitung berapa cc (*centimeter cubic*) volume mesin tersebut.

Penyelesaian:

Diameter dan panjang langkah piston mesin tersebut dalam satuan mm, sedangkan hasil hitungnya diminta dalam cc.

- a. Pada cell D2, ketik `=CONVERT(B2,"mm","cm")` kemudian lakukan Autofill ke D3.

	Nilai	Satuan awal	Nilai	Satuan akhir
2	102	mm	<code>=CONVERT(B2,\"mm\",\"cm\")</code>	
3	105	mm		cm
5				cc

- b. Pada cell B5, ketik `=3.14/4*D2^2*D3` (rumus Volume silinder, $V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S$)

	Nilai	Satuan awal	Nilai	Satuan akhir
2	102	mm	10.2	cm
3	105	mm	10.5	cm
5	<code>=3.14/4*D2^2*D3</code>			

- c. Hasilnya akan ditampilkan sebagai berikut

	Nilai	Satuan awal	Nilai	Satuan akhir
2	102	mm	10.2	cm
3	105	mm	10.5	cm
5	857.5497	cc		

2. Menggunakan sheet Excel yang telah dibuat seperti pada [Gambar 1.25](#), lakukan konversi satuan untuk semua

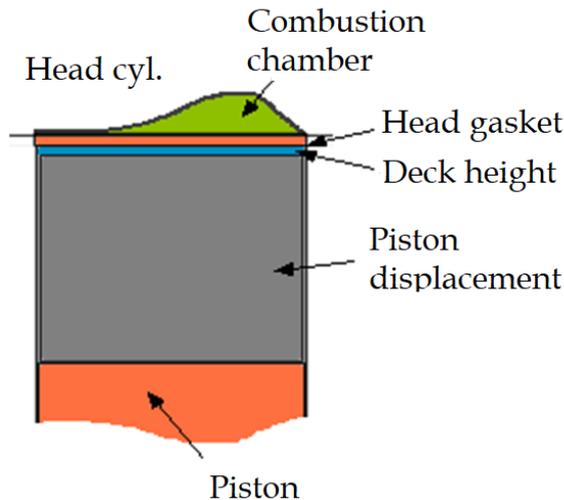
satuan yang ditunjukkan pada [Gambar 1.24](#).

1.9. Simulasi untuk Kasus Otomotif

1.9.1. Menghitung *engine displacement* dan *compression ratio*

Ketika kita merencanakan sebuah mesin untuk kepentingan peningkatan performansi, menghitung rasio kompresi (CR) adalah langkah yang diperlukan untuk sejumlah alasan mulai dari mematuhi aturan kompetisi sampai pada penggunaan bahan bakar yang sesuai.

Menurut definisi, rasio kompresi adalah total volume silinder dari piston di pusat titik mati bawah (TMB), dibagi dengan total volume terkompresi pada posisi piston di pusat mati atas (TMA). Untuk itu, kita akan membahas prosedur dan rumus untuk menentukan volume silinder dan kompresi, dengan mesin yang diilustrasikan pada [Gambar 1.26](#). Namun demikian, untuk pertama-tama, mari kita periksa konsekuensi jika rasio kompresi sebuah mesin tidak sesuai. Kompresi yang terlalu rendah biasanya akan menghasilkan kinerja mesin yang rendah. Di sisi lain, jika terlalu tinggi, resiko yang lebih besar seperti kerusakan komponen (piston, katup, dll) akan terjadi.



[Gambar 1.26](#). Sketsa silinder dan ruang bakar

Untuk kepentingan non komposisi sekalipun, ada baiknya untuk mengetahui dan memahami data yang diperlukan untuk menghitung CR – terutama jika akan mengganti ukuran piston atau merubah kepala silinder. Saat memesan piston, kita harus mengetahui sejumlah faktor untuk memastikan rasio kompresi yang aman.

1. Parameter input

Pengukuran yang diperlukan untuk menentukan CR:

- ✓ Diameter lubang silinder (D_s)
- ✓ Panjang stroke crankshaft (S_s)
- ✓ Diameter gasket kepala silinder (D_g)
- ✓ Ketebalan gasket kepala silinder (S_g)
- ✓ Volume ruang pembakaran (V_{rb})
- ✓ Volume kubah piston (V_{kp})
- ✓ Volume clearance dek piston (V_{dp})

2. Dasar Perhitungan

Volume Silinder (V_s)

$$V_s = \frac{\pi}{4} D_s^2 \cdot S_s \quad (1.1)$$

Volume sisa (V_{tdc})

Volume sisa merupakan total volume ruangan diatas piston saat berada pada titik mati atas (TDC)

Rasio Kompresi (CR)

$$CR = \frac{V_s + V_{tdc}}{V_{tdc}} \quad (1.2)$$

3. Kendala

Ada kesalahpahaman yang umum di antara penggemar mobil, bahwa bahan bakar yang memiliki oktan lebih tinggi akan

menghasilkan daya yang lebih besar. Ini adalah pemahaman yang salah. Daya mesin lebih tergantung pada jumlah maksimum campuran bahan bakar udara yang dapat dimasukkan ke dalam ruang bakar. Karena mesin yang berkinerja tinggi beroperasi dengan rasio kompresi tinggi, mereka lebih mungkin mengalami *knocking* dan karenanya untuk mengkompensasi, mereka membutuhkan bahan bakar dengan oktan yang lebih tinggi untuk mengendalikan pembakaran. Jadi, mobil sport memang membutuhkan bahan bakar dengan oktan yang tinggi, tapi itu bukan karena peringkat oktannya yang membuat dayanya besar, tetapi oktan tinggi itu untuk menahan *knocking*. Ada korelasi langsung antara rasio kompresi mesin dan kebutuhan oktan bahan bakar. **Tabel 1.4** berikut ini merupakan panduan kasar nilai oktan per rasio kompresi mesin untuk mesin karburator dan mesin injeksi. Untuk mobil dengan sistem injeksi bahan bakar modern dengan sistem manajemen mesin yang canggih, nilai-nilai ini diturunkan sekitar 5 hingga 7 poin.

Tabel 1.4. Perbandingan kebutuhan oktan bahan bakar

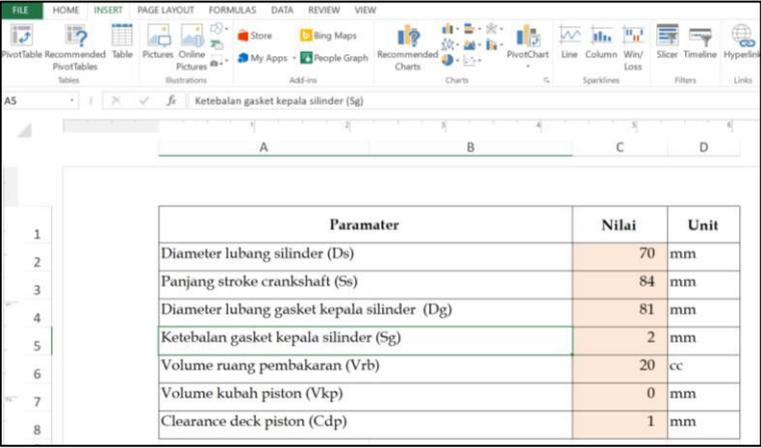
<i>Compression ratio</i> (CR)	Oktan	
	Mesin Carburator	Mesin Injeksi
5	72	67
6	81	76
7	87	82
8	92	87
9	96	91
10	100	95
11	104	99
12	108	103

4. Simulasi

Sebuah mesin memiliki spesifikasi sebagai berikut

Paramater	Nilai	Unit
Diameter lubang silinder (Ds)	80	mm
Panjang stroke Crankshaft (Ss)	84	mm
Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg)	81	mm
Ketebalan gasket kepala silinder (Sg)	2	mm
Volume ruang pembakaran (Vrb)	20	
Volume kubah piston (Vkp)	0	mm
Clearance deck piston (Cdp)	1	mm

Sekarang, mari kita masukkan data dalam spesifikasi mesin diatas ke Excel, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 1.27](#).



The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table of engine specifications. The table has three columns: 'Paramater', 'Nilai', and 'Unit'. The data is as follows:

Paramater	Nilai	Unit
Diameter lubang silinder (Ds)	70	mm
Panjang stroke crankshaft (Ss)	84	mm
Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg)	81	mm
Ketebalan gasket kepala silinder (Sg)	2	mm
Volume ruang pembakaran (Vrb)	20	cc
Volume kubah piston (Vkp)	0	mm
Clearance deck piston (Cdp)	1	mm

[Gambar 1.27](#). Menuliskan spesifikasi mesin di Excel

Selanjutnya, kita akan menghitung parameter output, yaitu:

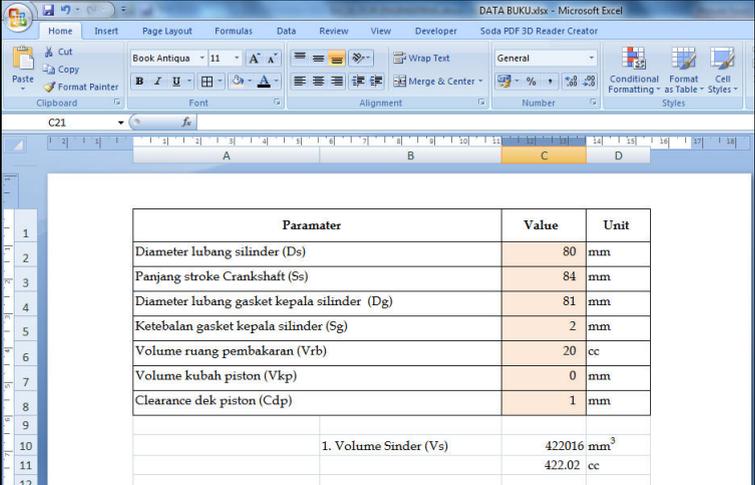
- Volume silinder,
- Volume sisa, dan
- rasio kompresi

a. Volume Silinder

Masukkan formula pada Cell C10

$$=3.14/4*C2^2*C3$$

Lalu tekan Enter, hasilnya disajikan pada Gambar 1.28.



The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table of engine parameters. The table has three columns: Parameter, Value, and Unit. The parameters listed are: Diameter lubang silinder (Ds), Panjang stroke Crankshaft (Ss), Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg), Ketebalan gasket kepala silinder (Sg), Volume ruang pembakaran (Vrb), Volume kubah piston (Vkp), and Clearance dek piston (Cdp). The calculated cylinder volume (Vs) is shown in cell C10 as 422016 mm³ and 422.02 cc.

Parameter	Value	Unit
Diameter lubang silinder (Ds)	80	mm
Panjang stroke Crankshaft (Ss)	84	mm
Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg)	81	mm
Ketebalan gasket kepala silinder (Sg)	2	mm
Volume ruang pembakaran (Vrb)	20	cc
Volume kubah piston (Vkp)	0	mm
Clearance dek piston (Cdp)	1	mm
1. Volume Sinder (Vs)	422016	mm ³
	422.02	cc

Gambar 1.28. Contoh tampilan hasil perhitungan volume silinder

Untuk mengubah satuan dari mm³ menjadi cc, pada Cell C11, masukkan formula:

$$=C10/1000$$

Atau menggunakan fungsi CONVERT

b. Volume Sisa

Volume sisa merupakan total semua ruangan diatas piston saat berada di TDC. Asumsikan bahwa mesin ini menggunakan piston tanpa dum/piston dengan kepala datar.

c. Volume lubang gasket (Vg)

Pada Cell C13, masukkan formula:

$$=3.14/4*C4^2*C5$$

Hasilnya ditampilkan pada Gambar 1.29 sebagai berikut.

Parameter	Value	Unit
Diameter lubang silinder (Ds)	80	mm
Panjang stroke Crankshaft (Ss)	84	mm
Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg)	81	mm
Ketebalan gasket kepala silinder (Sg)	2	mm
Volume ruang pembakaran (Vrb)	20	cc
Volume kubah piston (Vkp)	0	mm
Clearance dek piston (Cdp)	1	mm
1. Volume Sinder (Vs)	422016	mm ³
	422.02	cc
2. Volume lubang gasket (Vg)	10300.77	mm ³
	10.30	cc

Gambar 1.29. Contoh tampilan hasil perhitungan V_g

d. Volume Clearance deck piston

Pada Cell C16, masukkan formula:

$$=3.14/4 * C2^2 * C8$$

e. Total Volume Sisa

Pada cell C19, masukkan formula

$$=C6+C14+C17$$

Hasilnya ditampilkan pada Gambar 1.30 sebagai berikut.

Diameter lubang gasket kepala silinder (Dg)	81	mm
Ketebalan gasket kepala silinder (Sg)	2	mm
Volume ruang pembakaran (Vrb)	20	cc
Volume kubah piston (Vkp)	0	mm
Clearance dek piston (Cdp)	1	mm
1. Volume Sinder (Vs)	422016	mm ³
	422.02	cc
2. Volume lubang gasket (Vg)	10300.77	mm ³
	10.30	cc
3. Volume clearance dek (Vdp)	5024	mm ³
	5.02	cc
4. Total volume sisa (Vtdc)	35.32	cc

Gambar 1.30. Contoh tampilan hasil perhitungan volume clearance deck dan volume sisa

f. Rasio Kompresi

Pada Cell C31, masukkan formula

$$=(C11+C19)/C19$$

Hasilnya adalah sebagai berikut (lihat cell C21 pada [Gambar 1.31](#)).

	A	B	C	D
9				
10		1. Volume Sinder (Vs)	422016 mm ³	
11			422.02 cc	
12				
13		2. Volume lubang gasket (Vg)	10300.77 mm ³	
14			10.30 cc	
15				
16		3. Volume clearance dek (Vdp)	5024 mm ³	
17			5.02 cc	
18				
19		4. Total volume sisa (Vtdc)	35.32 cc	
20				
21		5. Rasio Kompresi (CR)	12.95	
22				
23				
24				

[Gambar 1.31](#). Contoh tampilan hasil perhitungan CR

5. Logika IF untuk menentukan *fuel requirement*

Sekarang, kita akan membuat rekomendasi bahan bakar dari hasil perhitungan rasio kompresi berdasarkan [Tabel 1.4](#).

Logika:

Jika CR ≤ 8, oktan 87

Jika CR ≤ 9, oktan 91

Jika CR ≤ 10, oktan 95

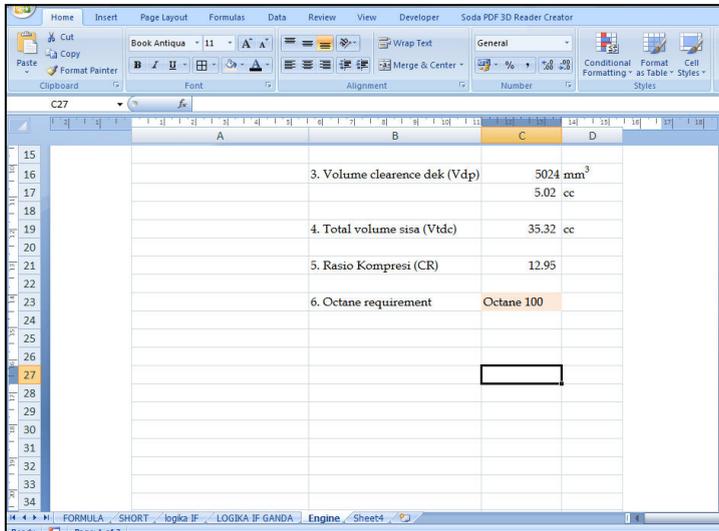
Jika CR ≤ 11, oktan 99

Jika CR ≤ 12, oktan 103

Pada Cell C23, masukkan Logika

```
=IF(C21<=8;"Octane 87";IF(C21<=9;"Octane 91";IF(C21<=95;"Octane 100";IF(C21<=11;"Octane 99";IF(C21<=12;"Octane 103";"Octane diatas 103")))))
```

Hasilnya ditampilkan pada [Gambar 1.32](#) sebagai berikut.



Gambar 1.32. Contoh penggunaan logika IF pada kasus *octane requirement*

Sekarang, lakukan perubahan nilai pada parameter input (Gambar 1.27) dan periksa perubahannya pada parameter outputnya.

1.9.2. Menghitung torsi pengereman

Prinsip dasar operasi rem adalah konversi energi. Bentuk energi dalam penggunaan otomotif adalah: kimia, listrik dan mekanik. Misalnya, untuk menstart mesin melibatkan beberapa konversi energi. Energi kimia dalam baterai diubah menjadi energi listrik. Kemudian, energi listrik diubah menjadi energi mekanik di motor starter untuk memutar mesin.

Pembakaran hidrokarbon dan oksigen dalam mesin menghasilkan energi panas. Sesuai hukum kekekalan energi, energi tidak dapat diciptakan atau dihilangkan, hanya dapat diubah menjadi bentuk energi lain. Energi panas diubah menjadi energi kinetik saat kendaraan bergerak. Energi kinetik adalah bentuk fundamental dari energi mekanik; yaitu energi

dari sebuah massa yang bergerak. Energi kinetik meningkat proporsional terhadap peningkatan berat kendaraan dan meningkat empat kali lipat terhadap peningkatan kecepatan.

1. Dasar sistem rem

Sistem rem yang paling banyak digunakan saat ini adalah rem yang dioperasikan dengan kaki untuk rem utama dan rem tangan tipe manual (*hand brake*). Rem utama menggerakkan rakitan rem di setiap roda secara bersamaan menggunakan tekanan hidrolik. Tekanan fluida yang dibangkitkan pada master silinder ditransmisikan ke masing-masing silinder roda melalui pipa rem. Silinder roda mendorong *brake pad* bersentuhan dengan drum atau rotor (*disc*) yang berputar untuk menghasilkan gesekan dan mengubah energi kinetik menjadi energi panas. Pada rem cakram (*disc brake*), torsi pengereman selain dipengaruhi oleh gesekan antara *brake pad* dengan *disc*, juga dipengaruhi oleh radius efektif antara bidang gesek *brake pad* dan poros roda.

2. Coefficient of Friction (μ)

Gesekan adalah perlawanan terhadap gerakan antara dua benda yang saling bersentuhan. Gesekan mengubah energi gerak menjadi panas. Jika kita membiarkan kendaraan meluncur netral pada permukaan yang rata, akhirnya energi kinetik akan diubah menjadi panas dalam bearing roda, bearing drivetrain, dan pada permukaan ban terhadap jalan sampai kendaraan berhenti total. Sistem rem menyediakan sarana mengubah energi kinetik melalui *brake pad* untuk menghasilkan gesekan dan panas.

Jumlah friksi yang dihasilkan sebanding dengan tekanan antara dua objek, komposisi material permukaan *brake pad* dan kondisi permukaan. Semakin besar tekanan yang diterapkan pada objek, semakin banyak gesekan dan panas yang dihasilkan.

Semakin banyak panas yang dihasilkan oleh gesekan, semakin cepat kendaraan bisa dihentikan.

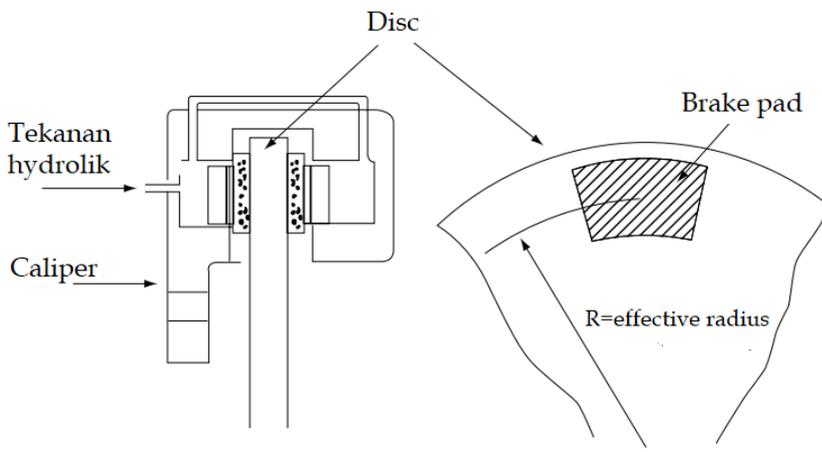
Koefisien gesekan adalah gaya minimum yang diperlukan untuk membuat suatu benda meluncur di permukaan benda lain, yang dibagi dengan gaya yang menekannya secara bersama. Koefisien gesekan tidak memiliki satuan.

3. Simulasi

Sebuah rem cakram ditunjukkan pada Gambar 1.33 menggunakan silinder berlawanan untuk memberikan gaya pada *brake pad* dan *brake pad* ini memberikan gaya jepit pada cakram. Dalam gambar tersebut, berlaku data sebagai berikut:

- P adalah tekanan hidrolik dalam N/m^2 ;
- A adalah luas penampang piston dalam m^2 ;
- μ adalah koefisien gesekan antara *brake pad* dan *disc*;
- R adalah radius efektif rem dalam m.

Gaya hidrolik pada setiap *brake pad* = $P \times A$ (newton). Gaya gesekan pada setiap *brake pad* = μPA (newton) dan total torsi pengereman (*braking torque*) = $2 \cdot R \cdot \mu \cdot P \cdot A$ (Nm).



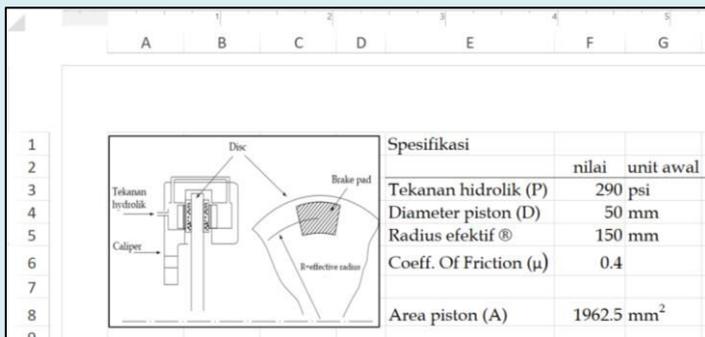
Gambar 1.33. Ilustrasi rem cakram

Latihan 1.4

Rem cakram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.33 memiliki piston hidrolik berdiameter 50 mm dan jari-jari efektif cakram rem 50 mm. Hitung torsi pengereman saat tekanan hidrolik 290 psi dan koefisien geseknya 0.4.

Penyelesaian:

1. Buat sket di Excel dan masukkan input parameter



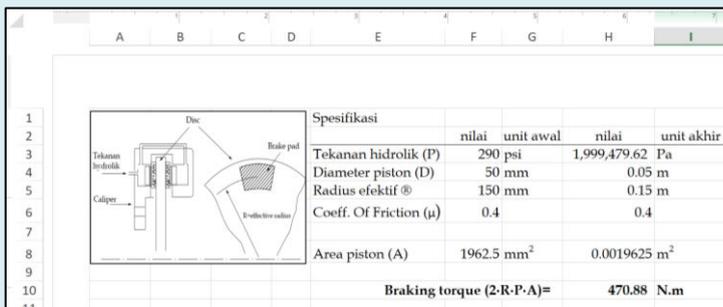
Spesifikasi		nilai	unit awal
Tekanan hidrolik (P)		290	psi
Diameter piston (D)		50	mm
Radius efektif (R)		150	mm
Coeff. Of Friction (μ)		0.4	
Area piston (A)		1962.5	mm ²

2. Diameter piston dan radius efektif cakram dalam mm harus dikonversi ke m. Begitu juga tekanan dalam psi harus dikonversi ke Pascal agar satuan akhir torsi pengereman dalam N.m.

$$H3 = \text{CONVERT}(F3, "psi", "Pa")$$

$$H4 = \text{CONVERT}(F4, "mm", "m")$$

$$H5 = \text{CONVERT}(F5, "mm", "m")$$



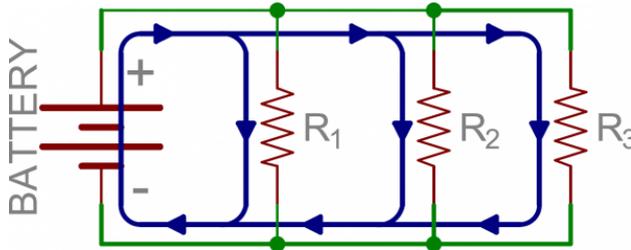
Spesifikasi		nilai	unit awal	nilai	unit akhir
Tekanan hidrolik (P)		290	psi	1,999,479.62	Pa
Diameter piston (D)		50	mm	0.05	m
Radius efektif (R)		150	mm	0.15	m
Coeff. Of Friction (μ)		0.4		0.4	
Area piston (A)		1962.5	mm ²	0.0019625	m ²
Braking torque (2-R*P*A)=				470.88	N.m

$$\text{Torsi pengereman, } H10 = 2 * H5 * H6 * H3 * H8$$

1.9.3. Menghitung resistor ekuivalen pada sirkuit paralel

1. Konsep sirkuit paralel

Jika komponen berbagi dua simpul, maka keduanya adalah rangkaian paralel. [Gambar 1.34](#) berikut adalah contoh skematik dari tiga resistor yang dirangkai paralel dengan baterai.

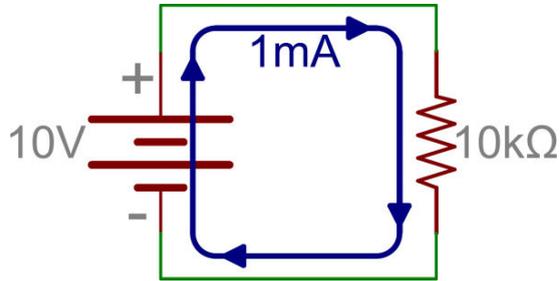


[Gambar 1.34](#). Rangkaian paralel [8]

Dari terminal baterai positif, arus mengalir ke R_1 , R_2 , dan R_3 . Simpul yang menghubungkan baterai ke R_1 juga terhubung ke resistor lain. Ujung lain dari resistor ini juga saling terkait, lalu diikat kembali ke terminal negatif baterai. Ada tiga jalur arus listrik yang berbeda sebelum arus kembali ke baterai. Inilah yang disebut rangkaian paralel. Jika dalam rangkaian seri semua komponen (R) dilewati arus yang sama, rangkaian paralel memiliki tegangan yang sama untuk semua komponen (R).

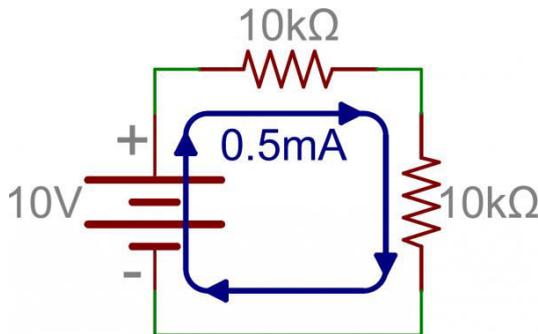
2. Resistor ekuivalen

Ketika kita menempatkan beberapa resistor dalam sebuah rangkaian, baik secara seri maupun paralel, kita telah mengubah cara arus mengalir melewatinya. Sebagai contoh, jika kita memiliki suplai 10V di resistor 10k, hukum Ohm mengatakan bahwa kita memiliki arus 1mA yang mengalir (lihat [Gambar 1.35](#)).



Gambar 1.35. Loop arus pada rangkaian

Jika kita kemudian menempatkan resistor $10\text{k}\Omega$ lain secara seri dengan yang pertama dan menjaga tegangan sumber tetap 10V , arus akan turun menjadi $0,5\text{ mA}$ karena resistansinya bertambah dua kali lipat, sebagaimana diilustrikan pada Gambar 1.36.



Gambar 1.36. Hukum Ohm pada rangkaian seri

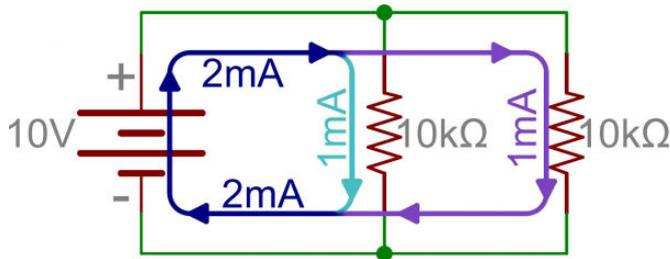
Dengan kata lain, nilai resistansi pada rangkaian seri adalah penambahan dari semua nilai tahanan yang ada, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.37.



$$R_{tot} = R_1 + R_2 + \dots + R_{N-1} + R_N$$

Gambar 1.37. Resistor equivalen pada rangkaian seri

Sekarang, bagaimana dengan resistor yang dirangkai secara paralel? Pertimbangkan contoh terakhir di mana kita mulai dengan suplai 10V dan resistor 10kΩ (Gambar 1.35), tapi kali ini kita menambahkan 10kΩ lagi secara paralel, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.38. Sekarang ada dua jalur arus listrik. Karena tegangan suplai tidak berubah, Hukum Ohm mengatakan resistor pertama masih akan menarik arus 1mA dan begitu juga resistor kedua, dan sekarang kita memiliki total 2mA yang berasal dari Sumber tegangan 10V. Ini menyiratkan bahwa kita telah mengurangi total hambatan menjadi dua.



Gambar 1.38. Hukum Ohm pada rangkaian paralel

Persamaan untuk menambahkan sejumlah resistor yang dirangkai secara paralel adalah sebagai berikut.

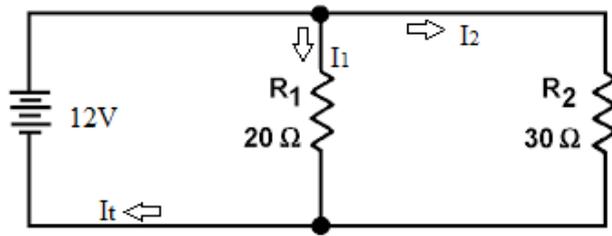
$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{N-1}} + \frac{1}{R_N} \quad (1.3)$$

Jika hanya ada dua resistor dapat disederhanakan menjadi

$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (1.4)$$

Latihan 1.5

1. Sebuah rangkain paralel seperti ditunjukkan dalam gambar berikut. Hitung nilai tahanan equivalennya.



Penyelesaian manual

Nilai tahanan ekuivalen

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \quad R_t = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} [\Omega], \quad R_t = 12\Omega$$

Penyelesaian dengan Excel

Buatlah desain penyelesaian seperti pada Excel berikut dan ketik Formulanya pada H5.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the circuit diagram on the left and the following data on the right:

R1 :	20 Ω
R2 :	30 Ω
RT :	<code>= (H3*H4)/(H3+H4)</code>

A red arrow points to the formula bar, labeled "Formula".

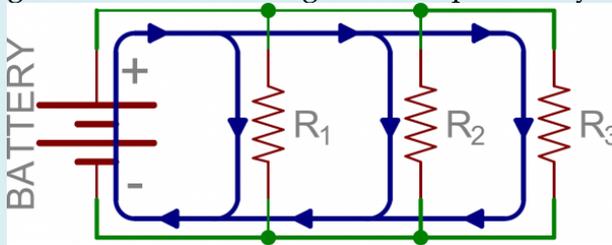
Kemudian, tekan Enter dan hasilnya seperti berikut

The screenshot shows the same Excel spreadsheet after calculation. The results are:

R1 :	20 Ω
R2 :	30 Ω
RT :	12 Ω

2. Tiga buah resistor dirangkai secara parallel sebagaimana

gambar berikut. Hitung resistor equivalennya.



$R_1=10 \Omega$; $R_2=20 \Omega$; $R_3=30 \Omega$

Penyelesaian dengan Excel

Buatlah desain penyelesaian seperti pada Excel berikut dan ketik Formulanya pada H5.

R1 :	10 Ω
R2 :	20 Ω
R3 :	30 Ω
RT :	=1/(1/H2+1/H3+1/H4)

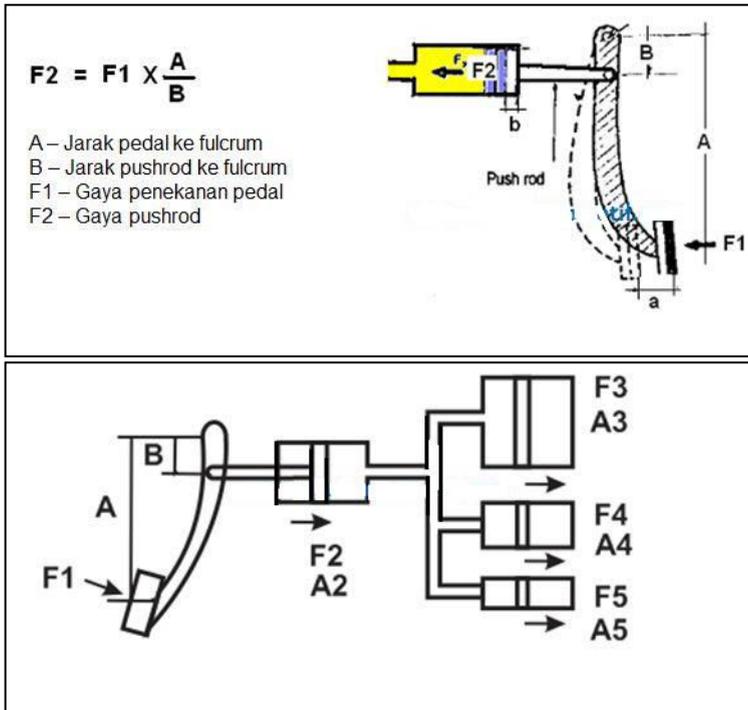
↑
Formula

Kemudian, tekan Enter dan hasilnya seperti berikut

R1 :	10 Ω
R2 :	20 Ω
R3 :	30 Ω
RT :	5,455 Ω

1.10. Evaluasi

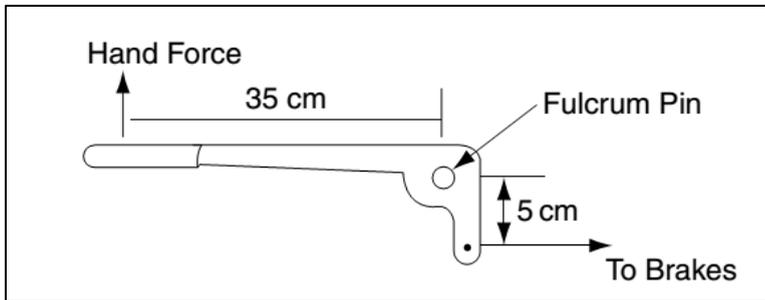
- Perhatikan sketsa master silinder berikut.



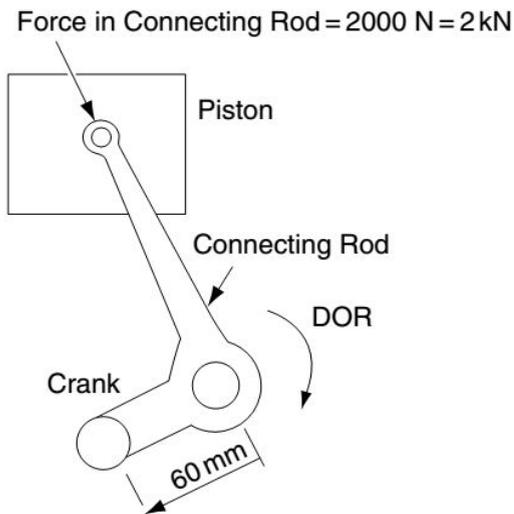
Bila diketahui gaya yang diberikan pengemudi saat mengerem yaitu 180 kg ($F_1 = 180 \text{ kg}$) dan jarak pedal dari fulcrum adalah 30 cm ($A = 30 \text{ cm}$) dan jarak push rod dari fulcrum adalah 6 cm ($B = 6 \text{ cm}$), diameter pada master silinder adalah 20 mm ($A_2 = 20 \text{ mm}$), diameter silinder roda $A_3 = 50 \text{ mm}$, diameter silinder roda $A_4 = 30 \text{ mm}$ dan diameter silinder roda $A_5 = 10 \text{ mm}$. Maka buatlah model formula perhitungan dalam Excel untuk $F_2 = ?$; $F_3 = ?$; $F_4 = ?$; dan $F_5 = ?$

- Dalam mekanisme tuas rem tangan seperti ditunjukkan pada Gambar berikut, diperlukan gaya pada kabel rem 420 N untuk menahan kendaraan agar tidak bergerak. Buat simulasi formula di Excel untuk menghitung kekuatan

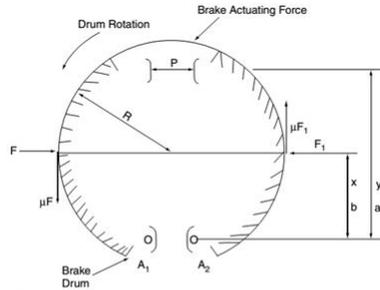
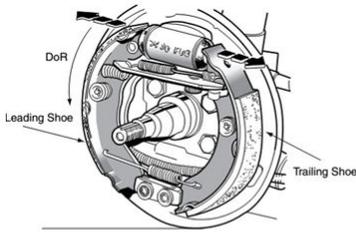
tangan untuk menarik tuas rem tersebut untuk menghasilkan 420 N di kabel rem.



3. Buat simulasi dengan Excel untuk menghitung Torsi mesin berikut.



4. Buat simulasi dengan Excel untuk menghitung gaya pengereman pada leading shoe dan trailing shoe dari rem tromol berikut.



Drum Radius = R	Actuating Force = P
F and F ₁ = Normal Force Created by P	μF and μF ₁ = Friction Forces
Action of Leading Shoe	
Taking Moments about Pivot A ₁	$Px = Fy - \mu FR$
	$F = \frac{Px}{(y - \mu R)}$
Action of Trailing Shoe	
Taking Moments about Pivot A ₂	$Px = F_1 y + \mu F_1 R$
	$\therefore F_1 = \frac{Px}{(y + \mu R)}$

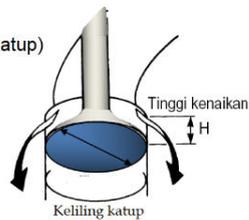
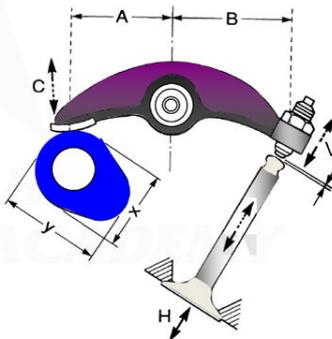
Panjang $x=12$ cm, jarak $y = 24$ cm dan jari-jari drum $R = 14$ cm. Jika gaya penggerak P adalah 800 newton dan koefisien gesekan = 0.4.

5. Sebuah mekanisme katup seperti ditunjukkan dalam Gambar berikut.

Tinggi angkat katup

$$H = C \times \frac{B}{A} - D$$

H (mm), $C = (y-x)$



Luas area efektif saluran katup

$$\text{Area efektif} = \pi \times D_v \times H \times N$$

N = Jumlah katup

D_v = Diameter katup

Buat simulasi di Excel untuk menghitung luas area efektif saluran katup, jika:

$A= 30$ mm; $B=32$ mm; $C=20$ mm; $V_c=0,1$ mm, dan $D_v=32$ mm.



CA-02

Menyederhanakan dan Menata Data

2.1. Learning Outcomes

CA-S-02-01	Mampu menggunakan MS Excel untuk memfilter data (<i>filtering</i>)
CA-S-02-02	Mampu menggunakan MS Excel untuk menyusun data (<i>sorting</i>)
CA-S-02-03	Mampu menggunakan MS Excel untuk mengkonversi <i>text to column</i>

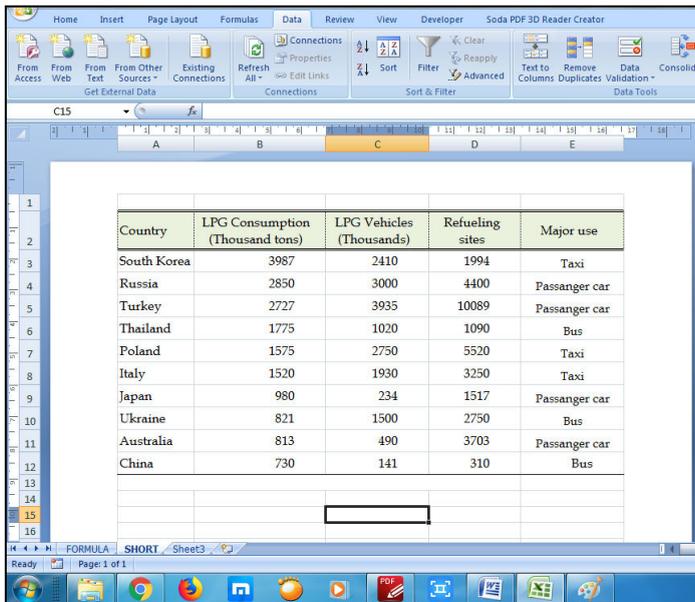
2.2. Memfilter Data

Kita dapat menggunakan Excel sebagai database kecil, menyortir baris data secara alfabet atau urutan angka, dan memilah hanya data yang kita inginkan saja yang ditampilkan dalam sheet. *Sorting* ini akan berkerja dengan baik ketika kolom memiliki header, seperti Nama Negara, Jumlah Kendaraan, Konsumsi LPG, dan sebagainya.

Hal paling penting untuk diingat adalah jangan memilih sebuah kolom sebelum melakukan *sorting*. Itu akan menyortir kolom secara terpisah dari data yang tersisa, dan kemungkinan bukan itu yang kita inginkan. Ketika kita mengklik sebuah kolom, Excel cukup cerdas untuk mengetahui apa yang kita lakukan.

Ketika kita ingin menyelesaikan data terkait pemilihan (*filtering*), Excel memiliki fitur otomatis yang juga akurat.

Contoh: Sortir sebuah daftar data berdasarkan urutan jumlah kendaraan, konsumsi, dan jumlah *refueling site* untuk membuat pemeringkatan dalam urutan dari rendah ke tinggi atau sebaliknya. Lihat sheet 'filter and sort' dalam file Excel untuk latihan ini, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 2.1](#).



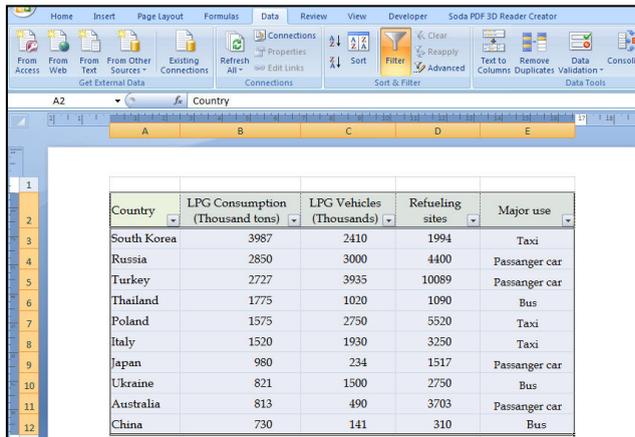
[Gambar 2.1](#). Menu *filter and sort*

Pada tabel yang sudah kita buat, kita akan melakukan *filtering* terhadap negara-negara yang menggunakan LPG secara mayoritas untuk kendaraan pribadi (*passenger car*). Caranya, blok semua cell dalam data yang kita buat → klik data → filter, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 2.2](#).



[Gambar 2.2](#). Menu filter

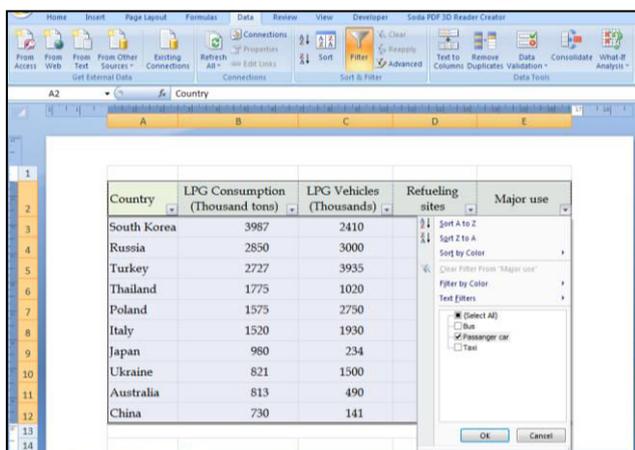
Perhatikan, sekarang ada tanda  pada setiap sisi kanan setiap header kolom, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.3. Klik tanda  untuk melakukan *filtering* data berdasarkan kriteria atau subjek yang akan kita pilih.



Country	LPG Consumption (Thousands tons)	LPG Vehicles (Thousands)	Refueling sites	Major use
South Korea	3987	2410	1994	Taxi
Russia	2850	3000	4400	Passanger car
Turkey	2727	3935	10089	Passanger car
Thailand	1775	1020	1090	Bus
Poland	1575	2750	5520	Taxi
Italy	1520	1930	3250	Taxi
Japan	980	234	1517	Passanger car
Ukraine	821	1500	2750	Bus
Australia	813	490	3703	Passanger car
China	730	141	310	Bus

Gambar 2.3. Tambilan cell saat operasi *filtering* diaktifkan

Dalam kasus ini, mari kita pilih daftar negara yang menggunakan LPG sebagai bahan bakar untuk *passenger car*, klik  pada header “major use”. Pilih tanda centang hanya pada *passenger car* lalu tekan OK.



Country	LPG Consumption (Thousands tons)	LPG Vehicles (Thousands)	Refueling sites	Major use
South Korea	3987	2410	1994	Taxi
Russia	2850	3000	4400	Passanger car
Turkey	2727	3935	10089	Passanger car
Thailand	1775	1020	1090	Bus
Poland	1575	2750	5520	Taxi
Italy	1520	1930	3250	Taxi
Japan	980	234	1517	Passanger car
Ukraine	821	1500	2750	Bus
Australia	813	490	3703	Passanger car
China	730	141	310	Bus

Gambar 2.4. Mengoperasikan *filtering*

Kemudahan, hasil *filtering* akan ditampilkan pada [Gambar 2.5](#). Secara otomatis, Excel akan menampilkan hanya negara-negara yang menggunakan LPG untuk *passenger car*, sementara penggunaan untuk bus dan taxi akan disembunyikan.

Country	LPG Consumption (Thousand tons)	LPG Vehicles (Thousands)	Refueling sites	Major use
Russia	2850	3000	4400	Passenger car
Turkey	2727	3935	10089	Passenger car
Japan	980	234	1517	Passenger car
Australia	813	490	3703	Passenger car

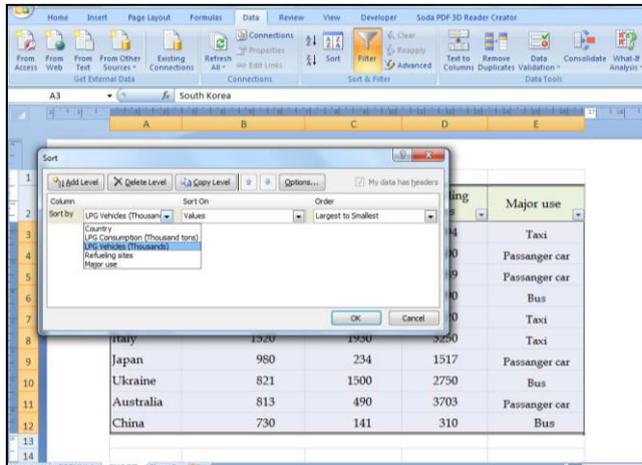
[Gambar 2.5](#). Hasil filtering

2.3. Menyusun Data (*Sorting*)

Dalam aplikasi Excel dikenal dengan istilah sort dan filter. fungsi sort pada aplikasi Excel adalah untuk mensortir sebuah data baik itu angka dari 0 s/d 9 atau 9 s/d 0 dan huruf dari A-Z atau Z-A. Istilah lainnya dari sort adalah *ascending* dan *descending*.

Sekarang, dengan data yang ada, kita akan membuat pemeringkatan jumlah kendaraan LPG dari yang terbesar ke yang terkecil dan sebaliknya (cara ini berlaku untuk membuat pemeringkatan pada kolom-kolom yang lain, misalnya daftar peringkat *refueling site* atau konsumsi).

Pada menu bar pilih Data→Sort, lalu akan tampil jendela untuk melakukan pemilihan kriteria, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 2.6](#) sebagai berikut.



Gambar 2.6. Mengoperasikan sorting data

Untuk melakukan penyusunan data (*sorting*), pada jendela pilih kriteria sebagai berikut.

- Sort by : *LPG vehicle*
- Sort on : *Values*
- Order : *Largest to smallest*
- Tekan : *OK*

Sekarang lihat, tanda  pada header *LPG vehicle* berubah menjadi  yang menandakan fungsi *sorting* sudah bekerja (lihat Gambar 2.7). Kemudian perhatikan bahwa urutan negara pada kolom A sudah berubah, sesuai dengan jumlah kendaraan LPG yang terbesar.

Country	LPG Consumption (Thousand tons)	LPG Vehicles (Thousands)	Refueling sites	Major use
Turkey	2727	3935	10089	Passanger car
Russia	2850	3000	4400	Passanger car
Poland	1575	2750	5520	Taxi
South Korea	3987	2410	1994	Taxi
Italy	1520	1930	3250	Taxi
Ukraine	821	1500	2750	Bus
Thailand	1775	1020	1090	Bus
Australia	813	490	3703	Passanger car
Japan	980	234	1517	Passanger car
China	730	141	310	Bus

Gambar 2.7. Perubahan tanda pada header tabel jika fungsi sort sudah bekerja

Kenyataannya, data yang kita inginkan bisa saja lebih kompleks, misalnya ingin mengurutkan jumlah kendaraan LPG dari terbesar ke yang terkecil tetapi berdasarkan pengelompokan benua dimana negara tersebut berada. Kita bisa memberikan warna pada negara-negara tersebut.

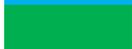
Asia



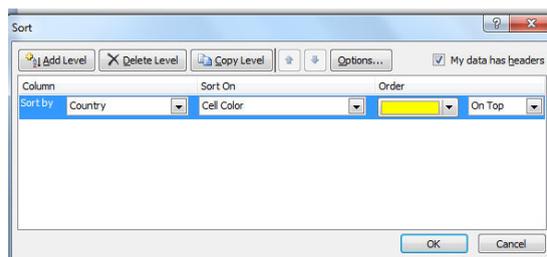
Eropa



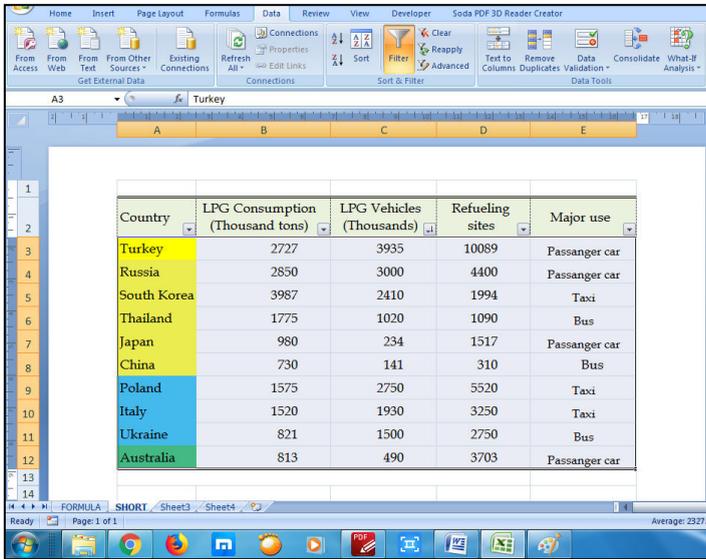
Australia



Dengan cara yang sama, kita pilih *sorting* berdasarkan *cell color*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.8 dan hasilnya disajikan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.8. Sort by color



Gambar 2.9. Tampilan data sort by color

2.4. Convert Text to Column

Para mahasiswa, praktisi, dan peneliti otomotif pasti akan menemui sebuah file CSV (**Comma Separated Values**) yaitu suatu format data dalam basis data, dimana setiap *record* dipisahkan dengan tanda koma (,) atau titik koma (;). Selain sederhana, format ini dapat dibuka dengan berbagai *text-editor* seperti Notepad, Wordpad, ataupun program spreadsheet seperti Microsoft Excel, Open Office Calc atau Google Docs [9].

File CSV diperoleh saat kita melakukan eksperimen atau pengambilan data dengan sebuah data logger. Nilai pembacaan dari sensor dan transduser akan dikirim ke komputer kita dengan file CSV. Agar dapat diolah, file tersebut harus dikonversi ke Excel. Berikut langkah langkahnya [10].

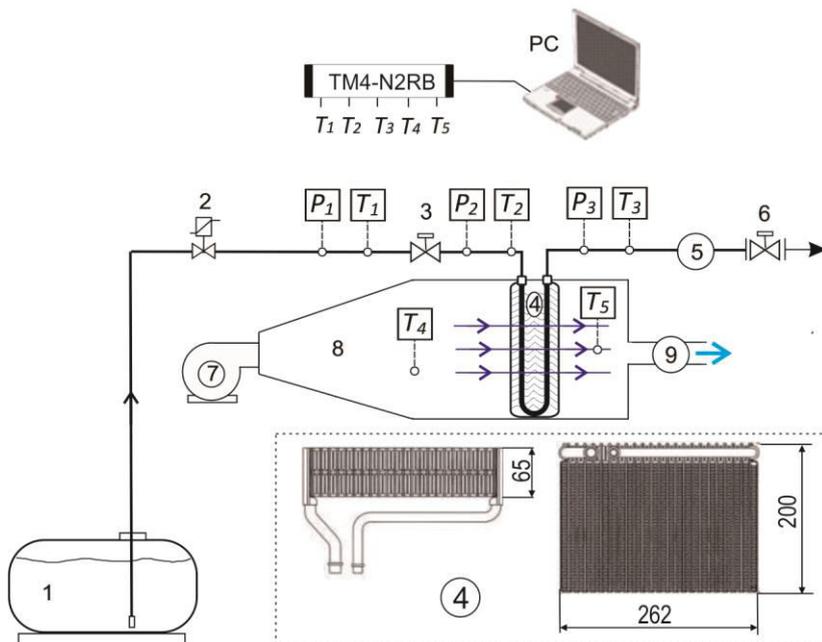
Sampai saat ini, terdapat 3 cara untuk mengkonversi CSV ke Excel.

1. Metode 1: Buka file CSV di Excel

2. Metode 2: Buka file CSV di Excel menggunakan Windows Explorer
3. Metode 3: Impor CSV ke Excel sebagai data eksternal

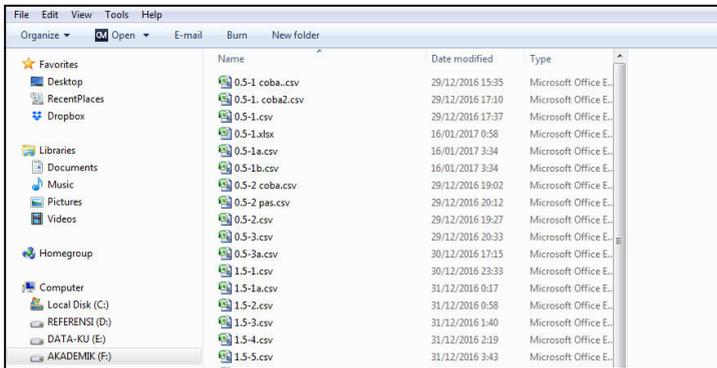
Namun, dalam kuliah ini hanya akan membahas metode yang ketiga: Impor CSV ke Excel sebagai data eksternal.

Sebagai contoh, kita memiliki data rekaman temperatur pada sebuah pengujian sistem pendingin yang ditransfer oleh sebuah data logger TMA-N2RB dari set up penelitian yang disajikan pada [Gambar 2.10](#). Data logger TMA-N2RB merekam temperatur secara kontinyu dari 5 thermokopel selama pengujian berlangsung.



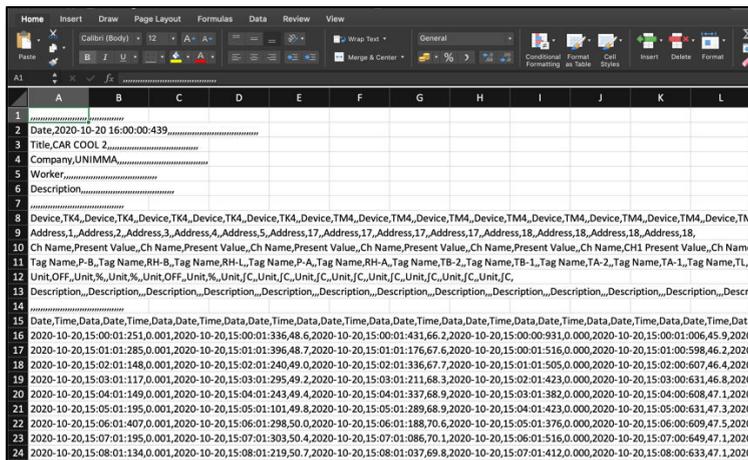
[Gambar 2.10](#). Contoh sebuah setup eksperimen [11]

Data-data dari pengujian tersebut akan dikirim ke komputer dalam file CSV seperti ditunjukkan dalam [Gambar 2.11](#).



Gambar 2.11. Contoh file CSV di folder

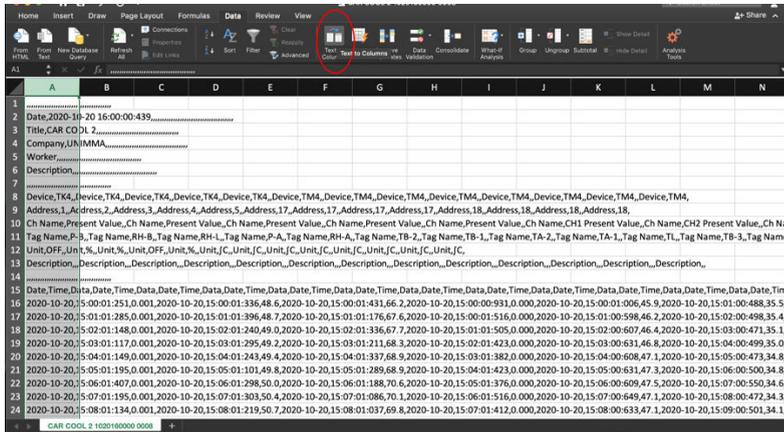
Sekarang, kita buka salah satu file CSV tersebut, dan hasilnya adalah data yang masing-masing terpisah dengan tanda comma saja, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Contoh file CSV

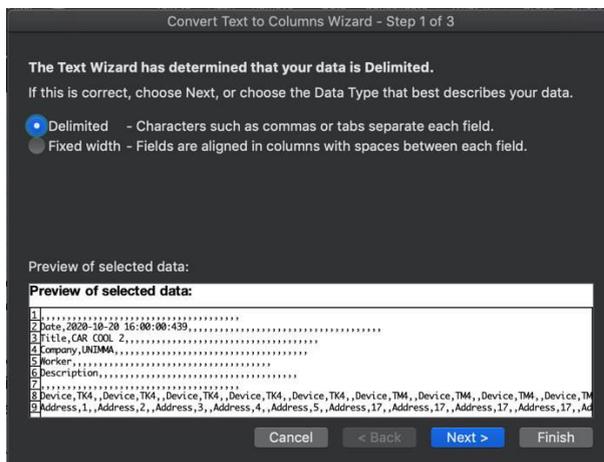
Kita perhatikan di Gambar 2.12, semua data dipisahkan dengan tanda koma dan menempati cell pertama. Untuk mengubahnya ke dalam file Excel, dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut.

1. Blok cell A, kemudian klik pada menu "data" dan pilih "text to column", sebagaimana disajikan pada Gambar 2.13.



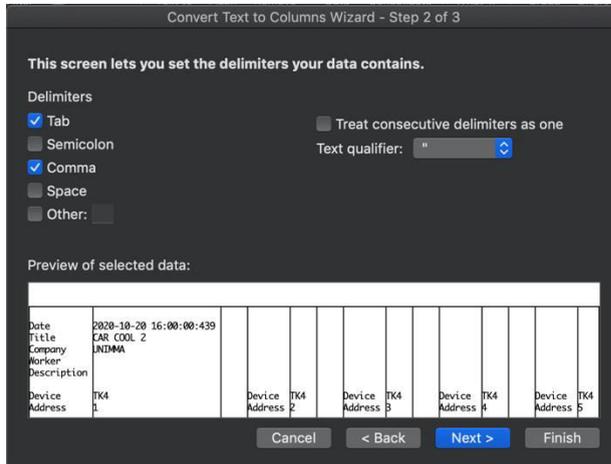
Gambar 2.13. Menu text to column

- Setelah diklik, akan muncul jendela seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14, kemudian pilih "delimited" dan klik "next".



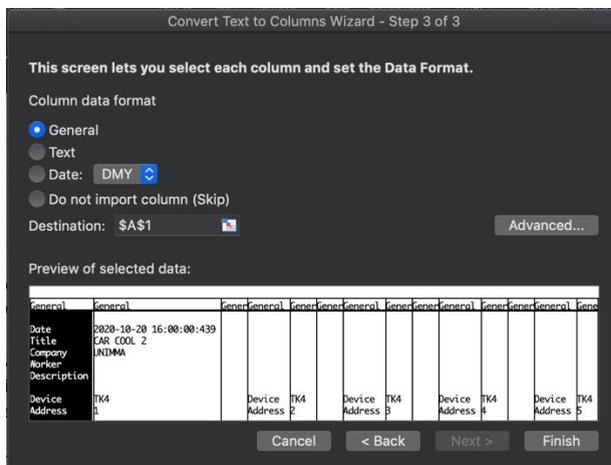
Gambar 2.14. Jendela convert text to column

- Lanjutkan dengan memilih "Tab" dan "Comma" seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15, kemudian klik "Next".

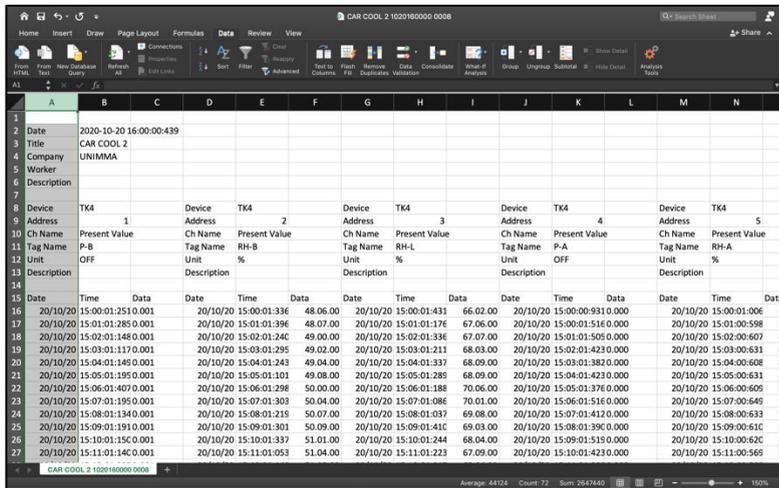


Gambar 2.15. Pengaturan delimiters pada jendela convert text to column

4. Terakhir, pilih "General" dan klik "Finish" sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.16 dan hasilnya, semua text sudah menempati cell Excel sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.17.



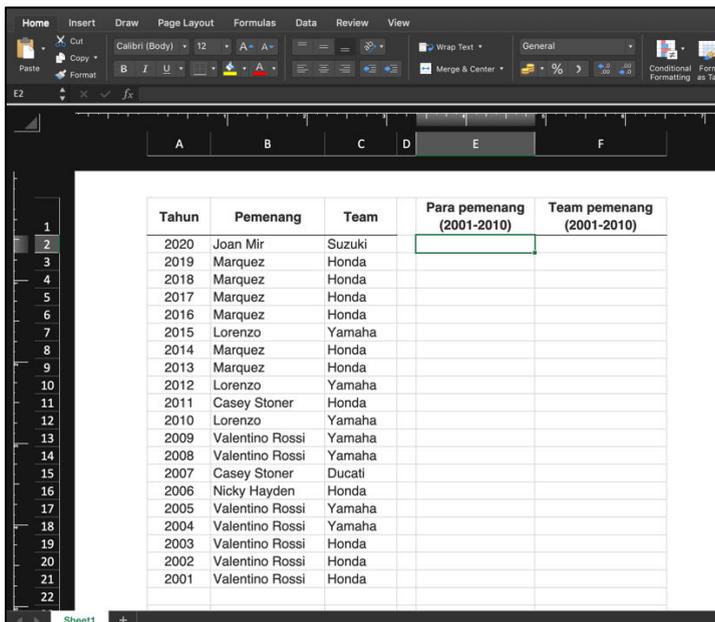
Gambar 2.16. Pengaturan kolom format pada jendela convert text to column



Gambar 2.17. Tampilan akhir dari *convert text to column*

2.5. Evaluasi

Perhatikan data pada Gambar 2.18 berikut.



Gambar 2.18. Data pemenang GP series 2001-2020

Data pada [Gambar 2.18](#) menyajikan list pemenang GP series dari tahun 2001-2020, secara total ada 20 data. Namun demikian, selama 20 tahun tersebut ada beberapa pembalap yang muncul berkali kali dengan team yang sama dan berbeda. Misalnya, Valentino Rossi pernah menjadi juara dengan Honda dan juga Yamaha. Dengan fungsi “UNIQUE” pada Excel, buatlah:

1. Para pemenang GP series pada cell E2
2. Team pemenang GP series pada cell F2
3. Di cell lain, buatlah data dengan *advanced filter* untuk menampilkan pembalap yang memenangi GP series lebih dari 3 kali dalam 20 tahun.
4. Di cell lain, buatlah data dengan *advanced filter* untuk menampilkan team balap yang memenangi GP series lebih dari 3 kali dalam 20 tahun.



CA-03

Membuat Grafik

3.1. Learning Outcomes

- CA-S-03-01 Membuat grafik batang (*bar chart*) yang representatif
 - CA-S-03-02 Membuat grafik lingkaran (*pie chart*) yang representatif
 - CA-S-03-03 Membuat grafik garis (*line chart*) yang representatif
 - CA-S-03-04 Membuat prediksi dengan extrapolasi
-

Grafik (*chart*) dimaksudkan untuk menyajikan informasi yang lebih jelas dan memudahkan orang untuk menginterpretasikan data. Ribuan data dalam cell Excel mungkin akan sangat sulit untuk dipahami, namun dengan mengubahnya kedalam bentuk grafik, kita bisa dengan lebih mudah membaca data tersebut. Grafik umumnya terbagi dalam tiga kategori berbeda: grafik garis, grafik batang, dan grafik lingkaran. Masing-masing dari ketiganya memiliki persamaan dan perbedaan khusus yang semuanya perlu dipelajari untuk pemahaman yang lebih baik.

Grafik batang menggunakan blok persegi panjang untuk mewakili berbagai jenis data. Grafik garis menggunakan garis dan mewakili tren dari waktu ke waktu dengan sangat baik. Hal ini menyebabkan tampilan yang sangat berbeda, tetapi perbedaan terbesar adalah grafik batang lebih fleksibel sedangkan grafik garis lebih baik untuk menampilkan tren dari

waktu ke waktu atau ukuran lain dengan perkembangan nilai yang logis. Sementara itu, grafik lingkaran umumnya digunakan untuk membandingkan suatu bagian dari keseluruhan, misalnya untuk membandingkan prosentase konsumsi energi berdasarkan sektor dan prosentase jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya. Grafik lingkaran tidak menunjukkan perubahan dari waktu ke waktu. Materi dalam bab ini disarikan dari beberapa sumber [12]-[15].

3.2. Beberapa Istilah Dalam Grafik

Grid Lines

Jumlah divisi di sepanjang sumbu y.

Graph Title

Judul muncul di bagian atas grafik dan harus mendeskripsikan grafik.

Axis Labels

Label yang muncul di sepanjang sumbu x dan y yang menjelaskan apa yang sedang diukur.

Source

Sumber data muncul di bagian bawah grafik dan dapat digunakan untuk memberikan kredit kepada penulis data.

Data Set

Ini menentukan jumlah item data dan kelompok item yang ingin Anda sertakan. Sesuaikan jumlah item menggunakan menu *pull-down*. (Tip: Jika Anda memiliki kurang dari lima bagian data tetapi tidak menyesuaikan jumlah kumpulan data yang sesuai, ruang kosong akan muncul pada grafik Anda).

Items & Groups

Grafik terdiri dari serangkaian item data, Sebagian di beberapa grup. Setiap item data memiliki nilai dan label nilai.

Min and Max Values

Nilai ini membatasi skala grafik.

Show Labels

Menampilkan nilai pada grafik.

Type

adalah nilai khusus data yang ditampilkan dengan setiap label.

Prefix

Tambahkan ke awal label data, seperti (\$).

Suffix

Tambahkan ke akhir tabel data, seperti (lbs, kg, cm, ft, °, %).

Position

Tempat label data ditampilkan pada grafik.

Label Color

Tempat label data ditampilkan pada grafik.

Background Color

Warna di belakang label data. Secara default, latar belakangnya transparan.

Font

Setel gaya font untuk semua teks dan nilai dalam grafik.

Font Color

Mengatur warna semua teks dan nilai.

Font Size

Mengatur ukuran font semua teks dan nilai. Ini bisa berbeda untuk label nilai dan teks lainnya (judul, sumber, dll).

Graph Preview

Ini menunjukkan status grafik Anda saat ini. Untuk membuat perubahan, klik tab Desain, Label, dan Data. Untuk mencetak atau mendownload grafik ini, klik tab Print/Save.

Start a New Graph

Memulai proyek grafik baru yang tidak berisi data atau pengaturan.

Erase this graph

Hapus semua data atau setelan dari proyek grafik saat ini.

Copy to new graph

Salin semua data atau pengaturan ke proyek grafik baru, di mana perubahan dapat dilakukan tanpa mempengaruhi proyek grafik asli.

Print

Tampilkan grafik ini dalam format yang sesuai untuk pencetakan.

Download

Unduh grafik ini ke komputer Anda dalam enam format file berbeda.

Email this Graph

Kirim email dengan pratinjau dan tautan ke proyek grafik Anda. Klik Kirim untuk mengirim email ke alamat email valid yang Anda tentukan.

3.3. Grafik Batang (*Bar chart*)

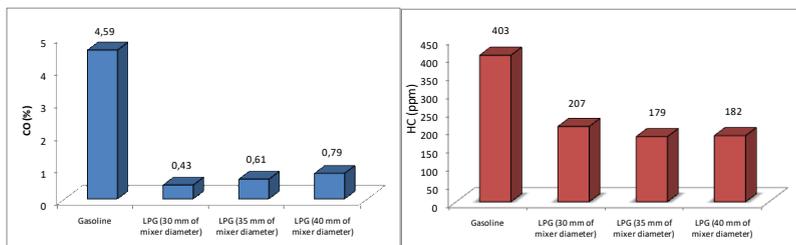
Grafik batang melibatkan balok persegi panjang dengan berbagai ketinggian dengan tinggi balok sesuai dengan nilai kuantitas yang diwakili. Sumbu vertikal menunjukkan nilai, misalnya jumlah kendaraan dan sumbu horizontal menunjukkan kategori, misalnya jenis kendaraan. Sebagai contoh konkret, jika Anda menghitung berbagai jenis kendaraan berdasarkan tipenya, setiap blok dapat mewakili mobil, penumpang, bus, truk, sepeda motor dengan dan tinggi masing-masing blok menunjukkan jumlah yang dihitung.

Setiap batang dalam grafik dapat mewakili hampir semua hal yang dapat dimasukkan ke dalam kategori, atau bahkan nilai

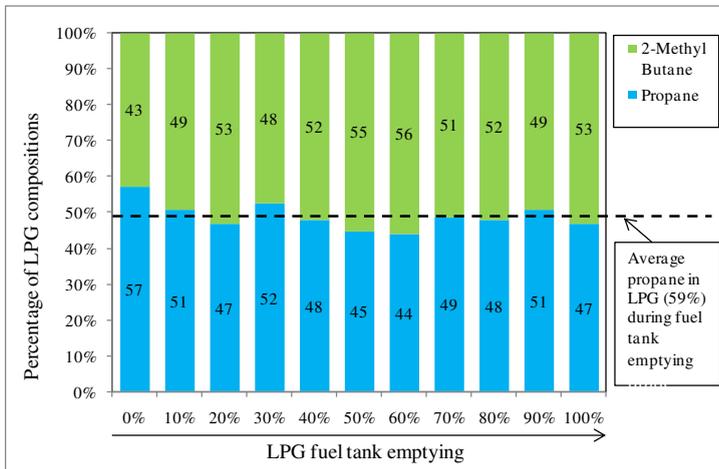
dengan kuantitas yang sama pada titik waktu yang berbeda. Ketinggian batang juga dapat mewakili berbagai hal, termasuk jumlah, harga, persentase, frekuensi, atau nilai dalam unit pengukuran apa pun (misalnya, tinggi, kecepatan, atau massa).

3.3.1. Mengorganisasikan grafik batang

Grafik batang dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana sesuatu berubah dari waktu ke waktu atau untuk membandingkan berbagai kategori. Grafik batang bagus untuk memplot data yang berlangsung bertahun-tahun (atau hari, minggu), memiliki perubahan yang sangat besar dari tahun ke tahun (atau hari ke hari), atau dapat digunakan untuk membandingkan item yang berbeda dalam kategori terkait (misalnya: membandingkan sesuatu hasil pengujian CO dan HC pada variasi pengujian mesin). Contoh Grafik batang disajikan pada [Gambar 3.1](#) dan [Gambar 3.2](#).



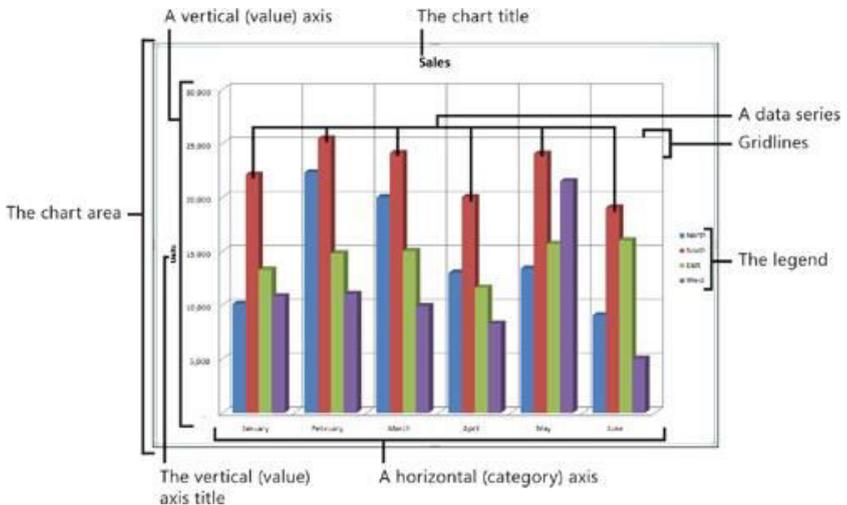
Gambar 3.1. Contoh penggunaan grafik batang



Gambar 3.2. Contoh penggunaan grafik batang yang di-custom

3.3.2. Anatomi grafik batang

Grafik batang dapat dilengkapi dengan judul, X-Axis, Y-Axis, data, legenda, dan kelengkapan lain sebagaimana disajikan pada Gambar 3.3.



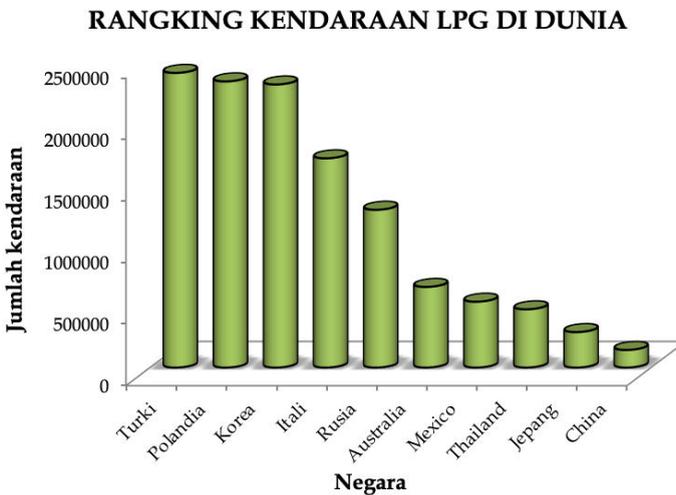
Gambar 3.3. Anatomi grafik batang

Judul/Chart title

Judul memberikan penjelasan singkat tentang apa yang ada di grafik Anda. Ini membantu mengidentifikasi apa yang akan mereka lihat. Ini bisa dibuat kreatif atau sederhana. Judul grafik ini menjelaskan kepada pembaca bahwa grafik tersebut berisi informasi tentang apa yang digambarkan dalam grafik. **Namun demikian**, grafik pada sebuah karya ilmiah seperti artikel dalam jurnal atau proseding, judul grafik tidak diperlukan, mereka akan dipindahkan pada “caption” gambar yang umumnya diletakkan dibawah gambar.

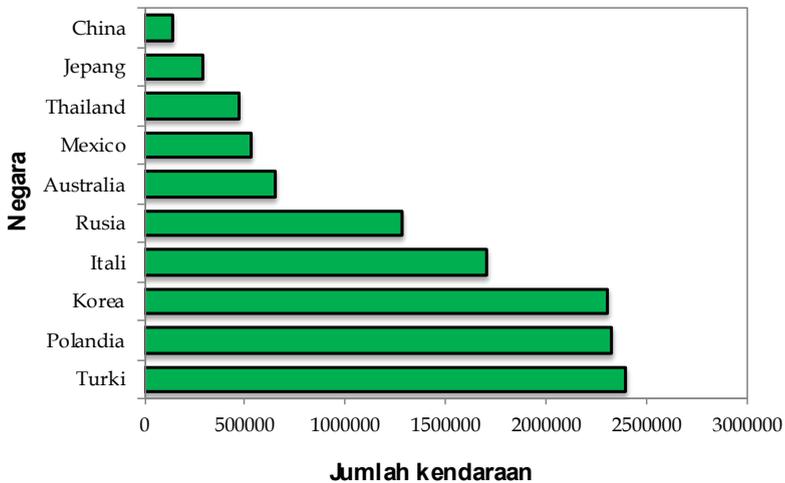
X-Axis

Grafik batang memiliki sumbu x dan sumbu y. Pada kebanyakan grafik batang, seperti pada [Gambar 3.4](#), sumbu x berjalan secara horizontal (datar). Terkadang grafik batang dibuat sedemikian rupa sehingga batang-batang tersebut menyamping seperti pada [Gambar 3.5](#). Kemudian sumbu x memiliki angka yang mewakili periode waktu berbeda atau nama hal-hal yang dibandingkan.



Gambar 3.4. Grafik batang vertikal

RANGKING KENDARAAN LPG DI DUNIA



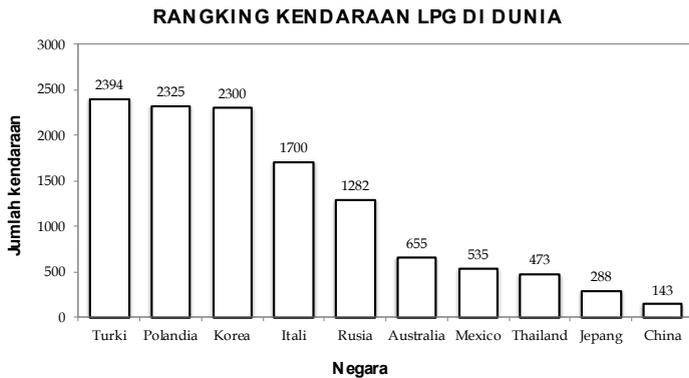
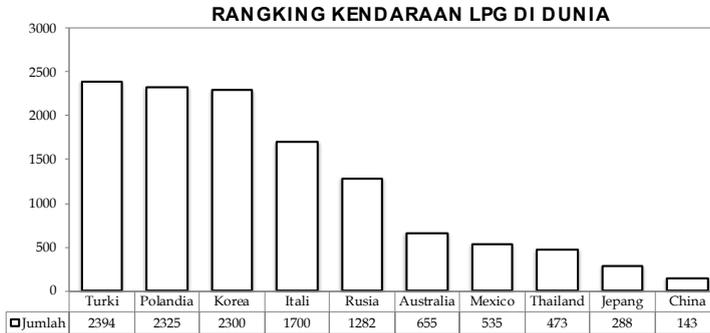
Gambar 3.5. Grafik batang horizontal

Y-Axis

Pada kebanyakan grafik batang, seperti Gambar 3.4, sumbu y berjalan secara vertikal. Terkadang grafik batang dibuat sedemikian rupa sehingga batang tersebut menyamping seperti pada Gambar 3.5, dimana sumbu y horizontal (datar). Biasanya, sumbu y memiliki angka untuk jumlah benda yang diukur. Sumbu y biasanya mulai menghitung dari 0 dan dapat dibagi menjadi bagian yang sama sebanyak yang Anda inginkan.

Data label dan data table

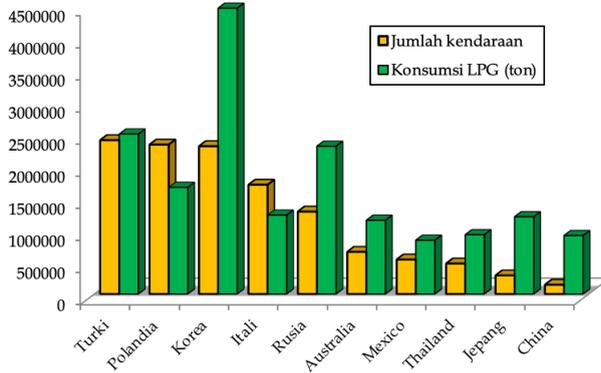
Bagian terpenting dari grafik Anda adalah informasi atau data yang dikandungnya. Grafik batang dapat menyajikan data dengan berbagai cara, sebagaimana disajikan pada Gambar 3.6. Gambar atas adalah data table dan bawah adalah data label.



Gambar 3.6. Data table (atas) dan data label (bawah)

Legenda

Legenda memberi tahu kita apa yang diwakili oleh setiap batang. Seperti di peta, legenda membantu pembaca memahami apa yang mereka lihat. Contoh legenda dapat ditemukan pada [Gambar 3.7](#)



Gambar 3.7. Contoh menyajikan legenda

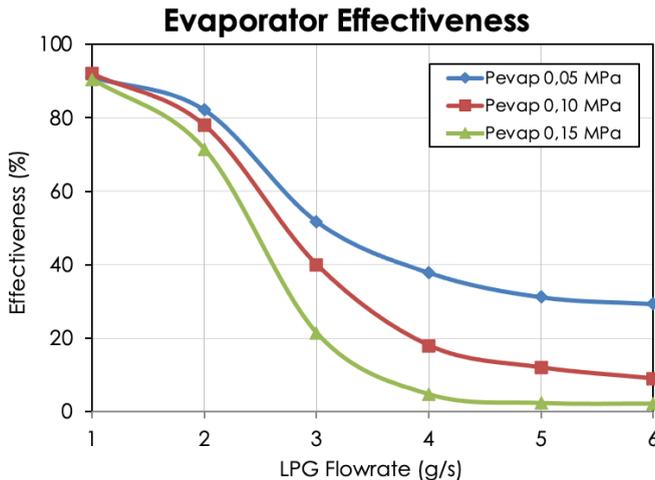
3.4. Grafik Garis (*Line chart*)

Grafik garis berbeda dengan grafik batang karena kita memplot titik-titik individu pada dua sumbu dan menggabungkan titik-titik yang berdekatan menggunakan garis lurus. Sumbu vertikal pada dasarnya dapat mewakili apa saja, tetapi sumbu horizontal biasanya mewakili waktu. Garis kontinu menyiratkan tren dari waktu ke waktu atau setidaknya pada beberapa kuantitas yang meningkat secara berurutan, seperti jarak dari titik tertentu. Tampilan grafik garis sangat berbeda dengan grafik batang (karena hanya ada garis tipis yang diplot pada sumbu daripada balok besar), tetapi fungsinya juga berbeda secara substansial. Grafik garis juga dapat mewakili tren dalam banyak jumlah dari waktu ke waktu, dengan menggunakan beberapa garis, bukan hanya satu.

3.4.1. Mengorganisasikan grafik garis

Contoh sebuah grafik garis disajikan pada Gambar 3.8, dimana sumbu vertikal mewakili efektivitas pertukaran kalor pada sebuah evaporator dan sumbu horizontal mewakili laju aliran LPG pada evaporator. Tiga kurva dalam grafik mewakili nilai efektivitas pertukaran kalor pada 3 level tekanan sebagaimana dijelaskan pada legenda. Dalam contoh ini, meskipun tidak

dilakukan pengambilan data pada pada laju aliran massa 1,5 g/s atau pada 2,5 g/s, namun nilai efektivitas pertukaran kalor pada titik tersebut dapat diprediksikan karena terbentuk sebuah kurva.



Gambar 3.8. Contoh grafik garis

3.4.2. Anatomi grafik garis

Judul/Chart title

Judul memberikan penjelasan singkat tentang apa yang ada di grafik. Ini membantu pembaca mengidentifikasi apa yang akan mereka lihat. Ini bisa dibuat kreatif atau sederhana untuk menceritakan apa yang ada di grafik. Sebagai contoh pada Gambar 3.8, judul grafik ini menjelaskan kepada pembaca bahwa grafik tersebut berisi informasi tentang perubahan efektivitas pertukaran kalor pada sebuah evaporator pada rentang laju alira massa LPG dari 1 g/s sampai 6 g/s. Meskipun demikian, pada sebuah artikel ilmiah, judul grafik tidak diperlukan dan digantikan dengan caption pada gambar.

Legenda

Legenda menceritakan apa yang diwakili setiap garis/kurva. Seperti di sebuah peta, legenda membantu pembaca memahami

apa yang mereka lihat. Legenda ini memberi tahu kita bahwa garis biru, merah dan hijau masing-masing mewakili tekanan evaporasi 0,05; 0,10; dan 0,15 MPa.

Y-Axis

Dalam grafik garis, sumbu y berjalan secara vertikal. Sumbu y biasanya mulai menghitung dari 0 dan dapat dibagi menjadi bagian yang sama sebanyak yang Anda mau. Dalam grafik garis ini, sumbu y mengukur efektivitas evaporator dalam satuan % (persen).

Data

Bagian terpenting dari grafik adalah informasi, atau data, yang dikandungnya. Grafik garis dapat menampilkan lebih dari satu grup data dalam satu waktu. Dalam grafik ini, tiga set data disajikan.

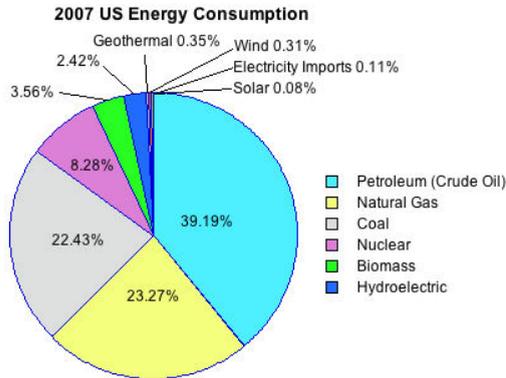
X-Axis

Pada grafik garis, sumbu x berjalan secara horizontal (datar). Biasanya, sumbu x memiliki angka yang mewakili periode waktu berbeda. Dalam grafik garis ini, sumbu x mengukur laju aliran massa LPG dalam satuan g/s.

3.5. Diagram Lingkaran (*Pie chart*)

3.5.1. Mengorganisasikan diagram lingkaran

Diagram lingkaran dapat digunakan untuk menunjukkan persentase dari keseluruhan, dan mewakili persentase pada titik waktu tertentu. Tidak seperti grafik batang dan grafik garis, diagram lingkaran tidak menunjukkan perubahan seiring waktu. [Gambar 3.9](#) menunjukkan contoh sebuah *pie chart* konsumsi energi di U.S pada tahun 2007.



Gambar 3.9. Contoh pie chart

(Sumber: <https://www.e-education.psu.edu/ebf301/node/457>)

3.5.2. Anatomi grafik lingkaran

Judul/Chart title

Judul memberikan penjelasan singkat tentang apa yang ada di grafik. Sebagai contoh pada **Gambar 3.9**, judul grafik ini memberi tahu pembaca bahwa grafik tersebut berisi informasi tentang konsumsi energi di U.S pada tahun 2007.

Legenda

Legenda menceritakan apa yang diwakili oleh setiap irisan. Seperti di peta, legenda membantu pembaca memahami apa yang mereka lihat. Legenda ini memberi tahu kita bahwa irisan hijau melambangkan biomass, warna biru melambangkan crude oil, dan sebagainya.

Data

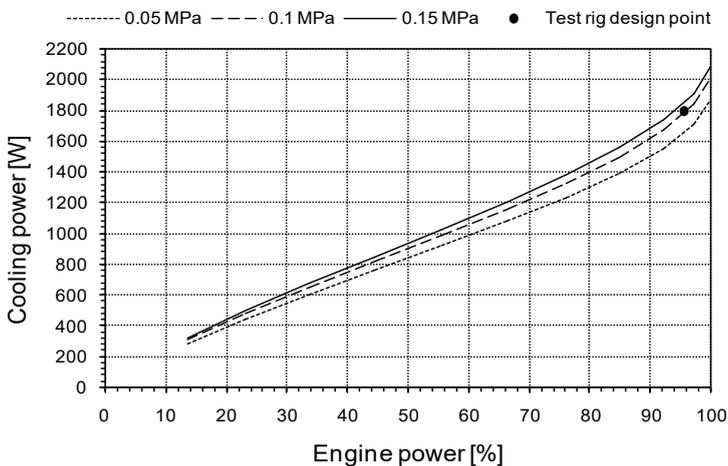
Bagian terpenting dari bagan Anda adalah informasi atau data, yang dikandungnya. Pie chart mewakili data sebagai bagian dari 100 (persentase). Setiap potongan mewakili bagian data yang berbeda.

3.6. Scatter Plots

Scatter plot dapat menunjukkan berbagai macam korelasi antar variabel dengan selang kepercayaan tertentu. Misalnya, daya

pendinginan dan daya mesin, daya pendinginan berada pada sumbu y dan daya mesin berada pada sumbu x, sebagaimana dicontohkan pada [Gambar 3.10](#). Korelasi mungkin positif (naik), negatif (turun), atau nol (tidak berkorelasi). Pola titik-titik yang miring dari kiri bawah ke kanan atas menunjukkan adanya korelasi positif antar variabel yang diteliti. Jika pola titik-titik miring dari kiri atas ke kanan bawah menunjukkan korelasi negatif. Garis yang paling sesuai (atau disebut 'garis tren') dapat dibuat untuk mempelajari hubungan antara variabel.

Persamaan untuk korelasi antara variabel dapat ditentukan dengan prosedur yang paling sesuai. Untuk korelasi linier, prosedur yang paling sesuai dikenal sebagai regresi linier dan dijamin akan menghasilkan solusi yang tepat dalam waktu yang terbatas. Scatter plot juga sangat berguna ketika kita ingin melihat bagaimana dua kumpulan data yang dapat dibandingkan menunjukkan hubungan nonlinear antar variabel.

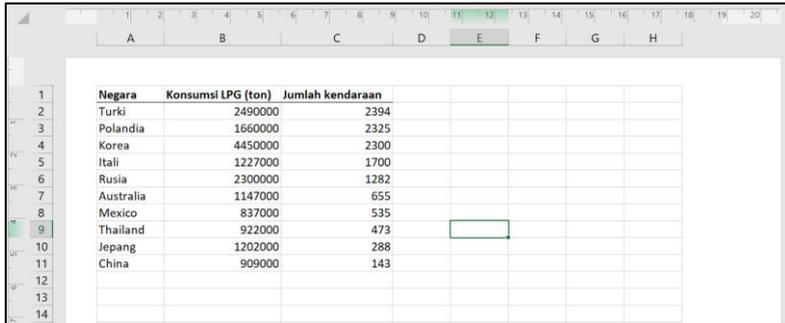


Gambar 3.10. Scatter plots

3.7. Praktek Membuat Grafik

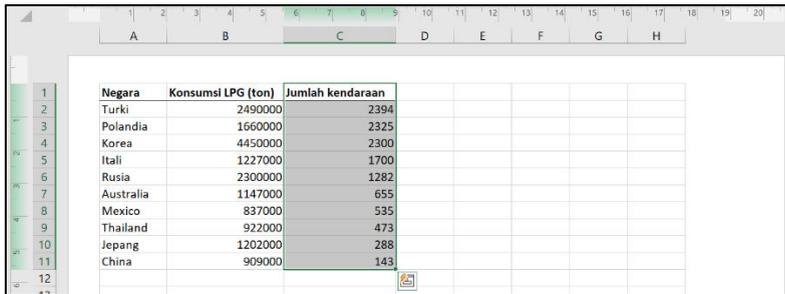
3.7.1. Grafik batang

1. Buat tabel seperti gambar berikut.



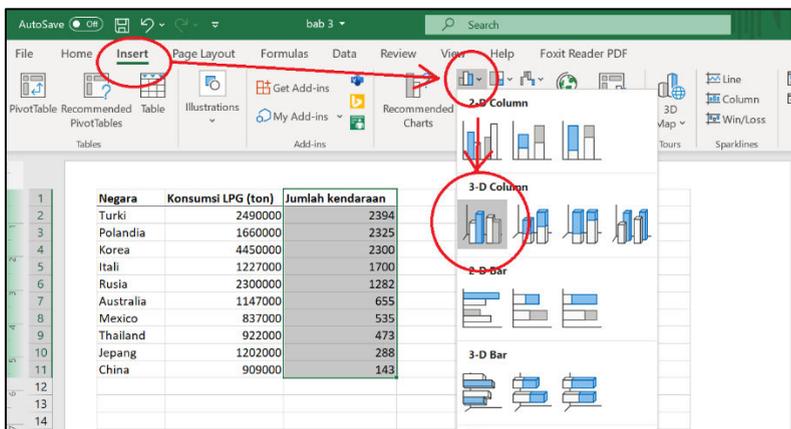
Negara	Konsumsi LPG (ton)	Jumlah kendaraan
Turki	2490000	2394
Polandia	1660000	2325
Korea	4450000	2300
Itali	1227000	1700
Rusia	2300000	1282
Australia	1147000	655
Mexico	837000	535
Thailand	922000	473
Jepang	1202000	288
China	909000	143

2. Blok pada kolom jumlah kendaraan

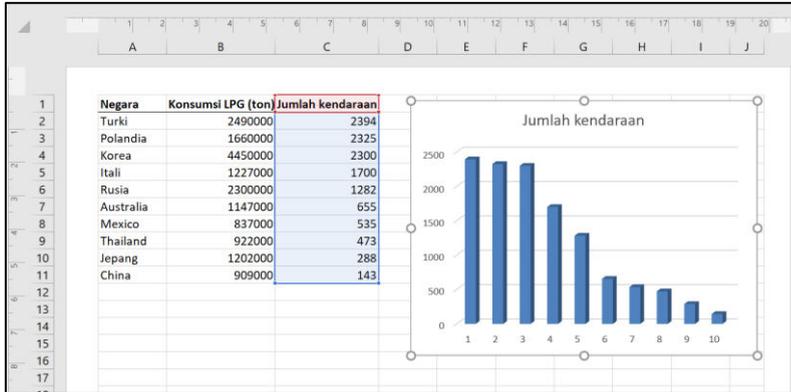


Negara	Konsumsi LPG (ton)	Jumlah kendaraan
Turki	2490000	2394
Polandia	1660000	2325
Korea	4450000	2300
Itali	1227000	1700
Rusia	2300000	1282
Australia	1147000	655
Mexico	837000	535
Thailand	922000	473
Jepang	1202000	288
China	909000	143

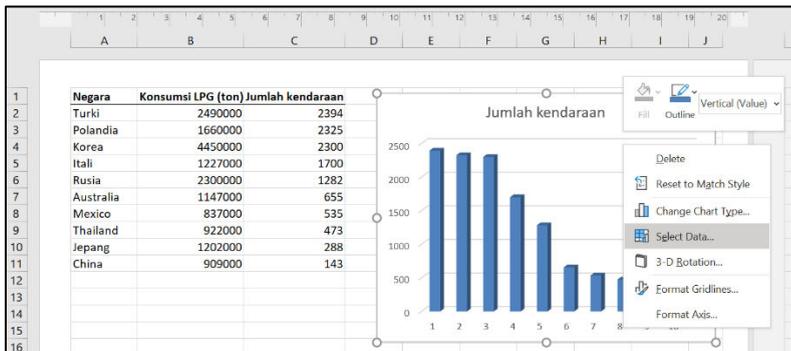
3. Pilih menu insert → Chart → pilih desain grafik yang sesuai. Dalam contoh ini dipilih model 3-D column



4. Hasilnya akan tampil seperti berikut.



5. Sesuaikan x-title, dengan mengklik kanan pada gambar dan pilih "Select data", kemudian klik pada pilihan Edit data pada bagian horizontal (category) axis labels.



Select Data Source

Chart data range:

Switch Row/Column

Legend Entries (Series)

- Jumlah kendaraan

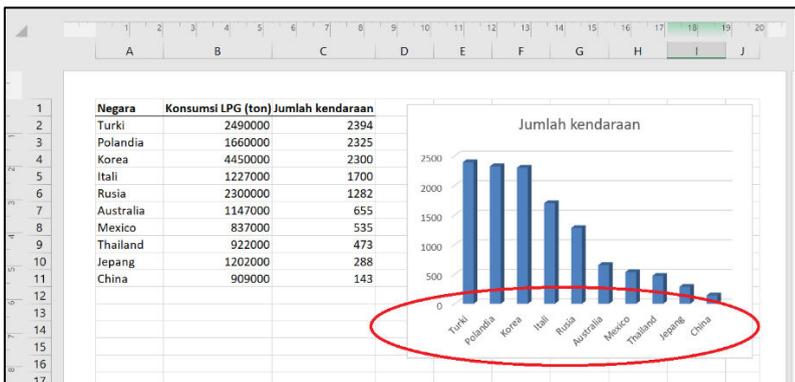
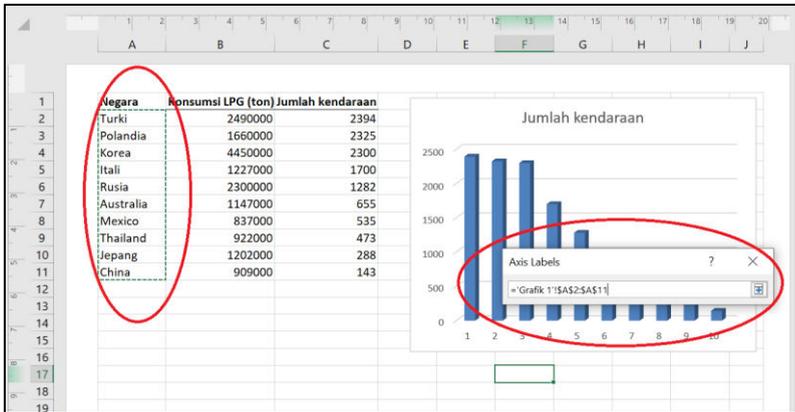
Horizontal (Category) Axis Labels

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Hidden and Empty Cells

OK Cancel

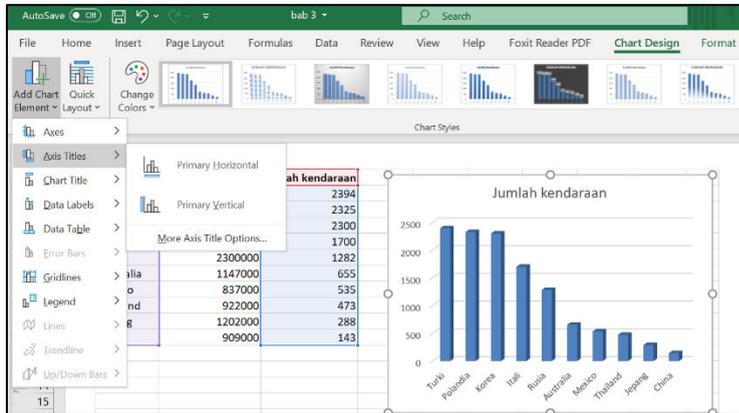
Arahkan cursor pada kolom negara dan hasilnya akan berubah seperti pada gambar berikut.



6. Seting grafik

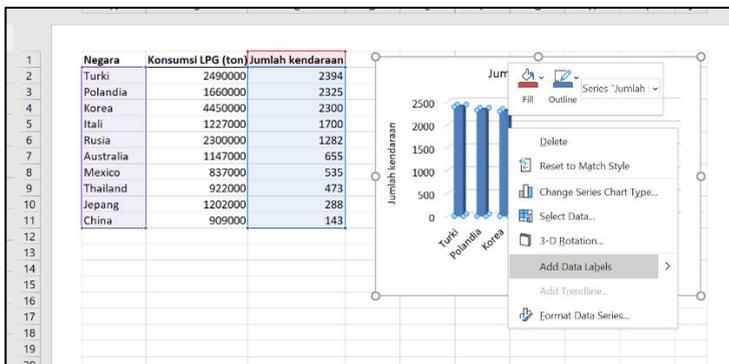
a. Menambahkan axis title

Klik pada menu Chart design → add chart element → axis titles, pilih primary horizontal dan primary vertical secara bergantian.



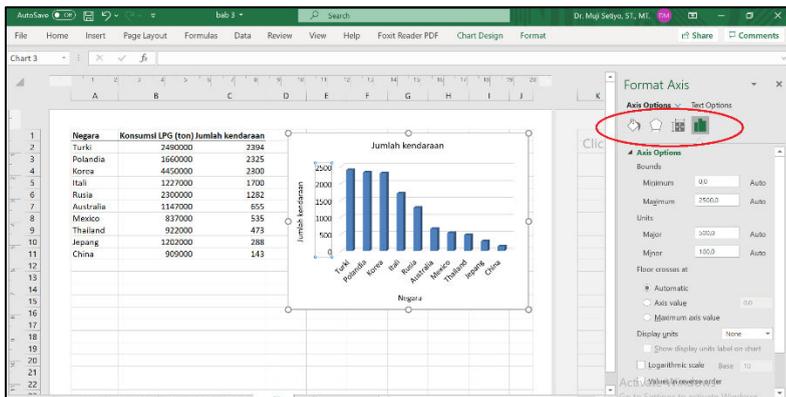
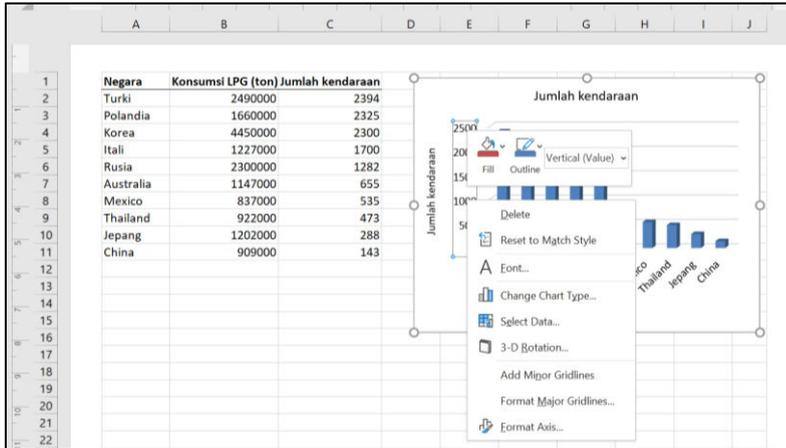
b. Menambahkan data label

Klik kanan pada batang grafik, kemudian pilih add data labels.



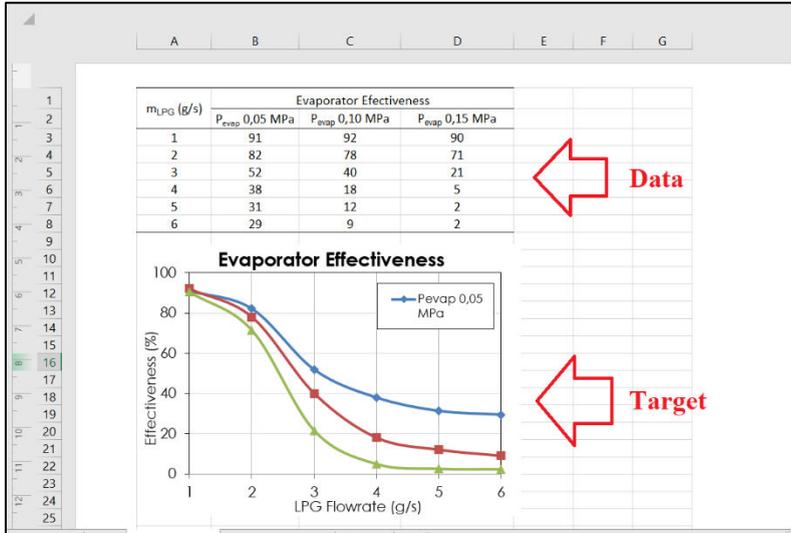
7. Setting lanjutan

Kita dapat meng-custom grafik dengan cara mengklik kanan pada setiap komponen grafik (axis, plot area, gridline, dll), sebagai contoh ketika y-axis diklik kanan, maka akan muncul menu navigasi seperti ini.



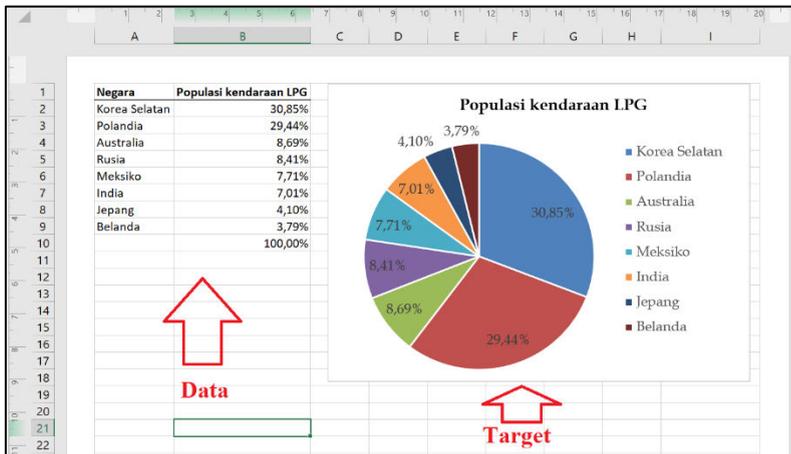
3.7.2. Grafik garis

Dengan cara yang hampir sama dengan membuat grafik batang, buatlah grafik garis dengan data sebagai berikut. Anda dapat memilih beragam metode membuatnya hingga tampilannya seperti pada gambar.



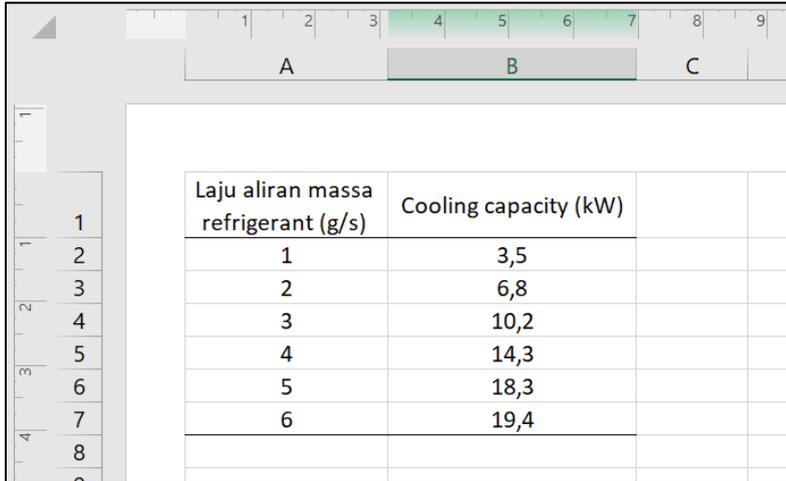
3.7.3. Grafik lingkaran

Buatlah grafik lingkaran seperti pada contoh berikut ini.



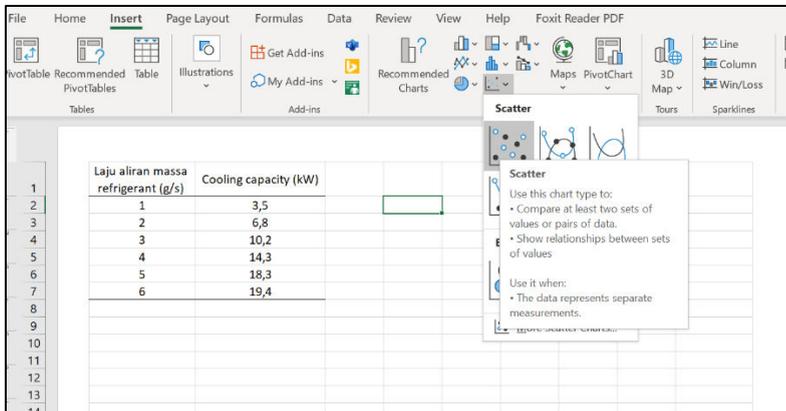
3.7.4. Scatter plots

Sebuah data menyajikan hasil penukaran kapasitas pendinginan terhadap laju aliran masa refrigerant sebagaimana disajikan pada cell berikut. Buat grafik korelasinya menggunakan Scatter plots.

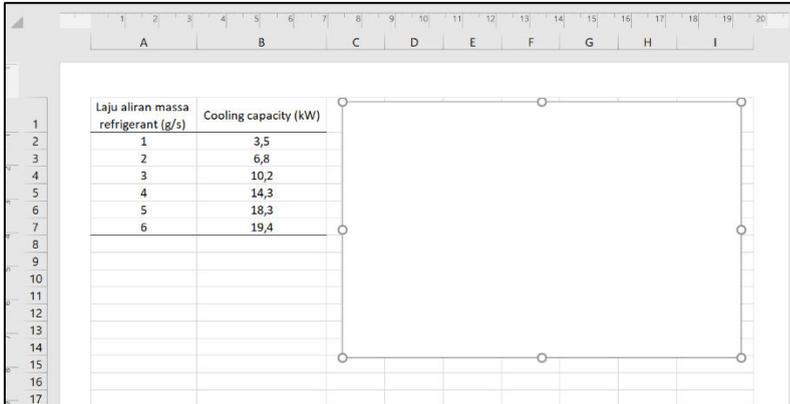


	Laju aliran massa refrigerant (g/s)	Cooling capacity (kW)
1	1	3,5
2	2	6,8
3	3	10,2
4	4	14,3
5	5	18,3
6	5	18,3
7	6	19,4

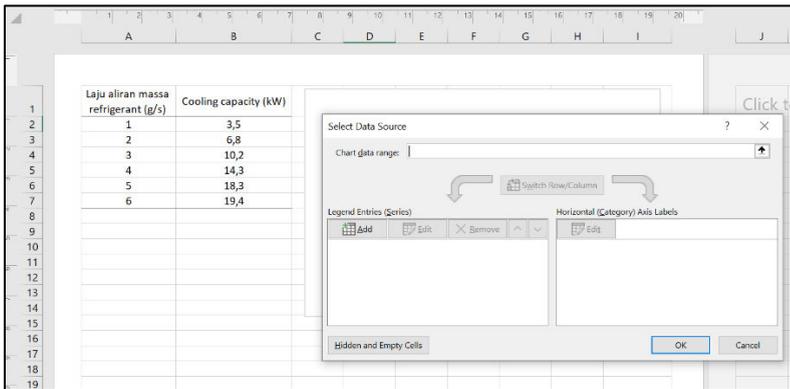
1. Membuat scatter plot dapat dilakukan dengan memilih menu insert dan pilih scatter (tanpa memblok data), sebagaimana pada Gambar berikut.



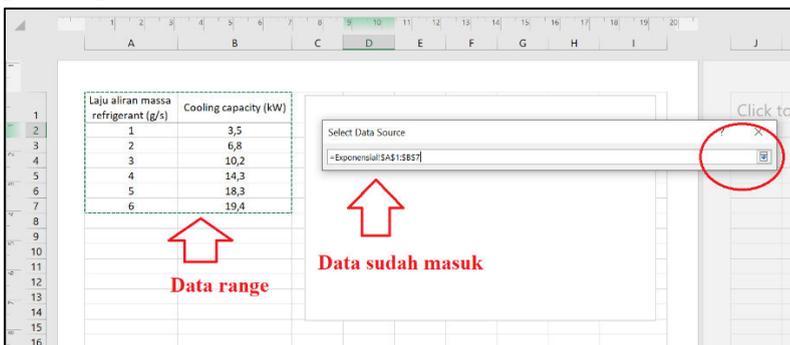
2. Hasil dari langkah satu diatas adalah seperti gambar berikut, dimana kita akan mendapatkan bidang grafik yang masih kosong.



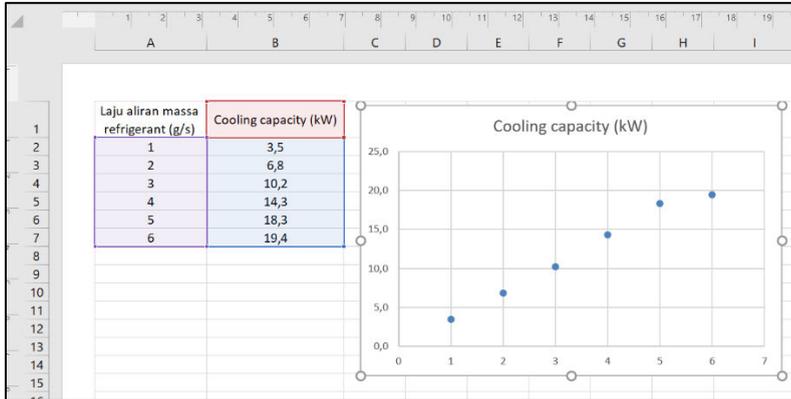
3. Tambahkan plot grafik dengan cara mengklik kanan pada bidang grafik tersebut dan pilih select data.



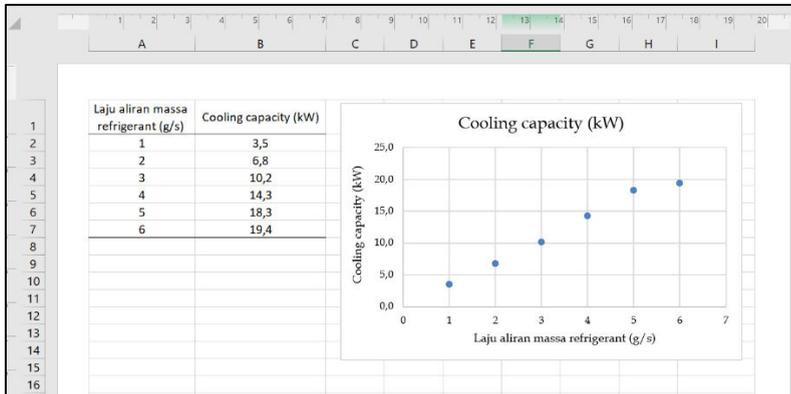
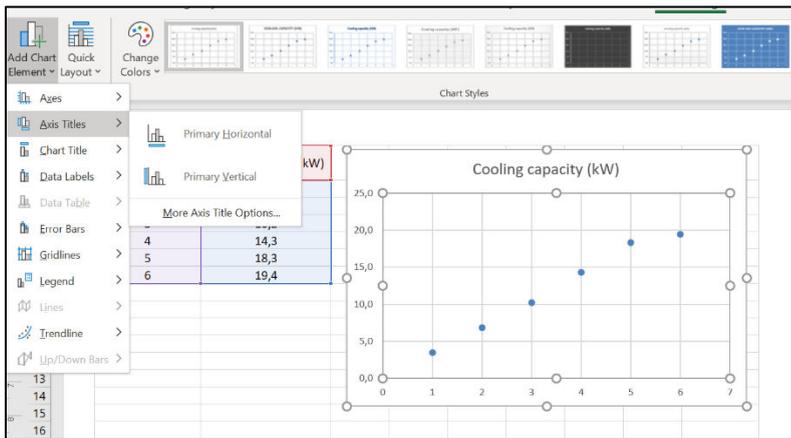
4. Masukkan chart data range dengan cara mengklik tanda panah pada sebelah kanan kolom.



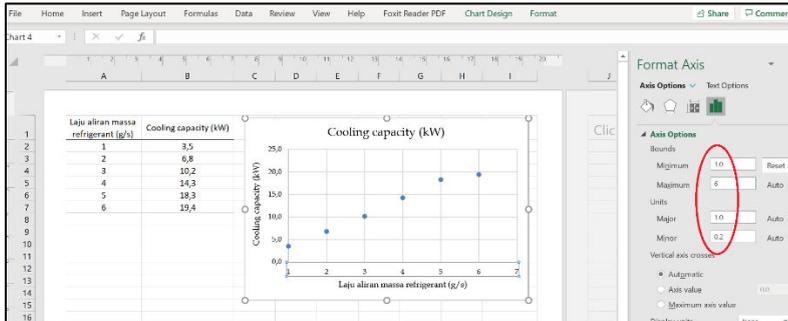
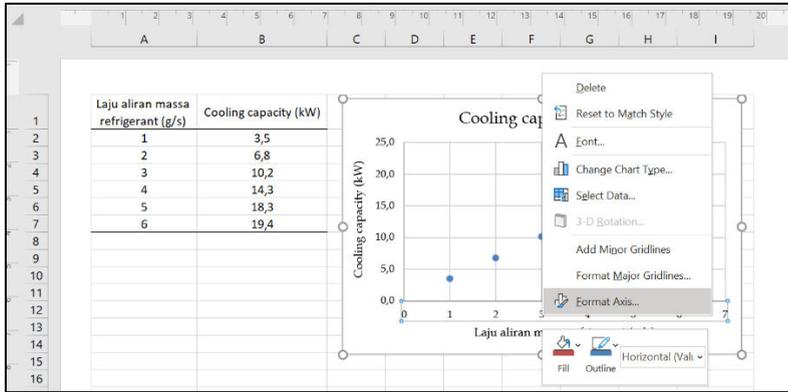
5. Jika benar, hasilnya akan muncul sebagaimana pada Gambar berikut.



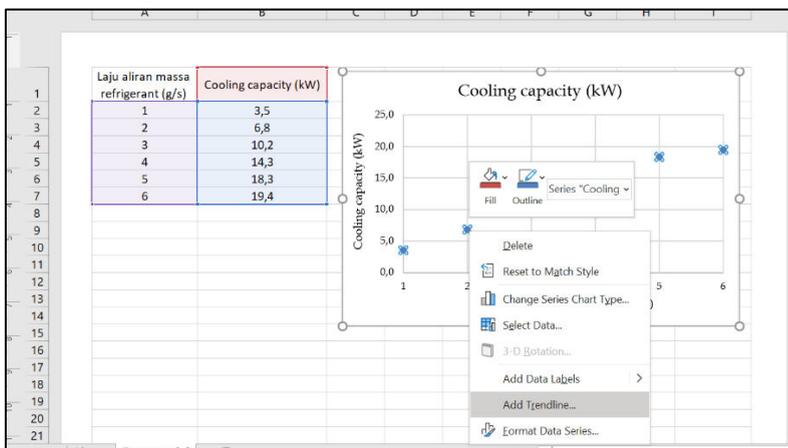
6. Atur axis title



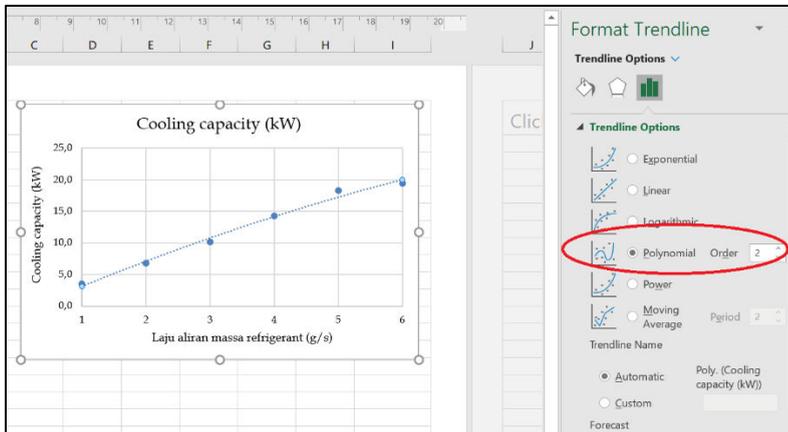
7. Atur x-axis pada 0-6, dengan cara mengklik kanan pada x-axis dan klik pada Format Axis, kemudian atur pada menu navigasi.



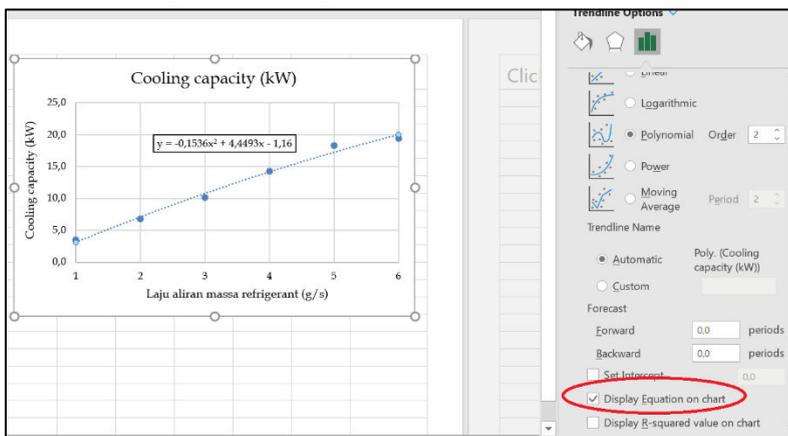
8. Tambahkan trenline dengan mengklik kanan pada data series dan pilih add trenline.



9. Atur tipe kurva yang mewakili trenline, pada kasus ini dicontohkan polynomial orde 2.



10. Tambahkan persamaan pada trenline



3.8. Evaluasi

1. Buatlah grafik batang pada Excel dengan data berikut. Grafik harus dapat menunjukkan konsumsi LPG dan jumlah kendaraan LPG setiap negara dalam sumbu y yang berbeda.

Negara	Konsumsi LPG (ton)	Jumlah kendaraan
Turki	2490000	2394
Polandia	1660000	2325
Korea	4450000	2300
Itali	1227000	1700
Rusia	2300000	1282
Australia	1147000	655
Mexico	837000	535
Thailand	922000	473
Jepang	1202000	288
China	909000	143

2. Buatlah grafik garis (2D line) dan X-Y Scatter plot dari data berikut. Kemudian lengkapi 2 grafik tersebut dengan trenline (polynomial orde 2) dan persamaan. **Mengapa persamaan yang dihasilkan berbeda?**

Laju aliran massa refrigerant (g/s)	Cooling capacity (kW)
3	3,5
4	6,8
5	10,2
6	14,3
7	18,3
8	19,4



CA-04

Memodelkan Mesin

4.1. Learning Outcomes

- CA-S-04-01 Membuat grafik (*curve fitting*) perpindahan, kecepatan, dan percepatan piston
 - CA-S-04-02 Membuat grafik jarak tempuh piston pada berbagai jenis mesin
 - CA-S-04-03 Membuat grafik (*curve fitting*) profil camshaft
-

Pada bab ini, kita akan berdiskusi tentang *curve fitting* dengan data-data yang diperoleh dari persamaan. Geometri mesin dan camshaft dimodelkan dalam bentuk grafik. Materi dalam bab ini disarikan dari berbagai sumber [16]–[19].

4.2. Studi kasus 1: Piston Motion

Pada saat mesin berputar, piston bergerak translasi dari TMA ke TMB dan sebaliknya untuk melakukan langkah kerja sesuai siklus. Kecepatan gerak piston dalam silinder terkadang dianggap sama dengan putaran mesin, namun tidak demikian. Sebagai contoh, ketika mesin berputar 2000 rpm, maka kecepatan 2000 rpm ini berlaku untuk menjelaskan kecepatan rotasi poros engkol, tetapi kecepatan 2000 rpm tersebut tidak dapat digunakan untuk menjelaskan kecepatan gerakan piston dalam silinder.

Mesin bekerja dengan dinamis, poros engkol berputar dengan kecepatan sudut yang relatif konstan pada putaran tertentu dan titik-titik yang memiliki jarak tertentu dari pusat *crank journal*,

tetapi piston melakukan gerak translasi pada lintasannya dalam (*cylinder liner*) dengan kecepatan linier yang berubah-ubah tergantung dari sudut yang dibentuk crank. Dengan demikian, tentunya ada kecepatan piston maksimal dan minimal ketika melakukan gerakan dari titik mati ke titik mati berikutnya. Sebelum menghitung kecepatan piston, penting sekiranya dimengerti terlebih dahulu tentang geometri mesin. Selain itu penting juga untuk dibahas sedikit tentang kecepatan linier dan kecepatan angular/kecepatan sudut sebagai pengantar.

4.2.1. Kecepatan putar dan kecepatan sudut

Kecepatan putar mesin dijelaskan dengan angka yang menunjukkan banyaknya putaran dalam tiap satuan waktu, biasanya dalam rpm (*rotation per minutes*) atau rps (*rotation per second*). Pada kasus tertentu, dalam ilmu permesinan yang berhubungan dengan getaran misalnya, frekuensi putar juga bisa dinyatakan dalam hertz. Pada poros engkol, tiap-tiap titik dan tiap-tiap bagian pada poros engkol tersebut melakukan jumlah putaran yang sama dalam waktu yang ditentukan. Sebagai contoh, bila mesin berputar pada putaran 3000 rpm, maka seluruh bagian yang dikopel mati dengan poros engkol (*pulley, fly wheel*) dan setiap titik pada poros engkol (jurnal, pipi engkol, crank pin) juga akan melakukan putaran sebanyak 3000 putaran per menit.

Namun demikian, jika diteliti lebih mendalam lagi, ternyata bahwa tiap-tiap titik pada engkol yang memiliki jarak yang beragam dari pusat *crank* (titik O), lintasan yang ditempuh oleh titik titik tersebut tidak sama. Semakin jauh letak titik dari pusat engkol menempuh lintasan yang lebih panjang tentunya. Perbedaan jarak lintasan tempuh tiap-tiap titik dalam rpm yang sama ini kemudian disebut dengan kecepatan angular.

4.2.2. Apa itu kecepatan angular?

Kecepatan angular/kecepatan sudut adalah satuan untuk menggambarkan panjang lintasan yang ditempuh oleh titik

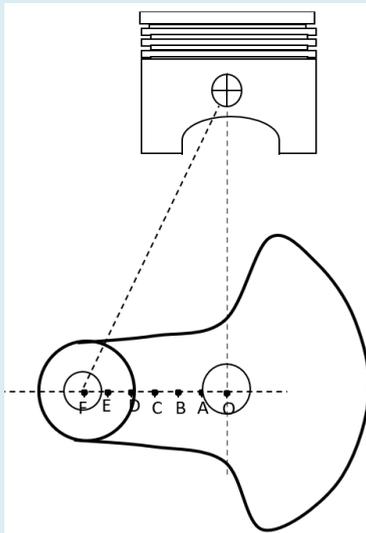
yang memiliki jarak tertentu dari pusat engkol pada saat mesin/engkol berputar pada rpm tertentu. Kecepatan sudut dinyatakan dalam satuan radian per detik [rad/s]. Hubungan antara putaran mesin dalam putaran per menit (rpm) dengan kecepatan sudut disajikan pada persamaan 4.1.

$$\omega = \frac{2\pi \cdot rpm}{60} \quad (4.1)$$

Sehingga untuk mengetahui berapa kecepatan anguler untuk titik yang memiliki jarak r dari pusat engkol dapat dihitung dengan cara mengalikan antara kecepatan sudut dengan panjang r .

Latihan 4.1

Sebuah ICE dengan dimensi penampang depan bagian poros engkol sebagaimana disajikan pada [Gambar 4.1](#).



Gambar 4.1. Ilustrasi engkol

Diketahui bahwa jarak antar titik titik O; A; B; C; D; E; dan F adalah 8 mm. Titik O merupakan pusat putar poros engkol. Hitung kecepatan titik O; A; B; C; D; E; dan F saat mesin berputar dengan kecepatan tetap 2500 rpm.

Penyelesaian

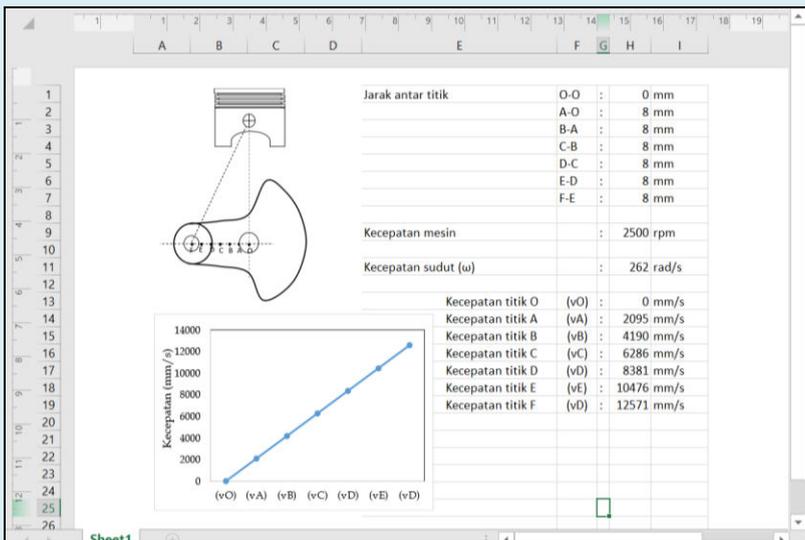
Titik O; A; B; C; D; E; dan F terletak pada bidang yang sama yaitu pada penampang pipi engkol, sehingga titik titik tersebut memiliki kecepatan sudut yang sama, yaitu sebesar

$$\omega = [2\pi.\text{rpm}]/60$$

$$\omega = [2\pi.2500]/60$$

$$\omega = 83,3 \pi \text{ rad/s atau } 262 \text{ rad/s}$$

Menentukan kecepatan titik-titik O; A; B; C; D; E; dan F dengan Excel:



Formula:

$$H11 = 2 \cdot 22 / 7 \cdot 2500 / 60$$

$$H13 = H11 \cdot H11$$

$$H14 = (H11 + H12) \cdot H11$$

$$H15 = (H11 + H12 + H13) \cdot H11$$

$$H16 = (H11 + H12 + H13 + H14) \cdot H11$$

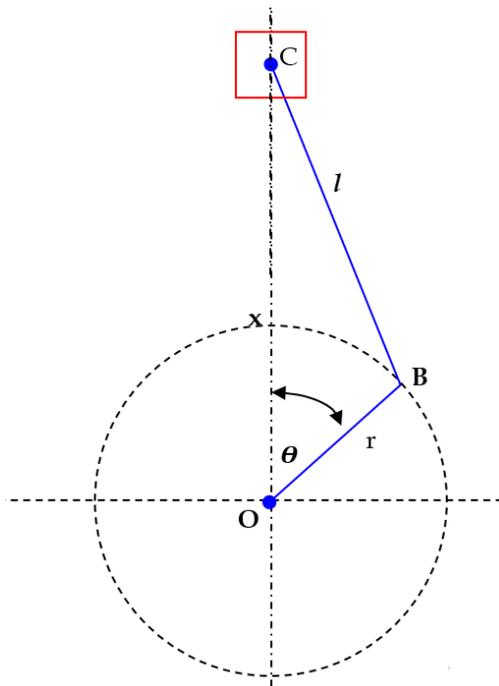
$$H17 = (H11 + H12 + H13 + H14 + H15) \cdot H11$$

$$H18 = (H11 + H12 + H13 + H14 + H15 + H16) \cdot H11$$

$$H19 = (H11 + H12 + H13 + H14 + H15 + H16 + H17) \cdot H11$$

4.2.3. Geometri engkol

Geometri engkol adalah bangun yang dibentuk oleh mekanisme engkol dan piston melalui *connecting rod* saat mesin berputar dengan sudut tertentu. Gambar 4.2 berikut adalah kerangka geometri mesin yang terdiri dari engkol/*crank*, lengan/*connecting rod*, dan peluncur dalam hal ini adalah piston. Engkol membentuk sudut terhadap garis sumbu vertical mesin.



Gambar 4.2. Poros engkol

Keterangan :

- O : titik pusat poros engkol/*crank shaft*
- r : panjang engkol, adalah jarak dari titik pusat engkol O ke titik B (titik B merupakan titik pusat *crank pin*)
- l : panjang lengan, adalah panjang *connecting rod*, yaitu jarak antara titik B dengan titik C (titik C merupakan pusat pin piston).
- x : jarak antara titik o dengan titik C,
- θ : sudut yang dibentuk *crank*

Hubungan segitiga engkol

Hubungan geometri segitiga engkol antara panjang engkol, panjang *connecting rod* dan panjang lintasan piston dikenal dengan istilah *triangle relation*. *Triangle relation* ini menghubungkan titik titik O, B, C, dan x . Selain itu, ada sudut yang dibentuk oleh engkol yaitu sudut θ . Panjang engkol r yang merupakan setengah dari langkah piston selalu tetap, begitu juga panjang *connecting rod* l juga selalu tetap. Dengan demikian pada dinamika gerak mesin ada dua komponen yang panjang dan besarnya selalu berubah ubah, yaitu panjang lintasan x dan sudut engkol θ .

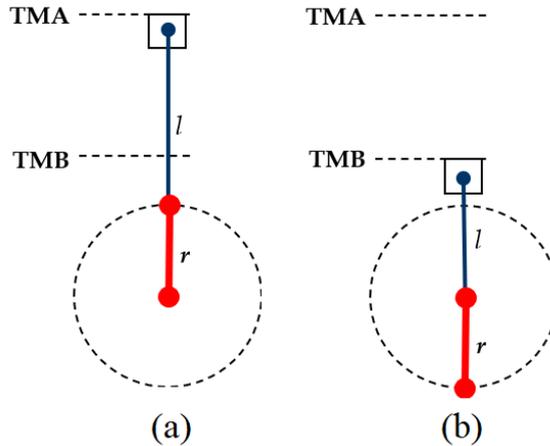
Kapan TMA dan TMB terjadi?

Secara umum, pengertian TMA dan TMB adalah batas gerakan piston maksimal dan minimal dalam silinder, yaitu saat piston berada pada posisi batas atas (TMA) dan ketika piston berada pada posisi batas bawah (TMB). Secara visual memang begitu adanya. Dengan melihat *triangle relation*, pengertian TMA dan TMB dapat dijelaskan dengan pendekatan model matematis. TMA akan terjadi saat lengan engkol segaris dengan *connecting rod*, yaitu saat x maksimal. Sehingga panjang x adalah penjumlahan antara l dan r . Sebaliknya, TMB terjadi ketika panjang x minimal. Ini berarti bahwa posisi lengan engkol berhimpit dengan batang penghubung membentuk sudut 0 derajat. Panjang x pada saat TMB adalah panjang l dikurangi panjang r , sehingga panjang langkah piston adalah posisi x maksimal dikurangi dengan posisi x minimal (**Gambar 4.3**).

$$s = X_{max} - X_{min} \quad (4.2)$$

$$s = (l + r) - (l - r) \quad (4.3)$$

$$s = 2r \quad (4.4)$$



Gambar 4.3. Posisi piston: (a) TMA dan (b) TMB

Panjang *connecting rod*

Melihat model matematis sederhana yang menggambarkan posisi piston saat di TMA dan TMB, tentu ada batasan minimal dan maksimal tentang panjang *connecting rod*. Meskipun panjang *connecting rod* ini tidak berpengaruh sama sekali terhadap panjang langkah piston (*stroke*), tetapi panjang *connecting rod* dibatasi oleh konstruksi motor itu sendiri, baik batas minimal maupun batas maksimal.

Panjang minimal dibatasi dengan konstruksi engkol dan batas maksimal dibatasi dengan diameter silinder. Panjang *connecting rod* minimal dapat dihitung dengan terlebih dulu mengetahui jarak dari pin piston ke bagian belakang piston. Pada kerangka geometri engkol, dapat dipahami bahwa panjang *connecting rod* minimal tidak boleh kurang dari dua kali panjang lengan engkolnya ditambah dengan panjang dari pin piston ke ujung bawah piston. Sebaliknya *connecting rod* yang terlalu panjang bukan tanpa masalah, apalagi diterapkan untuk mesin dengan diameter piston yang kecil. Panjang maksimal *connecting rod* dibatasi oleh diameter silinder, *connecting rod* yang panjang

akan membentur silinder bagian bawah saat engkol menyudut 90 derajat dan 270 derajat. Selain itu, penggunaan *connecting rod* yang panjang akan menambah ketinggian mesin.

Latihan 4.2

Buktikan bahwa panjang *connecting rod* tidak berpengaruh terhadap langkah piston untuk mesin dengan dimensi panjang lengan engkol yang sama!

Penyelesaian:

Untuk mempermudah mengkomparasikan, maka dapat diselesaikan dengan membuat tabel seperti dibawah ini.

Connecting rod pendek (l)	Connecting rod panjang (L)
$s = (l+r) - (l-r)$	$s = (L+r) - (L-r)$
$s = (l-l) + (r+r)$	$s = (L-L) + (r+r)$
$s = 2r$	$s = 2r$

	Connecting rod pendek (l)	Connecting rod panjang (L)
l	80 mm	L 120 mm
r	50 mm	r 50 mm
s	100 mm	s 100 mm

Formula:

$$B6 = (B3-B3) + (B4+B4)$$

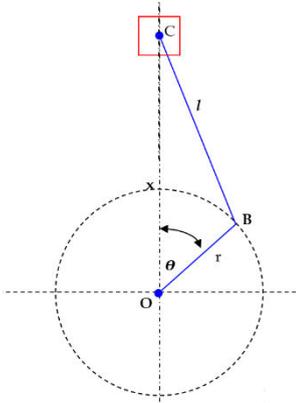
$$F6 = (F3-F3) + (F4+F4)$$

4.2.4. Analisis posisi poros engkol dan piston

Berapa sudut yang dibentuk poros engkol saat piston bergerak ke bawah sejauh 4 mm dari TMA? adalah sebuah pertanyaan yang tidak dapat dijawab langsung tanpa menghitung. Karena piston bergerak translasi dan engkol berotasi, maka hubungan

antara jarak tempuh piston dengan sudut engkol tidak linier membentuk sebuah garis lurus. Posisi piston dan sudut engkol ini dapat dicari dengan beberapa metode, diantaranya adalah dengan menggambar diagram kinematis dan dengan metode perhitungan trigonometri. Dalam buku ini hanya akan dibahas metode kedua, yaitu perhitungan trigonometri.

Hukum cosinus



Dengan menggunakan hukum cosinus, hubungan panjang dari masing masing komponen pembentuk segitiga engkol dapat diformulasikan sebagaimana pada persamaan berikut.

$$l^2 = r^2 + x^2 - 2 \cdot r \cdot x \cdot \cos\theta \quad (4.5)$$

$$x = r \cdot \cos\theta + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta} \quad (4.6)$$

Latihan 4.3

Tiga buah mesin dengan spesifikasi sebagai berikut:

Mesin	Connecting rod (l)	Lengan engkol (r)
A	150 mm	50 mm
B	150 mm	60 mm
C	150 mm	70 mm

Buatlah digram perpindahan pistonnya dalam 0-360 d.e.

Penyelesaian:

Buatlah tabel dalam Excel sebagaimana gambar berikut ini.

Mesin	l (mm)	r (mm)
A	150	50
B	150	60
C	150	70

Dengan persamaan 4.6. buatlah formula pada B8, C8, dan D8.

$$B8=\$C\$3*\text{COS}(A8/360*2*22/7)+\text{SQRT}((\$B\$3^2-\text{SIN}(A8/360*2*22/7)^2))$$

$$C8=\$C\$4*\text{COS}(A8/360*2*22/7)+\text{SQRT}((\$B\$4^2-\text{SIN}(A8/360*2*22/7)^2))$$

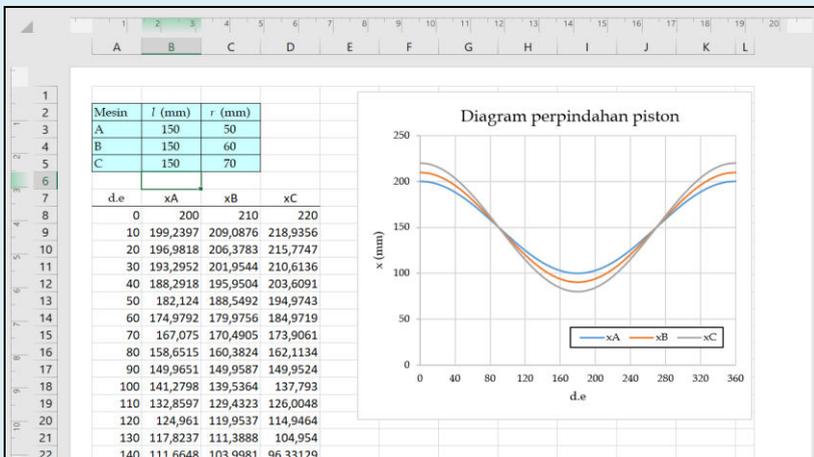
$$D8=\$C\$5*\text{COS}(A8/360*2*22/7)+\text{SQRT}((\$B\$5^2-\text{SIN}(A8/360*2*22/7)^2))$$

Arahkan pointer mouse pada titik tebal pada pojok kanan bawah cell D8, dan pointer akan menjadi sebuah palang (+). Kemudian, tarik palang tersebut sampai 360 d.e (cell D44).

Mesin	l (mm)	r (mm)
A	150	50
B	150	60
C	150	70

d.e	xA	xB	xC
0	200	210	220
10	199,2397	209,0876	218,9356
20	196,9818	206,3783	215,7747
30	193,2952	201,9544	210,6136
40	188,2918	195,9504	203,6091
50	182,124	188,5492	194,9743

Buatlah grafik perpindahan piston dengan Scatter plot.



Anda dapat melakukan perubahan nilai l dan r pada tabel spesifikasi mesin dan lihat perubahan pada grafik yang dihasilkan.

4.2.5. Kecepatan piston

Kecepatan merupakan turunan pertama jarak terhadap waktu. Kecepatan piston dengan memperhatikan sudut engkol dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$x' = \frac{dx}{d\theta} \quad (4.7)$$

Dengan menurunkan Persamaan (4.6) terhadap sudut maka Persamaan (4.7) akan menjadi:

$$x' = -r \cdot \sin\theta + \frac{\left(\frac{1}{2}\right) \cdot (-2) \cdot r^2 \sin\theta \cdot \cos\theta}{\sqrt{l^2 - r^2 \cdot \sin^2\theta}} \quad (4.8)$$

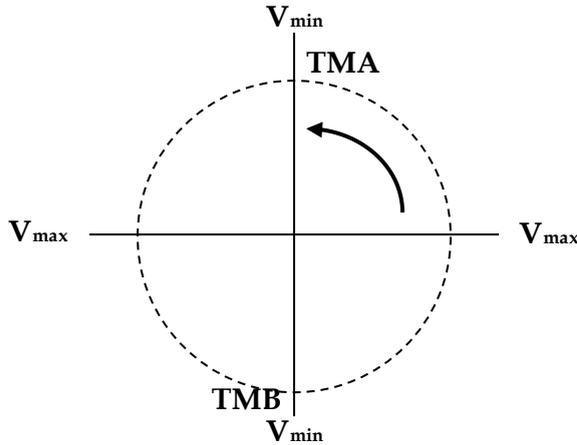
$$x' = -r \cdot \sin\theta + \frac{r^2 \sin\theta \cdot \cos\theta}{\sqrt{l^2 - r^2 \cdot \sin^2\theta}} \quad (4.9)$$

Kecepatan minimal dan maksimal

Dengan memperhatikan posisi sudut engkol, maka kecepatan minimal piston adalah ketika $\sin\theta$ paling kecil, yaitu ketika sudut engkol pada posisi 0° dan 180° . Baik sudut 0° maupun 180° , nilai sinusnya adalah 0. Saat posisi engkol membentuk sudut 0° , piston berada pada posisi TMA dan ketika engkol menyudut 180° , piston berada pada TMB. Kesimpulannya adalah ketika piston berada pada posisi TMA dan TMB, kecepatan linier piston adalah nol sesaat.

Sebaliknya, kecepatan gerak piston maksimal akan diperoleh ketika $\sin\theta$ paling besar. $\sin\theta$ paling besar adalah 1, didapat ketika engkol menyudut 90° dan 270° . Pada saat poros engkol berputar 90° dan 270° , posisi piston berada pada tengah-tengah panjang langkah piston. Misal panjang langkah piston adalah 80 mm, maka kecepatan piston maksimal didapat ketika piston berada 40 mm dari TMA. Pada saat langkah isap dan ekspansi, pergerakan piston dari TMA sampai ke tengah mengalami percepatan, selanjutnya melakukan perlambatan sampai TMB. Sebaliknya ketika langkah kompresi dan langkah buang, paruh

pertama melakukan percepatan dan paruh kedua perlambatan, begitu seterusnya, sebagaimana diilustrasikan pada [Gambar 4.4](#).



[Gambar 4.4](#). Kecepatan piston

Kecepatan rata-rata piston

Kecepatan gerakan piston minimal dan maksimal berlangsung pada waktu yang sangatlah singkat. Dalam tataran praktis, perhitungan tersebut tidak pernah digunakan, sehingga yang digunakan adalah kecepatan piston rata-rata. Lintasan yang ditempuh piston dalam satu kali putaran poros engkol adalah sebesar dua kali langkah piston ($x = 2s$). Untuk mengetahui jarak yang ditempuh piston dalam tiap detik, maka harus diketahui berapa frekwensi putar dari mesin tersebut, sehingga kecepatan piston rata-rata adalah sebesar:

$$\bar{v} = 2 \cdot s \cdot n \text{ (mm/s)} \quad (4.10)$$

s adalah langkah piston dan

n adalah putaran mesin dalam Hz.

4.2.6. Percepatan piston

Percepatan adalah perubahan kecepatan terhadap perubahan waktu. Jika dikembalikan pada asal mula percepatan, maka itu

adalah turunan kedua dari jarak. Dengan memperhatikan posisi sudut engkol, maka persamaannya akan menjadi:

$$x'' = \frac{d^2x}{d\theta^2} \quad (4.11)$$

Dengan menurunkan Persamaan (4.6) terhadap sudut maka Persamaan (4.11) akan menjadi:

$$x' = -r \cdot \cos\theta - \frac{r^2 \cos^2\theta}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta}} - \frac{-r^2 \sin^2\theta}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta}} \quad (4.12)$$

$$- \frac{r^2 \sin\theta \cos\theta \left(-\frac{1}{2}\right) (-2)r^2 \sin\theta \cos\theta}{(\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta})^3}$$

$$x' = -r \cdot \cos\theta - \frac{r^2(\cos^2\theta - \sin^2\theta)}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta}} - \frac{-r^4 \sin^2\theta \cos^2\theta}{(\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2\theta})^3} \quad (4.13)$$

Sehingga, apabila dikonversikan ke domain waktu, persamannya akan menjadi:

$$\begin{aligned} a &= \frac{d^2x}{dt^2} \\ &= \frac{d}{dt} \frac{dx}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} \right) \\ &= \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{d\theta} \right) \cdot \frac{d\theta}{dt} + \frac{dx}{d\theta} \cdot \frac{d}{dt} \left(\frac{d\theta}{dt} \right) \\ &= \frac{d}{d\theta} \left(\frac{dx}{d\theta} \right) \cdot \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 + \frac{dx}{d\theta} \cdot \frac{d^2\theta}{dt^2} \\ &= \frac{d^2x}{d\theta^2} \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 + \frac{dx}{d\theta} \cdot \frac{d^2\theta}{dt^2} \\ &= \frac{d^2x}{d\theta^2} \cdot \omega^2 \\ &= x'' \cdot \omega^2 \end{aligned} \quad (4.14)$$

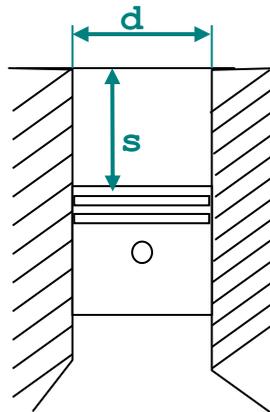
4.2.7. Bore, stroke, dan lintasan piston

Menentukan perbandingan diameter piston dan langkah piston untuk memperoleh volume silinder total memiliki banyak

keunikan. Secara garis besar ada tiga jenis ukuran *bore-stroke*, yaitu mesin tipe *square*, *long stroke*, dan *over square*. Berikut penjelasan dari masing-masing tipe.

Square engine

Adalah tipe mesin dimana untuk memperoleh volume silinder yang direncanakan, antara panjang langkah piston dibuat sama dengan diameter piston ($d = s$). Mesin dengan tipe ini juga sering dinamakan mesin persegi, alasannya memang dalam penampang 2 dimensi, ruangan di atas piston ketika TMB benar-benar berbentuk persegi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.5.

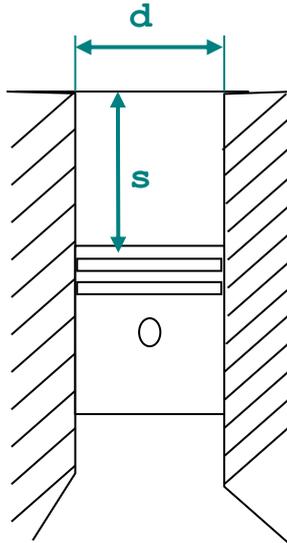


Gambar 4.5. *Square engine*

Long stroke engine

Sesuai dengan namanya, maka mesin dengan dimensi ini memiliki langkah piston yang lebih panjang dibandingkan dengan diameternya ($d < s$). Pada volume silinder yang sama dengan tipe *square*, mesin tipe *long stroke* menghasilkan torsi yang lebih besar pada poros engkol. Kelemahannya adalah putaran maksimum yang dihasilkan mesin tidak terlalu tinggi. Dengan model *long stroke*, konstruksi mesin menjadi lebih tinggi. Mesin-mesin dengan tuntutan frekuensi putar tinggi tidak menggunakan dimensi ini. Langkah isap yang panjang

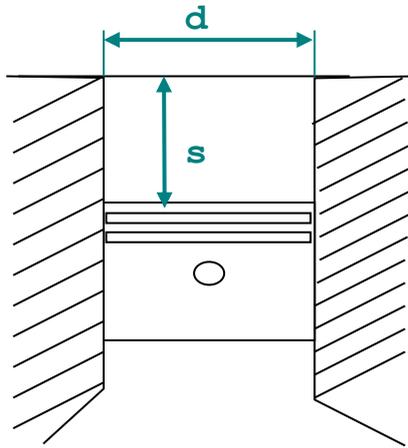
memungkinkan homogenitas campuran lebih baik pada akhir langkah kompresi. Ilustrasi dimensional *long stroke engine* ditunjukkan pada [Gambar 4.6](#).



[Gambar 4.6](#). *Long stroke engine*

Over square engine

Mesin dengan dimensi *over square*, memiliki diameter piston yang lebih besar daripada langkah piston ($d > s$). Untuk memperoleh volume silinder tertentu, memungkinkan dibuat piston dengan diameter besar. Katup katupnya sangat mungkin untuk dibuat lebih besar atau dapat diaplikasikan *multiple valve*, yaitu silinder dengan katup-katup yang lebih banyak. Umumnya adalah satu silinder dengan tiga katup atau empat katup. Konstruksi *over square* sangat cocok untuk mesin-mesin dengan tuntutan frekuensi putar yang tinggi, misalnya untuk kepentingan balap dan sebagainya. Dengan konstruksi ini, mesin bisa dikonstruksi lebih pendek dan kompak. Ilustrasi dimensional *over square engine* ditunjukkan pada [Gambar 4.7](#).



Gambar 4.7. *Over square engine*

Dimensi mesin v.s. frekwensi putar

Perbandingan antara diameter silinder dengan langkah piston mempengaruhi lintasan yang ditempuh piston. Pada mesin tipe *long stroke*, untuk satu kali putaran piston menempuh jarak yang lebih panjang dari pada tipe *square* maupun tipe *over square*. Pada frekuensi putar yang sama, resiko keausan piston dan silinder mesin tipe *long stroke* jauh lebih besar dari keduanya dengan asumsi material yang sama dan pelumasan yang sama.

Latihan 4.4

Tiga buah mesin dengan volume yang sama masing-masing memiliki spesifikasi sebagai berikut :

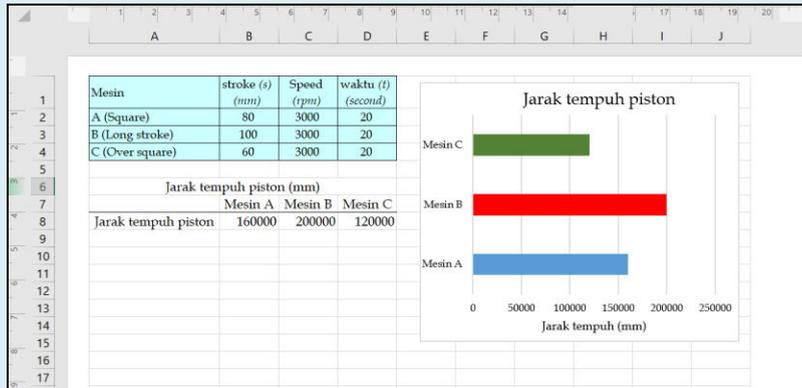
- Mesin A merupakan mesin *square* dengan $s = 80$ mm,
- Mesin B merupakan mesin *long stroke* dengan $s = 100$ mm,
- Mesin C merupakan mesin *over square* dengan $s = 60$ mm,

Mesin tersebut sama-sama beroperasi pada putaran konstan

3000 rpm tanpa percepatan. Tentukan lintasan piston dari masing-masing mesin setelah mesin beroperasi selama 20 detik.

Penyelesaian dengan Excel

Buat tabel dalam Excel sebagaimana gambar berikut.



Formula:

$$B8 = 2 * B2 * C2 / 60 * D2$$

$$C8 = 2 * B3 * C3 / 60 * D3$$

$$D8 = 2 * B4 * C4 / 60 * D4$$

Kemudian, buatlah grafik batang dari data-data yang tersedia pada B8, C8, dan D8. Anda dapat melakukan perubahan nilai pada tabel spesifikasi mesin dan lihat perubahan pada grafik yang dihasilkan.

4.3. Studi Kasus 2: Camshaft Profile

Secara sederhana, *camshaft* adalah poros berbentuk silinder yang mengandung beberapa nok berbentuk tidak beraturan yang mengubah gerakan berputar menjadi gerakan bolak-balik (Gambar 4.8). *Camshaft* digerakkan oleh sabuk atau rantai, yang terhubung langsung ke engkol. Semuanya cukup sederhana, tetapi *camshaft* adalah bagian yang paling menentukan dari kinerja mesin empat langkah modern.

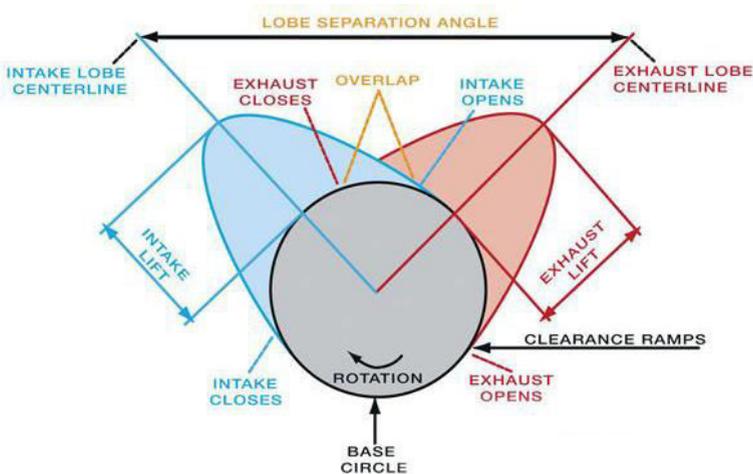


Gambar 4.8. *Camshaft*

Pada mesin empat langkah, satu siklus kerja adalah 720 derajat engkol dimulai dengan langkah masuk di mana udara dan bahan bakar didorong ke dalam silinder melalui katup masuk. Selama langkah kompresi, katup masuk dan katup buang mulai tertutup saat piston bergerak dari TMB ke TMA. Setelah piston hampir mencapai TMA, busi memercikkan api dan memulai langkah usaha/*power stroke*, piston terdorong dari TMA ke TMB. Setelah mencapai bagian bawah silinder, katup buang terbuka. Gas buang kemudian dipaksa keluar saat piston naik lagi, menyelesaikan langkah buang. Namun, pada aplikasi nyata, katup-katup tidak dibuka dan ditutup tepat pada awal dan akhir setiap langkah piston, untuk mendapatkan efisiensi mesin terbaik.

4.3.1. Anatomi *camshaft*

Sebuah *camshaft*, umumnya terdiri dari beberapa bagian, yang disebut dengan *lift*, *durasi*, *overlap*, dan *lope separation angle* (LSA), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Anatomi *camshaft*

4.3.2. Membuat profil cam dengan Excel

Untuk menganalisis sebuah *camshaft*, dapat dilakukan dengan memindahkan profil cam tersebut kedalam sebuah grafik. Data *lift*, durasi, *overlap* dan LSA diperoleh dengan cara memutar *camshaft* tersebut pada sebuah mesin turning atau dilakukan langsung pada mesin dengan memasang busur derajat dan *dial test indicator* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.10. Data dari hasil pengukuran tersebut kemudian dicatat dan dipindahkan dalam cell Excel untuk dibuat sebuah diagram. Contoh sebuah data pengukuran *camshaf* disajikan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.10. Contoh pengukuran *camshaft*

Tabel 4.1. Cam data*

Crank angle	intake	exhaust	Crank angle	intake	exhaust
10	0	0	370	0,27	0,07
20	0	0	380	0,93	0
30	0	0	390	2,05	0
40	0	0	400	3,42	0
50	0	0	410	4,72	0
60	0	0	420	5,90	0
70	0	0	430	6,70	0
80	0	0	440	7,20	0
90	0	0	450	7,64	0
100	0	0	460	7,91	0
110	0	0	470	7,92	0
120	0	0	480	7,66	0
130	0	0	490	7,13	0
140	0	0	500	6,32	0
150	0	0	510	5,24	0
160	0	0,17	520	3,93	0
170	0	0,75	530	2,49	0
180	0	1,65	540	1,18	0
190	0	2,76	550	0,34	0
200	0	3,95	560	0,07	0
210	0	5,10	570	0	0
220	0	6,09	580	0	0
230	0	6,89	590	0	0
240	0	7,47	600	0	0
250	0	7,81	610	0	0
260	0	7,95	620	0	0
270	0	7,86	630	0	0
280	0	7,68	640	0	0
290	0	7,34	650	0	0
300	0	6,74	660	0	0
310	0	5,91	670	0	0
320	0	4,88	680	0	0
330	0	3,69	690	0	0
340	0	2,42	700	0	0
350	0	1,25	710	0	0
360	0,03	0,40	720/0	0	0

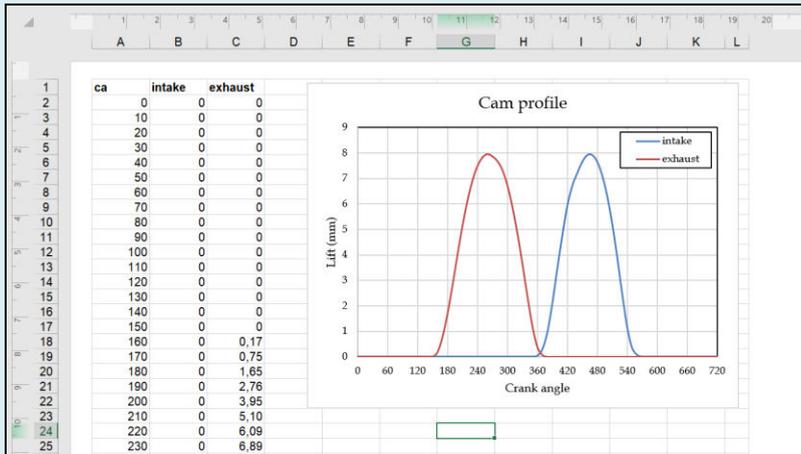
*dalam file Excel, tabel ini merupakan tabel utuh dari 0-720 c.a, bukan disajikan dalam *double column*.

Latihan 4.5

Dengan data pada Tabel 4.1, buatlah sebuah profil cam dengan Excel.

Penyelesaian:

Buat tabel seperti pada gambar berikut, kemudian buat grafik dengan Scatter plots.



Anda dapat mengubah profil camshaft pada grafik dengan mengubah angka-angka dalam tabel.

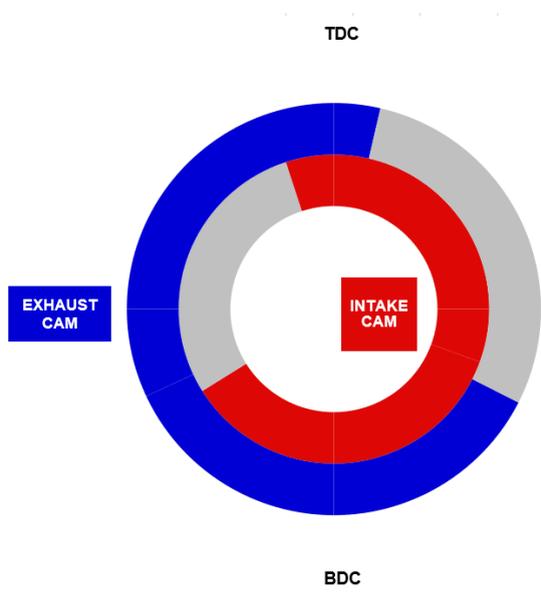
4.4. Evaluasi

1. Tiga buah mesin dengan spesifikasi sebagai berikut:

Mesin	Connecting rod (l)	Lengan engkol (r)
A	150 mm	50 mm
B	150 mm	60 mm
C	150 mm	70 mm

Mesin tersebut sama-sama berputar pada 3000 rpm. Buatlah simulasi di Excel digram posisi piston pada 0-360 d.e, kecepatan piston, dan percepatannya.

2. Buatlah simulasi di Excel untuk merepresentasikan diagram cam/ diagram kerja katup seperti Gambar berikut.





CA-05

Membuat Kalkulator

5.1. Learning Outcomes

- CA-S-05-01 Membuat kalkulator konversi bahan bakar dengan Excel yang lengkap dengan grafik *cost analysis*.
- CA-S-05-02 Membuat kalkulator honorarium dari sebuah pekerjaan bersama.
-

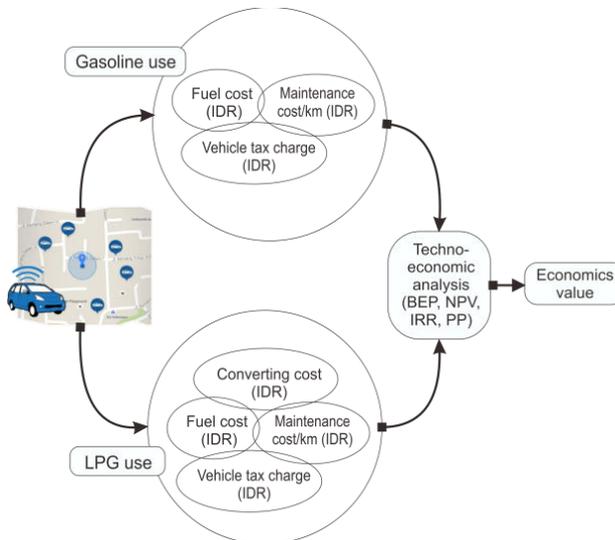
Pada bab ini, kita akan mempraktekkan penggunaan Excel untuk membuat kalkulator konversi bahan bakar dan kalkulator honorarium dari sebuah pekerjaan bersama.

5.2. Studi Kasus 1: Kalkulator Konversi Bahan Bakar

Ada beberapa jenis biaya yang harus dipertimbangkan oleh pemilik kendaraan sebelum mengubah kendaraan pribadi atau armada umum menjadi LPG. Liu et al. [20] mengidentifikasi biaya untuk konversi, yang meliputi biaya modal, biaya pemeliharaan, dan biaya bahan bakar. Namun, dalam laporannya tidak menentukan komponen yang termasuk dalam tiga biaya utama. Dalam kalkulator biaya yang tersedia secara online untuk menghitung *Break Even Point* (BEP) kendaraan LPG dibandingkan dengan bensin juga hanya hadir secara global yang mengidentifikasi jarak tempuh per tahun, biaya konversi, dan perbedaan harga bensin dengan LPG [21]-[23].

5.2.1. Pemodelan sistem

Ada beberapa biaya lain yang harus dimasukkan dalam perhitungan untuk mendapatkan keputusan investasi yang tepat. Berdasarkan pengalaman negara-negara yang sukses mempromosikan LPG sebagai pengganti bensin, ada peran pemerintah agar pemilik kendaraan tertarik untuk mengubah kendaraan mereka ke LPG, misalnya dengan memperingan atau membebaskan pajak dan biaya inspeksi tahunan (KIR) [24]–[26]. Menurut ketentuan konversi yang disediakan oleh *Propane Education and Research Council* [27], [28], tidak semua kendaraan yang datang ke fasilitas konversi dapat dilayani secara langsung. Ada persyaratan teknis yang harus dipenuhi untuk mobil yang akan dikonversi, termasuk pemeriksaan lengkap mekanikal mesin dari kebocoran minyak, tekanan kompresi, kebisingan, dan emisi. Jika persyaratan teknis tidak dipenuhi, pemilik kendaraan harus mengeluarkan biaya tambahan sebelum konversi sebagai biaya standardisasi mesin. Jumlah biaya ini tidak dapat diprediksi, tergantung pada kondisi kendaraan yang akan dikonversi. Oleh karena itu, model biaya konversi disajikan pada [Gambar 5.1](#).



Gambar 5.1. Pemodelan untuk pembuatan kalkulator

Kelayakan investasi untuk mengkonversi mobil dari bensin ke LPG menggunakan tiga parameter utama, yaitu NPV, IRR, dan PP, yang telah dibahas dalam penelitian penulis sebelumnya [29]. NPV dihitung menggunakan Persamaan (5.1) sebagai berikut.

$$NPV = (C_{i_0} - C_{o_0}) + \frac{(C_{i_1} - C_{o_1})}{(1+i)} + \frac{(C_{i_2} - C_{o_2})}{(1+i)^2} + \dots + \frac{(C_{i_n} - C_{o_n})}{(1+i)^n} + \frac{S}{(1+i)^n} - I_0 \quad (5.1)$$

Jika keuntungan bersih $(C_i - C_o)$ dan bunga (i) diasumsikan tidak berubah selama periode n , dan nilai-nilai salvage = 0, Persamaan (11) dapat ditulis ulang sebagai Persamaan (5.2). Kemudian, IRR adalah suatu kondisi di mana NPV sama dengan 0.

$$NPV = \left[\frac{(C_i - C_o) \times [1 - (1+i)^{-n}]}{i} \right] - I_0 \quad (5.2)$$

Setelah NPV dan IRR diketahui, penilaian investasi dilakukan dengan menghitung periode pengembalian. *Payback period* (PP) adalah rasio antara biaya modal dengan hasil akumulatif sebagaimana dinyatakan oleh Persamaan (5.3).

$$PP = \frac{\text{investment costs}}{\text{accumulative proceed}} \quad (5.3)$$

Singkatan

BEP	<i>Break Even Point</i>
IRR	<i>Internal Rate of Return</i>
LPG	<i>Liquefied Petroleum Gas</i>
NPV	<i>Net Present Value</i>
PP	<i>Payback Period</i>

5.2.2. Menentukan parameter

Seperti dijelaskan sebelumnya, ada beberapa biaya yang harus dipertimbangkan oleh pemilik kendaraan untuk dikonversi ke

LPG, yang dapat dikelompokkan menjadi biaya modal, biaya bahan bakar, dan biaya perawatan. Kalkulator ini dapat digunakan sebagai sarana untuk membantu menghitung secara cepat berdasarkan parameter input yang dimasukkan.

Parameter input tersebut meliputi:

- (a) perkiraan jarak tempuh,
- (b) konsumsi bahan bakar,
- (c) harga bensin,
- (d) harga LPG/Vigas,
- (e) biaya konverter kit dan pemasangannya,
- (f) biaya standarisasi mesin,
- (g) biaya perawatan dengan bensin, dan
- (h) biaya perawatan dengan LPG.

Sebagai outputnya, kalkulator ini dapat menampilkan:

- (a) *Break Even Point* (BEP),
- (b) *Payback period* (PP),
- (c) *Net Present Value* (NPV), dan
- (d) *Internal Rate of Return* (IRR)

Kalkulator ini dibuat dalam MS Excel yang terdiri dari 3 (tiga) sheet, utama yaitu:

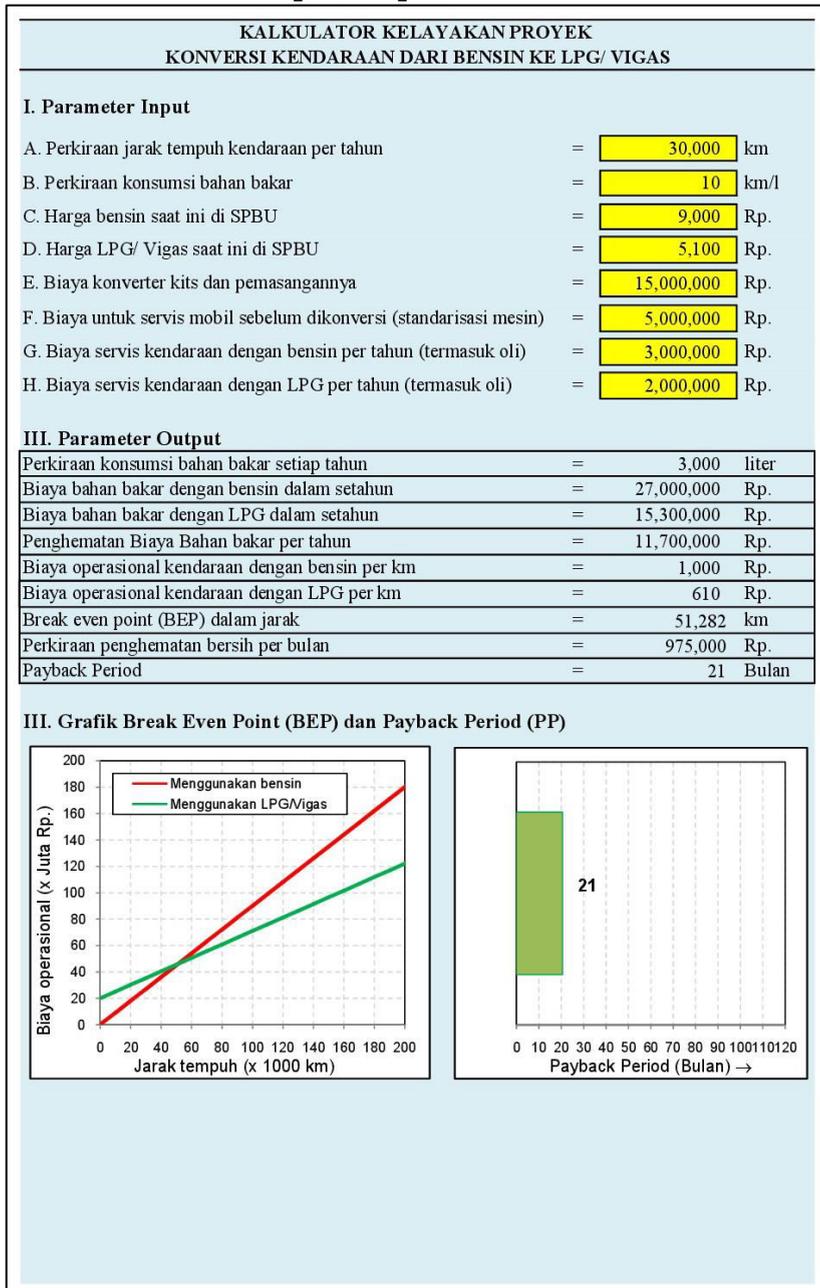
Sheet 1 = Halaman untuk menghitung *Break Even Point* (BEP) dan *Payback Period* (PP)

Sheet 2 = Halaman untuk menampilkan *Net Present Value* (NPV), dan

Sheet 3 = Halaman untuk menampilkan *Internal Rate of Return* (IRR).

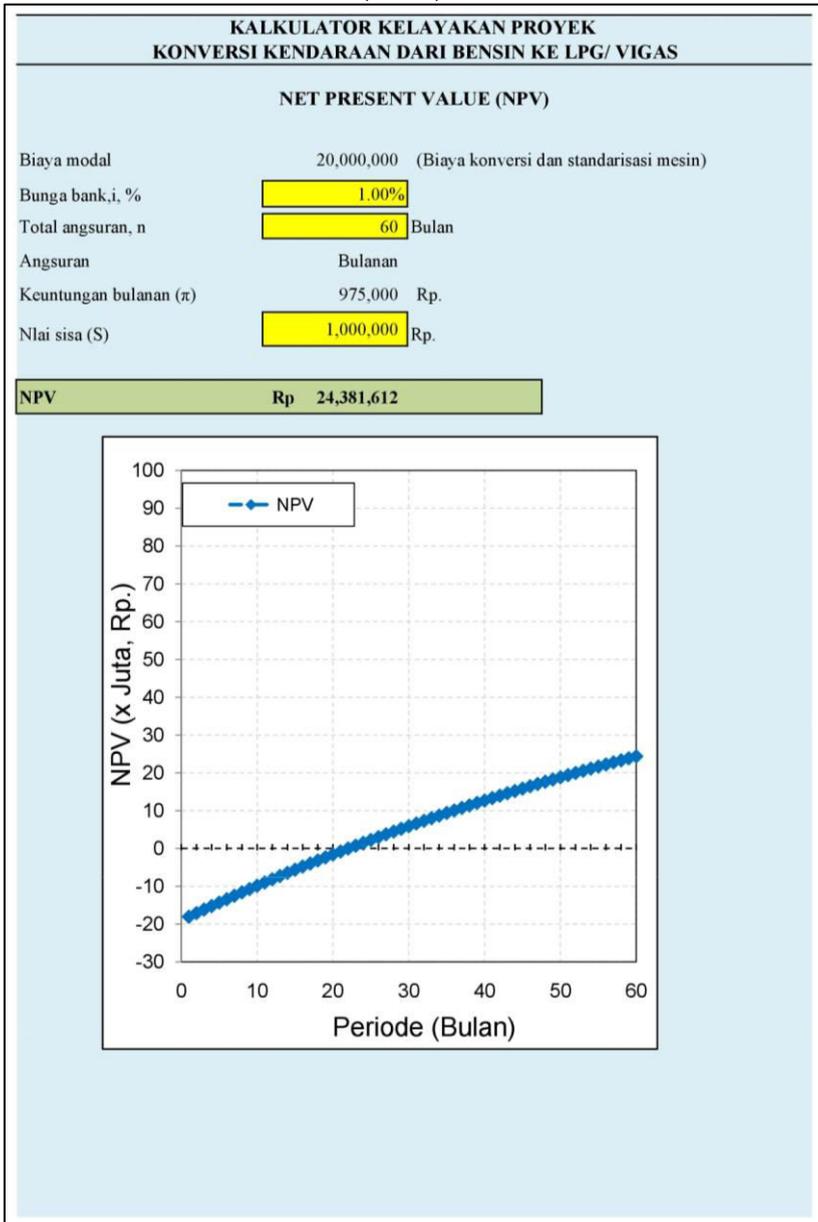
Pengguna kalkulator ini cukup memasukkan angka pada cell yang berwarna kuning. Hasil simulasi ditampilkan dalam grafik yang berada dibawahnya.

5.2.4. Detail kalkulator Sheet 1: Parameter input, output, dan BEP



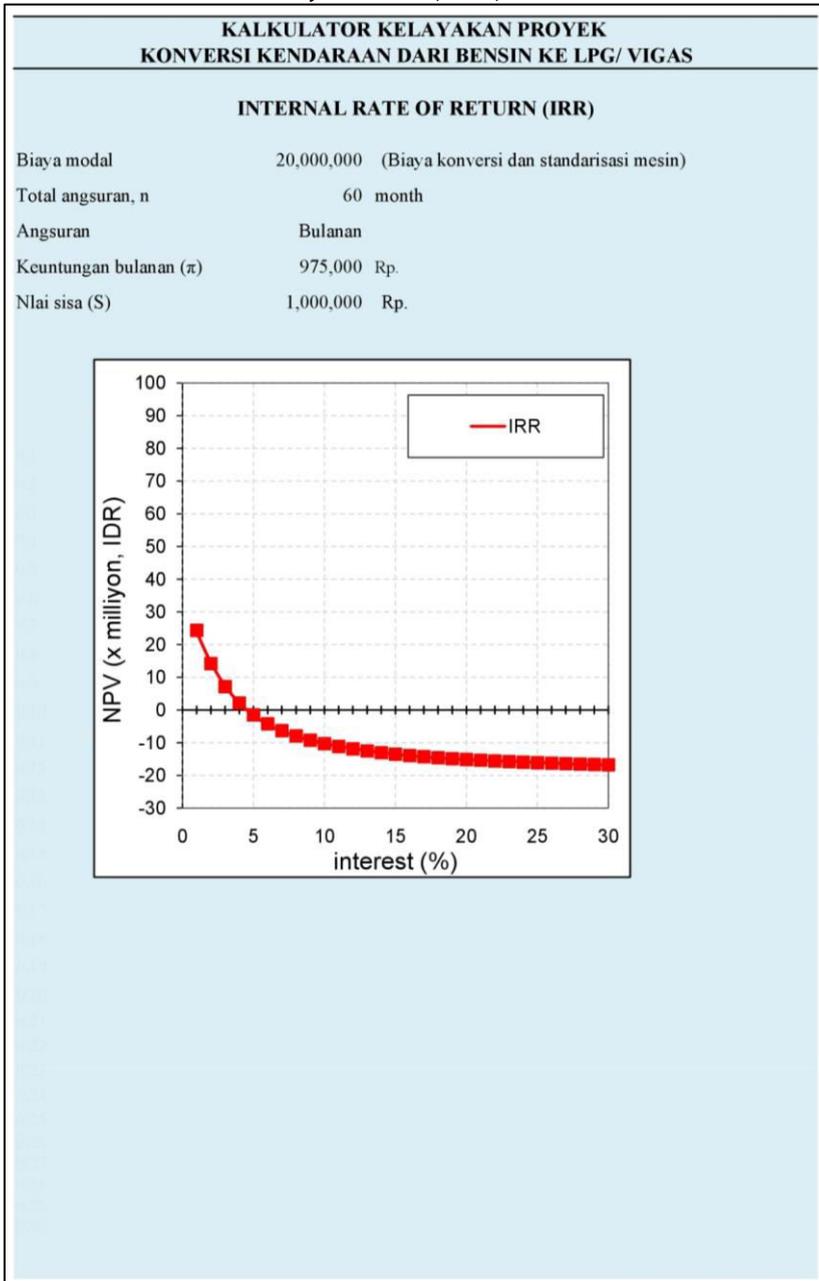
Gambar 5.2. Tampilan sheet parameter input, output, dan BEP

Sheet 2: Net Present Value (NPV)



Gambar 5.3. Tampilan sheet NPV

Sheet 3: Internal Rate of Return (IRR)



Gambar 5.4. Tampilan sheet IRR

5.2.5. Formula di Excel

KALKULATOR KELAYAKAN PROYEK			
KONVERSI KENDARAAN DARI BENSIN KE LPG/ VIGAS			
I. Parameter Input			
6	A. Perkiraan jarak tempuh kendaraan per tahun	=	30,000 km
8	B. Perkiraan konsumsi bahan bakar	=	10 km/l
10	C. Harga bensin saat ini di SPBU	=	9,000 Rp.
12	D. Harga LPG/ Vigas saat ini di SPBU	=	5,100 Rp.
14	E. Biaya konverter kits dan pemasangannya	=	15,000,000 Rp.
16	F. Biaya untuk servis mobil sebelum dikonversi (standarisasi	=	5,000,000 Rp.
18	G. Biaya servis kendaraan dengan bensin per tahun (termasuk oli)	=	3,000,000 Rp.
20	H. Biaya servis kendaraan dengan LPG per tahun (termasuk oli)	=	2,000,000 Rp.
III. Parameter Output			
23	Perkiraan konsumsi bahan bakar setiap tahun	=	3,000 liter
24	Biaya bahan bakar dengan bensin dalam setahun	=	27,000,000 Rp.
25	Biaya bahan bakar dengan LPG dalam setahun	=	15,300,000 Rp.
26	Penghematan Biaya Bahan bakar per tahun	=	11,700,000 Rp.
27	Biaya operasional kendaraan dengan bensin per km	=	1,000 Rp.
28	Biaya operasional kendaraan dengan LPG per km	=	610 Rp.
29	Break even point (BEP) dalam jarak	=	51,282 km
30	Perkiraan penghematan bersih per bulan	=	975,000 Rp.
31	Payback Period	=	21 Bulan
III. Grafik Break Even Point (BEP) dan Payback Period (PP)			

Gambar 5.5. Tampilan formula BEP

Formula:

$$C23 = C6 / C8$$

$$C24 = C23 * C10$$

$$C25 = C23 * C12$$

$$C26 = C24 - C25$$

$$C27 = (C10 / C8) + (C18 / C6)$$

$$C28 = (C12 / C8) + (C18 / C6)$$

$$C29 = (C14 + C16) / (C27 - C28)$$

$$C30 = (C27 - C28) * C6 / 12$$

$$C31 = (C14 + C16) / C30$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
	KONVERSI KENDARAAN DARI BENSIN KE LPG/ VIGAS							
	NET PRESENT VALUE (NPV)							
7	Biaya modal		Rp	20,000,000	(Biaya konversi dan standarisasi mesin)			
9	Bunga bank,i, %			1%				
11	Total angsuran, n			60	Bulan			
13	Angsuran				Bulanan			
14	Keuntungan bulanan (π)			975,000	Rp.			
16	Nlai sisa (S)		Rp	1,000,000	Rp.			
18	NPV		Rp	24,381,612				

Gambar 5.6. Tampilan formula NPV

Perhitungan NPV (D18):

$$D18 = ((D14 * (1 - (1 + D9)^{-D11})) / D9) + (D16 / (1 + D9)^{D11}) - D7$$

5.3. Studi Kasus 2: Kalkulator Upah Restorasi Mobil

Saat ini, bisnis restorasi mobil tua bisa saja menjadi peluang usaha yang menjanjikan bagi lulusan diploma otomotif. Mobil tua yang seolah-olah tidak ada harganya dapat disulap menjadi mobil antik dan unik, sebagaimana dicontohkan pada Gambar 5.7. Pemulihan penuh pada kendaraan tua atau bahkan yang didapat dari rongsokan memerlukan pembongkaran kendaraan secara total dan memulihkan setiap bagian dan sistem. Memulihkan mobil klasik membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang aspek mekanis kendaraan, perhatian detail pada komponen interior dan *compartment*, body, dan komponen kelistikan dan asesorisnya.

Setiap proyek restorasi harus direncanakan secara detail dan teliti sehingga mendapatkan hasil maksimal. Harga mobil restorasi bisa jauh melampaui standar jika sesuai dengan keinginan pembeli, dengan mengapresiasi keaslian dan sejarah mobil tersebut.



Gambar 5.7. Contoh restorasi mobil
(sumber: <https://eliteautomotiverepairs.com/>)

Untuk membuat bisnis restorasi mobil, lulusan diploma otomotif dapat membentuk bisnis gabungan dari beberapa orang yang memiliki kompetensi spesifik yang beragam, dari perencanaan kerja, pengerjaan komponen mekanikal, body, interior, dan kelistrikan. Kita asumsikan bahwa setiap proyek restorasi terdiri dari pekerjaan sebagai berikut:

1. Pencarian mobil bekas,
2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan,
3. Pengerjaan komponen mekanikal,
4. Pengerjaan komponen body,
5. Pengerjaan komponen interior,
6. Pengerjaan komponen elektrik,
7. Finishing,
8. Pemasaran, dan
9. Urusan administrasi.

Jika 9 pekerjaan tersebut dikerjakan oleh 4 orang, sedangkan 4 orang tersebut memiliki keahlian spesifik untuk setiap jenis pekerjaan dan yang lainnya memberikan bantuan pada pekerjaan tertentu, bagaimana mereka membagi keuntungannya? Ini adalah pekerjaan spesifik yang mungkin tidak akan tepat jika mereka dibayar harian atau bekerja bersama dan keuntungannya dibagi rata. Oleh karenanya, menyusun sebuah kalkulator pembagi keuntungan dengan MS Excel yang memperhatikan bobot pekerjaan untuk memberikan apresiasi keahlian pada masing-masing rangkaian pekerjaan adalah sebuah solusi agar berkeadilan.

5.3.1. Pemodelan sistem dan parameter

Seperti disebutkan sebelumnya, sebuah pekerjaan restorasi diasumsikan terdiri dari 9 pekerjaan. Kemudian, dari 9 pekerjaan tersebut diturunkan kedalam pembobotan yang totalnya adalah 100%, sebagaimana ditunjukkan pada [Tabel 5.1](#).

Tabel 5.1. Kriteria dan pembobotan

Kegiatan restorasi mobil	Bobot
1. Pencarian mobil bekas	15%
2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan	10%
3. Pengerjaan komponen mekanikal	15%
4. Pengerjaan komponen body	20%
5. Pengerjaan komponen interior	15%
6. Pengerjaan komponen elektrikal	10%
7. Finishing	5%
8. Pemasaran	5%
9. Urusan administrasi	5%
Total	100%

Selanjutnya, setiap pekerjaan harus memiliki indeks 10 dari total orang yang berkontribusi, berapapun orang yang mengerjakan pada setiap aktivitas restorasi mobil, sebagaimana dicontohkan pada [Gambar 5.8](#).

Kegiatan restorasi mobil		KONTRIBUSI PERSONIL (berikan angka 0-10, tergantung kontribusi personil) Total setiap kegiatan adalah 10							Kontrol skor
		Ketua	Ang 1	Ang 2	Ang 3	Ang 4	Total skor (Harus 10)		
		DW	RJ	DD	VV	SA			
	Load								
1. Pencarian mobil bekas	15%	7	3	0	0	0	10	BENAR	
2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan	10%	0	0	5	3	2	10	BENAR	
3. Pengerjaan komponen mekanikal	15%	0	0	0	8	2	10	BENAR	
4. Pengerjaan komponen body	20%	7	0	3	0	0	10	BENAR	
5. Pengerjaan komponen interior	15%	2	4	0	1	3	10	BENAR	
6. Pengerjaan komponen elektrikal	10%	0	8	2	0	0	10	BENAR	
7. Finishing	5%	0	0	0	0	10	10	BENAR	
8. Pemasaran	5%	5	5	0	0	0	10	BENAR	
9. Urusan administrasi	5%	0	0	0	10	0	10	BENAR	
TOTAL INDEKS KETERLIBATAN	100%	3	2,1	1,3	2,15	1,45	10	BENAR	

Gambar 5.8. Contoh penentuan kriteria

5.3.2. Detail kalkulator

Buatlah detail kalkulator honor restorasi mobil sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.9. Kemudian, setelah kalkulator tersebut terisi pada kolom yang tersedia, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.10.

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N																																																																																																																																																	
<h1>AUTO RESTORATION</h1>																																																																																																																																																																											
KALKULATOR HONORARIUM KERJA BERSAMA																																																																																																																																																																											
NAMA PROJECT : <input type="text"/>																																																																																																																																																																											
TAHUN : <input type="text"/>																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Peran</th> <th>Nama lengkap</th> <th>Inisial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ketua</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Anggota 1</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Anggota 2</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Anggota 3</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Anggota 4</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>														Peran	Nama lengkap	Inisial	Ketua	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Anggota 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Anggota 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Anggota 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Anggota 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Penjualan</td> <td>:</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Modal</td> <td>:</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Keuntungan</td> <td>:</td> <td><input type="text" value="-"/></td> </tr> </tbody> </table>														Penjualan	:	<input type="text"/>	Modal	:	<input type="text"/>	Keuntungan	:	<input type="text" value="-"/>																																																																																																																					
Peran	Nama lengkap	Inisial																																																																																																																																																																									
Ketua	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Anggota 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Anggota 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Anggota 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Anggota 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Penjualan	:	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Modal	:	<input type="text"/>																																																																																																																																																																									
Keuntungan	:	<input type="text" value="-"/>																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kegiatan restorasi mobil</th> <th rowspan="2">Load</th> <th colspan="5">KONTRIBUSI PERSONIL (berikan angka 0-10, tergantung kontribusi personil) Total setiap kegiatan adalah 10</th> <th rowspan="2">Kontrol skor</th> </tr> <tr> <th>Ketua</th> <th>Ang 1</th> <th>Ang 2</th> <th>Ang 3</th> <th>Ang 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Pencarian mobil bekas</td> <td>15%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan</td> <td>10%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>3. Pengerjaan komponen mekanikal</td> <td>15%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>4. Pengerjaan komponen body</td> <td>20%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>5. Pengerjaan komponen interior</td> <td>15%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>6. Pengerjaan komponen elektrikral</td> <td>10%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>7. Finishing</td> <td>5%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>8. Pemasaran</td> <td>5%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>9. Urusan administrasi</td> <td>5%</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> <tr> <td>TOTAL INDEKS KETERLIBATAN</td> <td>100%</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>SALAH ISI</td> </tr> </tbody> </table>														Kegiatan restorasi mobil	Load	KONTRIBUSI PERSONIL (berikan angka 0-10, tergantung kontribusi personil) Total setiap kegiatan adalah 10					Kontrol skor	Ketua	Ang 1	Ang 2	Ang 3	Ang 4	1. Pencarian mobil bekas	15%						0	SALAH ISI	2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan	10%						0	SALAH ISI	3. Pengerjaan komponen mekanikal	15%						0	SALAH ISI	4. Pengerjaan komponen body	20%						0	SALAH ISI	5. Pengerjaan komponen interior	15%						0	SALAH ISI	6. Pengerjaan komponen elektrikral	10%						0	SALAH ISI	7. Finishing	5%						0	SALAH ISI	8. Pemasaran	5%						0	SALAH ISI	9. Urusan administrasi	5%						0	SALAH ISI	TOTAL INDEKS KETERLIBATAN	100%	0	SALAH ISI	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">HONORARIUM</th> </tr> <tr> <th>NAMA</th> <th>PERAN</th> <th>INDEKS</th> <th>HONOR</th> <th>TANDA TANGAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Ketua</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Anggota 1</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Anggota 2</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Anggota 3</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Anggota 4</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>0</td> <td>#DIV/0!</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														HONORARIUM					NAMA	PERAN	INDEKS	HONOR	TANDA TANGAN	0	Ketua	0	#DIV/0!		0	Anggota 1	0	#DIV/0!		0	Anggota 2	0	#DIV/0!		0	Anggota 3	0	#DIV/0!		0	Anggota 4	0	#DIV/0!		TOTAL		0	#DIV/0!							
Kegiatan restorasi mobil	Load	KONTRIBUSI PERSONIL (berikan angka 0-10, tergantung kontribusi personil) Total setiap kegiatan adalah 10					Kontrol skor																																																																																																																																																																				
		Ketua	Ang 1	Ang 2	Ang 3	Ang 4																																																																																																																																																																					
1. Pencarian mobil bekas	15%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan	10%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
3. Pengerjaan komponen mekanikal	15%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
4. Pengerjaan komponen body	20%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
5. Pengerjaan komponen interior	15%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
6. Pengerjaan komponen elektrikral	10%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
7. Finishing	5%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
8. Pemasaran	5%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
9. Urusan administrasi	5%						0	SALAH ISI																																																																																																																																																																			
TOTAL INDEKS KETERLIBATAN	100%	0	0	0	0	0	0	0	SALAH ISI																																																																																																																																																																		
HONORARIUM																																																																																																																																																																											
NAMA	PERAN	INDEKS	HONOR	TANDA TANGAN																																																																																																																																																																							
0	Ketua	0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								
0	Anggota 1	0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								
0	Anggota 2	0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								
0	Anggota 3	0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								
0	Anggota 4	0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								
TOTAL		0	#DIV/0!																																																																																																																																																																								

Gambar 5.9. Tampilan kalkulator yang belum diisi

AUTO RESTORATION



KALKULATOR HONORARIUM KERJA BERSAMA

NAMA PROJECT : Restorasi VW

TAHUN : 2020

Peran	Nama lengkap	Inisial
Ketua	: Doni Wildansyah	DW
Anggota 1	: Rangga Jati	RJ
Anggota 2	: Dermawan	DD
Anggota 3	: Visiawan	VV
Anggota 4	: Sukses Abadi	SA

Penjualan	: 120.000.000
Modal	: 30.000.000
Keuntungan	: 90.000.000

		KONTRIBUSI PERSONIL (berikan angka 0-10, tergantung kontribusi personil) Total setiap kegiatan adalah 10							
		Ketua	Ang 1	Ang 2	Ang 3	Ang 4	Total skor (Harus 10)	Kontrol skor	
Kegiatan restorasi mobil	Load	DW	RJ	DD	VV	SA			
1. Pencarian mobil bekas	15%	7	3	0	0	0	10	BENAR	
2. Perencanaan kerja/desain pekerjaan	10%	0	0	5	3	2	10	BENAR	
3. Pengerjaan komponen mekanikal	15%	0	0	0	8	2	10	BENAR	
4. Pengerjaan komponen body	20%	7	0	3	0	0	10	BENAR	
5. Pengerjaan komponen interior	15%	2	4	0	1	3	10	BENAR	
6. Pengerjaan komponen elektrikal	10%	0	8	2	0	0	10	BENAR	
7. Finishing	5%	0	0	0	0	10	10	BENAR	
8. Pemasaran	5%	5	5	0	0	0	10	BENAR	
9. Urusan administrasi	5%	0	0	0	10	0	10	BENAR	
TOTAL INDEKS KETERLIBATAN	100%	3	2,1	1,3	2,15	1,45	10	BENAR	

HONORARIUM

NAMA	PERAN	INDEKS	HONOR	TANDA TANGAN
Doni Wildansyah	Ketua	3	27000000	
Rangga Jati	Anggota 1	2,1	18900000	
Dermawan	Anggota 2	1,3	11700000	
Visiawan	Anggota 3	2,15	19350000	
Sukses Abadi	Anggota 4	1,45	13050000	
TOTAL		10	90.000.000	

Gambar 5.10. Tampilan kalkulator yang sudah diisi

Sekarang, mari kita lihat. Pekerjaan restorasi VW ini mendapatkan keuntungan bersih Rp.90.000.000 (lihat di cell M19), dari penjualan Rp. 120.000.000 dikurangi dengan modal Rp. 30.000.000. Kemudian, mari kita lihat pada pendapatan/honor masing-masing personil, mereka menerima honor yang berbeda sesuai dengan keterlibatannya dalam 9 kegiatan restorasi (total honorinya adalah Rp. 90.000.000).

5.3.3. Formula di Excel

Dari cell yang telah dibuat pada [Gambar 5.9](#) agar menghasilkan perhitungan yang ditunjukkan pada [Gambar 5.10](#), selanjutnya dibuat formula matematika dalam cell yang dibutuhkan. Kode sebelah kiri tanda sama dengan (=) adalah cell yang menunjukkan hasil, sementara kode sebelah kanan tanda sama dengan (=) adalah formulanya. Formula lengkap untuk kalkulator honorarium restorasi ini adalah sebagai berikut.

M20=M16-M18

G30 =G18

H30 =G20

I30 =G22

J30 =G24

K30 =G26

M32 =SUM(G32:K32)

M33 =SUM(G33:K33)

M34 =SUM(G34:K34)

M35 =SUM(G35:K35)

M36 =SUM(G37:K36)

M37 =SUM(G37:K37)

M38 =SUM(G38:K38)

M39 =SUM(G39:K39)

M40 =SUM(G40:K40)

N32=IF(M32=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N33 =IF(M33=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N34 =IF(M34=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N35 =IF(M35=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N36 =IF(M36=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N37 =IF(M37=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N38 =IF(M38=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N39 =IF(M39=10; "BENAR"; "SALAH ISI")

N40 =IF(M40=10; " BENAR"; "SALAH ISI")

N41 =IF(M41=10; " BENAR"; "SALAH ISI")

G41=\$E\$32* G32+\$E\$33* G33+\$E\$34* G34+\$E\$35* G35+\$E\$36* G36+\$E\$37* G37+\$E\$38* G38+\$E\$39* G39+\$E\$40* G40

H41=\$E\$32* H32+\$E\$33* H33+\$E\$34* H34+\$E\$35* H35+\$E\$36* H36+\$E\$37* H37+\$E\$38* H38+\$E\$39* H39+\$E\$40* H40

I41=\$E\$32*I32+\$E\$33*I33+\$E\$34*I34+\$E\$35*I35+\$E\$36*I36+\$E\$37*I37+\$E\$38*I38+\$E\$39*I39+\$E\$40*I40

J41=\$E\$32*J32+\$E\$33*J33+\$E\$34*J34+\$E\$35*J35+\$E\$36*J36+\$E\$37*J37+\$E\$38*J38+\$E\$39*J39+\$E\$40*J40

K41=\$E\$32* K32+\$E\$33* K33+\$E\$34* K34+\$E\$35* K35+\$E\$36* K36+\$E\$37* K37+\$E\$38* K38+\$E\$39* K39+\$E\$40* K40

M41=SUM(G41:K41)

H46 =G41

H47 =H41

H48 =I41

H49 =J41

H50 =K41

H51 =SUM(H46:I50)

H51 =SUM(H46:I50)

J46 =H46/\$M\$41*\$M\$20

J47 =H47/\$M\$41*\$M\$20

J48 =H48/\$M\$41*\$M\$20

J49 =H49/\$M\$41*\$M\$20

J50 =H50/\$M\$41*\$M\$20

J51 =SUM(J46:L50)

A46 =C18

A47 =C20

A48 =C22

A49 =C24

A50 =C26

5.4. Evaluasi

Buatlah sebuah kalkulator dengan Excel untuk mensimulasikan pembagian upah dari sebuah bengkel modifikasi yang dibangun dan dikerjakan oleh sekelompok orang yang memiliki keahlian berbeda beda. Ini adalah soal terbuka, anda dapat menentukan kriteria pekerjaan dan pembobotan secara independen.

Referensi

- [1] Microsoft, "Mulai cepat: Memfilter data dengan menggunakan Filter Otomatis." <https://support.office.com/id-id/article/mulai-cepat-memfilter-data-dengan-menggunakan-filterotomatis-08647e19-11d1-42f6-b376-27b932e186e0> (accessed Apr. 14, 2018).
- [2] C. Young, "9 Smarter Ways to Use Excel for Engineering," *EngineerExcel*. <http://www.engineerexcel.com/9-smarter-ways-use-excel-engineering/> (accessed Apr. 14, 2018).
- [3] B. Flisser, "Bagaimana Menggunakan Excel_ 12 Teknik Bagi Power User," *envatotuts+*, 2016. <https://business.tutsplus.com/id/tutorials/how-to-use-excel-12-techniques-for-power-users--cms-26304> (accessed Apr. 14, 2018).
- [4] M. Al-Falucky, "Fungsi Logika IF di Microsoft Excel," *Rumus Excel*, 2014. <https://www.rumusexcel.com/2014/09/fungsi-logika-if-di-microsoft-excel.html> (accessed Apr. 14, 2018).
- [5] Carponents, "Filling up On Gas Knowledge_ Understanding the Difference Between Gasoline Octane Grades," *www.carponents.com*, 2016. <http://www.carponents.com/content/filling-up-on-gas-knowledge-understanding-the-difference-between-gasoline-octane-grades-240> (accessed Apr. 14, 2018).
- [6] R. Poole, "How To Calculate Engine Compression Ratio And Displacement," *JE Pistons*, 2018. <http://blog.jepistons.com/how-to-calculate-engine-compression-ratio-and-displacement> (accessed Apr. 14, 2018).
- [7] "Cara Menambahkan Satuan Unit, Kg, Lt, Cm secara otomatis di Ms Excel," 2013. <https://dasar-office.blogspot.com/2013/10/cara-menambahkan-satuan-unit-kg-lt-cm.html> (accessed Apr. 03, 2020).

- [8] M. Setiyo, *Listrik & Elektronika Dasar Otomotif (Basic Automotive Electricity and Electronics)*. Magelang: UNIMMA Press, 2017.
- [9] B. Susanto, "File .CSV dan Cara Membukanya," *STTNF*, 2015.
<http://www.nurulfikri.ac.id/index.php/id/artikel/item/737-file-csv-dan-cara-membukanya> (accessed Apr. 14, 2018).
- [10] Svetlana Cheusheva, "Convert CSV to Excel_ open or import CSV files into Excel worksheets," *Ablebits.com*, 2018. <https://www.ablebits.com/office-addins-blog/2014/05/01/convert-csv-excel/> (accessed Apr. 14, 2018).
- [11] M. Setiyo, S. Soeparman, N. Hamidi, and S. Wahyudi, "Cooling effect characteristics of a $\frac{1}{2}$ cycle refrigeration system on an LPG fuel system," *International Journal of Refrigeration*, vol. 82, pp. 227-237, 2017, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2017.06.009.
- [12] Data Recovery Labs, "Types of Graphs." .
- [13] National Center for Education Statistics, "How to Choose Which Type of Graph to Use." .
- [14] Math Worksheet Center, "Bar Graphs, Pie Charts, and Line Graphs: How are they similar and how are they different?" .
- [15] L. Johnson, "The Difference Between Bar Graphs and Line Graphs," 2018. .
- [16] www.superstreetonline.com, "Camshaft Fundamentals," 2013. <http://www.superstreetonline.com/how-to/engine/1312-camshaft-fundamentals> (accessed Feb. 22, 2021).
- [17] [wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Piston_motion_equations), "Piston motion equations," 2020. https://en.wikipedia.org/wiki/Piston_motion_equations (accessed Feb. 22, 2021).
- [18] L. Underwood, "Piston Motion," *Geogebra.org*. <https://www.geogebra.org/m/PQhjzCx> (accessed Feb.

20, 2021).

- [19] www.rbracing-rsr.com, "Camshafts." <https://www.rbracing-rsr.com/camshaft.html> (accessed Feb. 15, 2021).
- [20] E. Liu, S. Y. Yue, and J. Lee, "A Study On LPG As A Fuel For Vehicles," *Research and Library Services Division Legislative Council Secretariat*, no. March, 1997, [Online]. Available: www.legco.gov.hk/yr97-98/english/sec/library/967rp05.pdf.
- [21] RAA, "LPG Calculator." <https://www.raa.com.au/motoring-and-road-safety/car-advice/lpg-calculator> (accessed May 17, 2018).
- [22] MyLPG, "Autogas savings calculator." <https://www.mylpg.eu/autogas-calculator#graph> (accessed May 17, 2018).
- [23] Fleet News, "Fuel Cost Calculator." <https://www.fleetnews.co.uk/costs/fuel-cost-calculator/?FuelType=3> (accessed May 17, 2018).
- [24] V. Leung, "Slow diffusion of LPG vehicles in China- Lessons from Shanghai, Guangzhou and Hong Kong," *Energy Policy*, vol. 39, no. 6, pp. 3720-3731, 2011, doi: 10.1016/j.enpol.2011.03.081.
- [25] L. Raslavičius, A. Keršys, S. Mockus, N. Keršiene, and M. Starevičius, "Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 32, pp. 513-525, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.01.052.
- [26] C. Abdini and H. Rahmat, "Switching to gas is an alternative policy options in solving the problem of subsidized fuel," *Rubric Policy, Ministry of State Secretariat of the Republic of Indonesia*, 2013. <http://www.setneg.go.id/> (accessed Feb. 14, 2016).
- [27] Propane Education and Research Council, *Converting Vehicles to Propane Autogas Part 1 : Installing Fuel Tanks*

and Fuel Lines. Washington, D.C, 2011.

- [28] Propane Education and Research Council, *Converting Vehicles to Propane Autogas Part 2: Installing Underhood Components*. Washington, D.C, 2011.
- [29] M. Setiyo, S. Soeparman, N. Hamidi, and S. Wahyudi, "Techno-economic analysis of liquid petroleum gas fueled vehicles as public transportation in Indonesia," *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 6, no. 3, pp. 495-500, 2016.

Profil Penulis



Muji Setiyo, lahir di Temanggung pada tahun 1983. Tahun 2002 kuliah di Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang, selesai tahun 2006. Tahun 2007 melanjutkan ke Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, selesai tahun 2009. Kemudian, dari tahun 2010 sampai 2012 mengambil S2 di Program Magister Teknik Mesin Konsentrasi Konversi Energi di Universitas Pancasila Jakarta. Tahun 2014 mengambil Program Doktor Teknik Mesin konsentrasi Konversi Energi, selesai tahun 2017. Pada tahun 2018, ikut dalam program *Sort Course Vocational Education* (SCVE) di TU-Dresden, Jerman. Saat ini, penulis aktif sebagai Dosen di Prodi Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang dan juga sebagai *Principal Editor* di jurnal *Automotive Experiences*.

Academic Profile:





untuk

Mahasiswa
Teknik Otomotif