Bahan kuliah II4021 Kriptografi

03 – Ragam Cipher Klasik

(Bagian 1)

Oleh: Rinaldi M

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung

2026

Pendahuluan

- Kriptografi klasik (*classical cryptography*) merupakan kriptografi yang sudah tua, sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu hingga ditemukan komputer digital
- *Cipher* pada kriptografi klasik, dinamakan *cipher* klasik, (*classical cipher*) hanya memproses pesan berupa huruf alfabet saja
- Menggunakan alat tulis pena dan kertas saja, belum ada komputer
- Termasuk ke dalam jenis kriptografi kunci-simetri

- Tiga alasan mempelajari kriptografi klasik:
  1. Memahami konsep dasar kriptografi.
  2. Sebagai dasar algoritma kriptografi modern.
  3. Untuk memahami kelemahan sistem *cipher*.

- *Cipher* di dalam kriptografi klasik disusun oleh dua teknik dasar:
  1. **Teknik substitusi**: mengganti huruf plainteks dengan huruf cipherteks.

Plainteks:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Cipherteks:	I	J	K	L	Q	R	S	T	U	V	W	D	C	B	A	Z	Y	X	P	O	N	M	H	G	F	E

Contoh: Plainteks: `MENGANTUK`

Cipherteks: `CQBSIBONW`

  2. **Teknik transposisi**: mengubah susunan atau posisi huruf plainteks menjadi susunan huruf cipherteks.

     Disebut juga teknik *scrambling*, permutasi, atau pengacakan

     Contoh: Plainteks: `MENGANTUK`

     Cipherteks: `TNEAKMNGU`

- Oleh karena itu, dikenal dua macam *cipher* di dalam kriptografi klasik:

  1. *Cipher* Substitusi (*substitution Cipher*)

     - metode enkripsi dan dekripsi menggunakan teknik substitusi

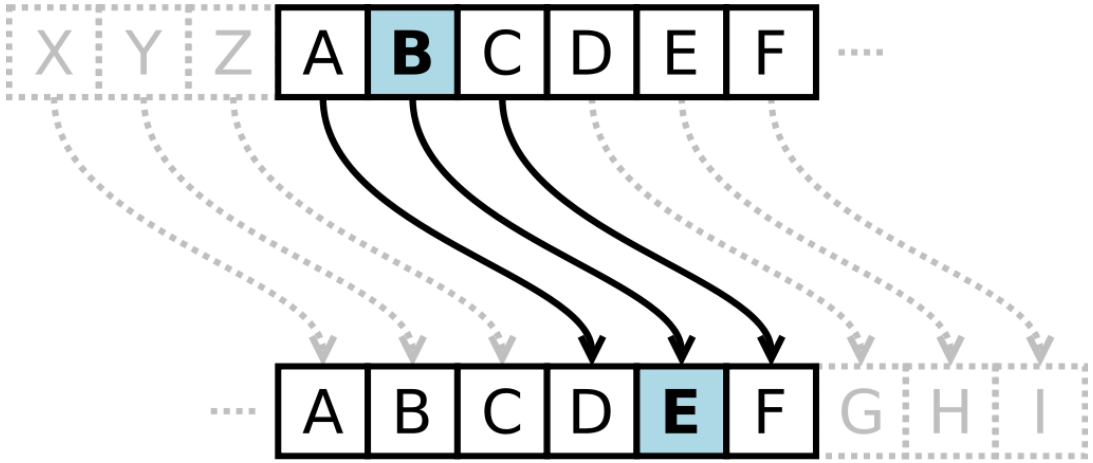
  2. *Cipher* Transposisi (*transposition Cipher*)

     - metode enkripsi dan dekripsi menggunakan teknik transposisi

- Kombinasi kedua teknik tersebut membentuk *product cipher* atau *super enkripsi*

  product cipher = cipher substitusi + cipher transposisi

A. Cipher Substitusi



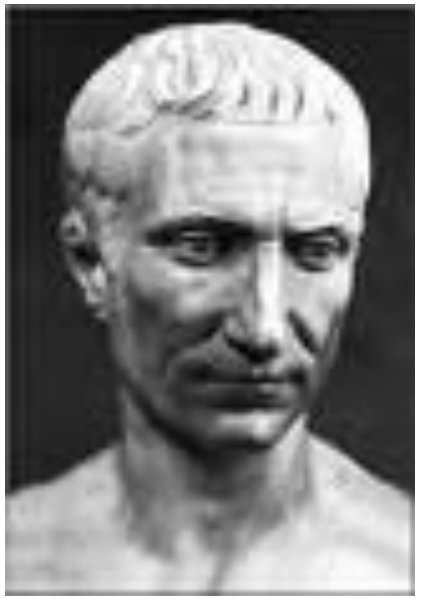
- Contoh yang terkenal: *Caesar Cipher*
- Tiap huruf alfabet digeser 3 huruf ke kanan

```
Plainteks :  A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Cipherteks : D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z A B C
```

- Contoh:

Plainteks: `temui saya di jembatan merah nanti malam`

Cipherteks: `WHPXL VDBD GL MHPEDWDQ PHUDK QDQWL PDODP`



- Supaya lebih aman, cipherteks dikelompokkan ke dalam kelompok n-huruf, misalnya kelompok 4-huruf:

  Semula: `WHPXL VDBD GL MHPEDWDQ PHUDK QDQWL PDODP`

  Menjadi: `WHPX LVDB DGLM HPED WDQP HUDK QDQW LPDO DP`

- Atau membuang semua spasi:

  `WHPXLVDBDGLMHPEDWDQPHUDKQDQWLPDODP`

- Tujuannya agar proses kriptanalisis menjadi lebih sulit dilakukan

- Enkripsi dan dekripsi Caesar Cipher dapat dilakukan secara matematis
- Misalkan setiap huruf alfabet dikodekan ke dalam integer dari 0 sampai 25 sebagai berikut:

  A = 0, B = 1, C = 2, D = 3, E = 4, F = 5, G = 6, H = 7, I = 8, J = 9, K = 10

  L = 11, M = 12, N = 13, O = 14, P = 15, Q = 16, R = 17, S = 18, T = 19, U = 20

  V = 21, W = 22, X = 23, Y = 24, Z = 25

maka, secara matematis Caesar Cipher dirumuskan sebagai:

Enkripsi: $c = E(p) = (p + 3) \bmod 26$

Dekripsi: $p = D(c) = (c - 3) \bmod 26$

Ket: p = plainteks; c = cipherteks

ENKRIPSI:

Plainteks: `temui saya di jembatan merah nanti malam`

- p_1 = ‘t’ = 19 → c_1 = $E(19)$ = (19 + 3) **mod** 26 = 22 = ‘W’
- p_2 = ‘e’ = 4 → c_2 = $E(4)$ = (4 + 3) **mod** 26 = 7 = ‘H’
- p_3 = ‘m’ = 12 → c_3 = $E(12)$ = (12 + 3) **mod** 26 = 15 = ‘P’
- p_4 = ‘u’ = 20 → c_4 = $E(20)$ = (20 + 3) **mod** 26 = 23 = ‘X’
- p_5 = ‘i’ = 8 → c_4 = $E(8)$ = (8 + 3) **mod** 26 = 11 = ‘L’
- dst…

Cipherteks: `WHPXL VDBD GL MHPEDWDQ PHUDK QDQWL PDODP`

DEKRIPSI:

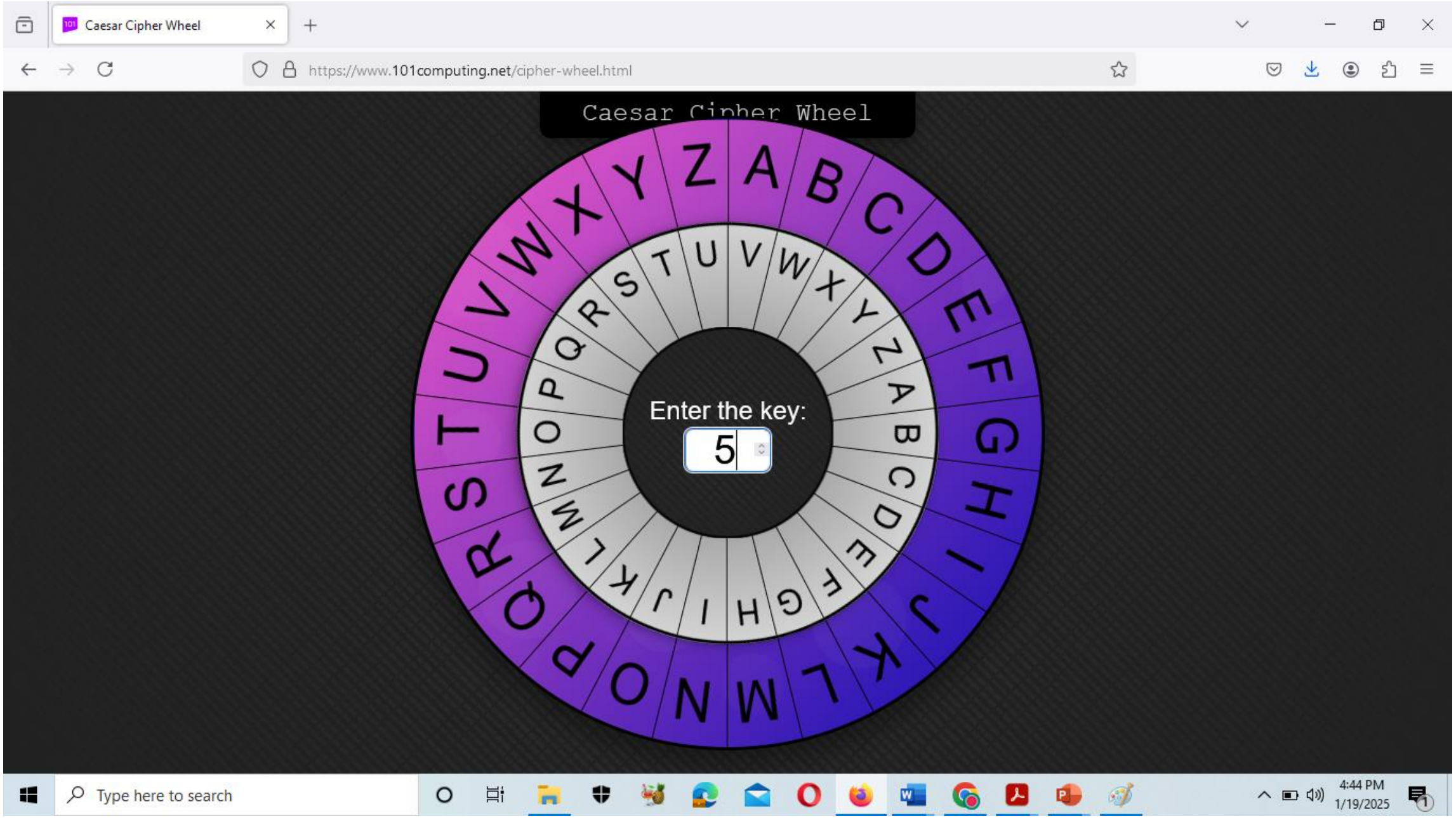
Cipherteks: `WHPXL VDBD GL MHPEDWDQ PHUDK QDQWL PDODP`

- c_1 = ‘W’ = 22 → p_1 = D(22) = (22 – 3) **mod** 26 = 19 = ‘t’
- c_2 = ‘H’ = 7 → p_2 = D(7) = (7 – 3) **mod** 26 = 4 = ‘e’
- c_3 = ‘P’ = 15 → p_3 = D(15) = (15 – 3) **mod** 26 = 12 = ‘m’
- c_4 = ‘X’ = 23 → p_4 = D(23) = (23 – 3) **mod** 26 = 20 = ‘u’
- c_5 = ‘L’ = 11 → p_5 = D(11) = (11 – 3) **mod** 26 = 8 = ‘i’
- …dst

Plainteks: `temui saya di jembatan merah nanti malam`

Caesar wheel untuk membentuk tabel substitusi huruf alfabet

Lihat demo online: https://www.101computing.net/cipher-wheel.html


Caesar Cipher Wheel
https://www.101computing.net/cipher-wheel.html
Caesar Cipher Wheel
Enter the key:
5
Type here to search
4:44 PM
1/19/2025

- Secara umum, jika pergeseran huruf sejauh k, maka:

  Enkripsi: $c = E(p) = (p + k) \bmod 26$
  Dekripsi: $p = D(c) = (c - k) \bmod 26$
  k = kunci rahasia

- Untuk alfabet berupa 256 karakter ASCII, maka:

  Enkripsi: $c = E(p) = (p + k) \bmod 256$
  Dekripsi: $p = D(c_i) = (c - k) \bmod 256$
  k = kunci rahasia

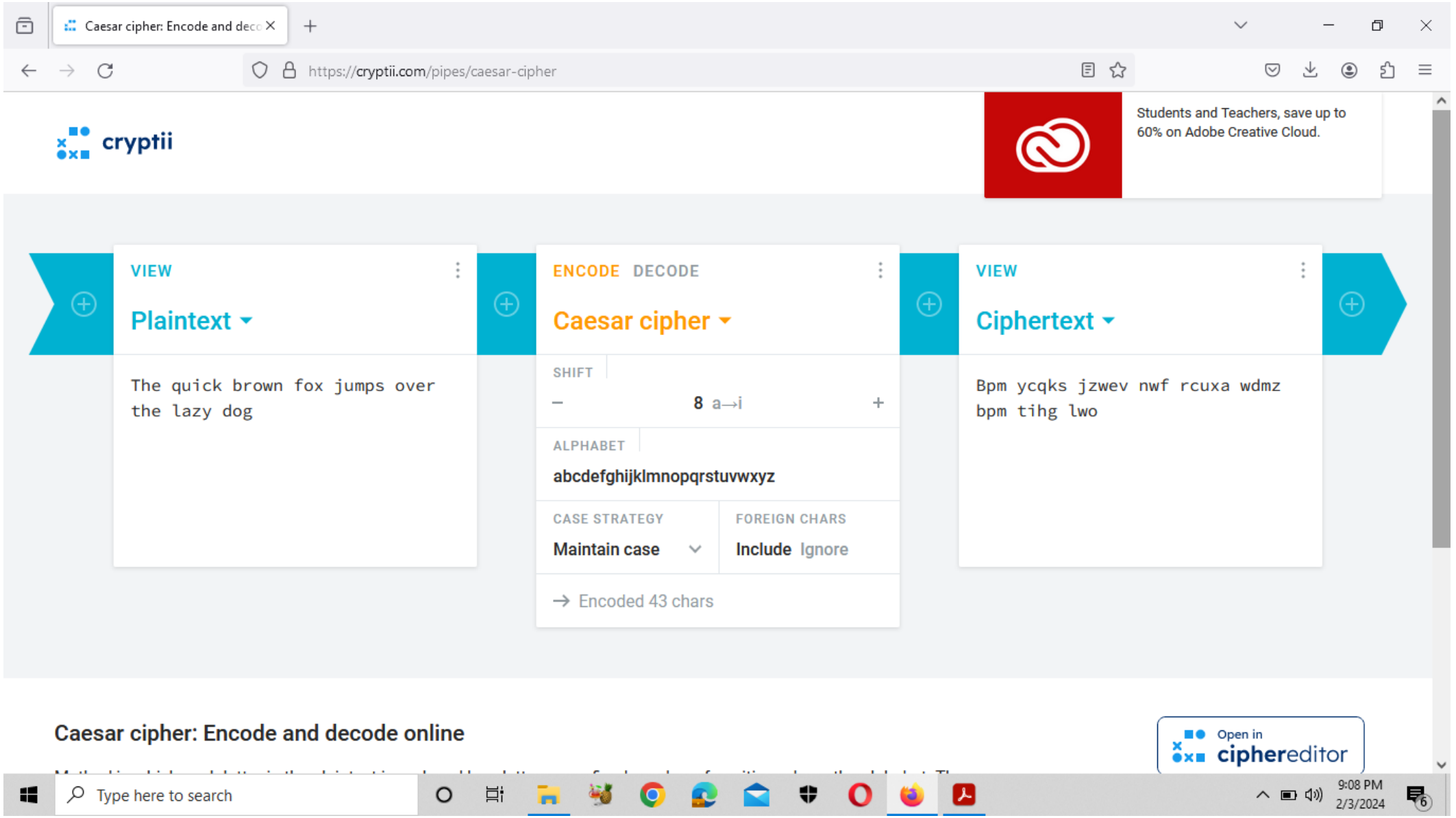
Latihan

Enkripsi kalimat berikut dengan Caesar Cipher, k = 5

ADA RENCANA PENYELUNDUPAN NARKOBA DI BANDARA

Tentukan cipherteksnya

Demo Caesar Cipher Online: https://cryptii.com/pipes/caesar-cipher



Program Caesar Cipher dalam Bahasa Python

[38]:
```python
def Caesar_cipher_encrypt(plainteks, k):
    cipherteks = ""
    for char in plainteks:
        if char.isalpha():           # Hanya memproses huruf alfabet saja
           start = ord('A') if char.isupper() else ord('a')
           c = (ord(char) - start + k) % 26   # Kodekan huruf ke angka 0 s/d 25, lalu enkripsi dengan Caesar Cipher
           c = c + start             # Kembalikan ke posisi semula
           cipherteks = cipherteks + chr(c)      # sambung setiap huruf cipherteks
        else:
           cipherteks = cipherteks + char     # Pesan yang bukan huruf tidak dienkripsi, dibiarkan saja
    return cipherteks
```

[39]:
```python
def Caesar_cipher_decrypt(cipherteks, k):
    plainteks = ""
    for char in cipherteks:
        if char.isalpha():          # Hnaya memproses huruf alfabet saja
           start = ord('A') if char.isupper() else ord('a')
           c = (ord(char) - start - k) % 26      # Kodekan huruf ke angka 0 s/d 25 lalu dekripsi dengan Caesar Cipher
           c = c + start             # Kembalikan ke posisi semula
           plainteks = plainteks + chr(c)   #  sambung setiap huruf plainteks
        else:
           plainteks = plainteks + char    # Pesan yang bukan huruf tidak dienkripsi, dibiarkan saja
    return plainteks
```

Run program

```
[40]: pesan = input("ketikkan pesan anda: ")
```

```
ketikkan pesan anda:  Halo kawan, ini nomor PIN-ku: 123456, tolong jaga kerahasiannya
```

```
[41]: kunci = int(input("kunci: "))
```

```
kunci:  10
```

```
[42]: cipherteks = Caesar_cipher_encrypt(pesan, kunci)
```

```
[43]: print(f"Pesan terenkripsi: {cipherteks}")
```

```
Pesan terenkripsi: Rkvy ukgkx, sxs xywyb ZSX-ue: 123456, dyvyxq tkqk uobkrkcskxxik
```

```
[44]: plainteks = Caesar_cipher_decrypt(cipherteks, kunci)
```

```
[46]: print(f"Pesan hasil dekripsi: {plainteks}")
```

```
Pesan hasil dekripsi: Halo kawan, ini nomor PIN-ku: 123456, tolong jaga kerahasiannya
```

Program Caesar Cipher dalam Bahasa Python (256 karakter ASCII)

```python
def Caesar_cipher_encryptV2(plainteks, k):
    cipherteks = ""
    for char in plainteks:
         c = (ord(char) + k) % 256  # Kodekan huruf ke angka, lalu enkripsi dengan Caesar Cipher
         cipherteks = cipherteks + chr(c)      # sambung setiap huruf cipherteks
    return cipherteks
```

```python
def Caesar_cipher_decryptV2(cipherteks, k):
    plainteks = ""
    for char in cipherteks:
        c = (ord(char) - k) % 256   # Kodekan huruf ke angka, lalu dekripsi dengan Caesar Cipher
        plainteks = plainteks + chr(c)   #  sambung setiap huruf plainteks
    return plainteks
```

Run program

```
pesan = input("ketikkan pesan anda: ")
```

```
ketikkan pesan anda:  Nomor telponku 08234654890
```

```
kunci = int(input("kunci (1-255): "))
```

```
kunci (1-255):  189
```

```
cipherteks = Caesar_cipher_encryptV2(pesan, kunci)
```

```
print(f"Pesan terenkripsi: {cipherteks}")
```

```
Pesan terenkripsi: ,*,/Ý1")-,+(2Ýíõïðñóòñõõí
```

```
plainteks = Caesar_cipher_decryptV2(cipherteks, kunci)
```

```
print(f"Pesan hasil dekripsi: {plainteks}")
```

```
Pesan hasil dekripsi: Nomor telponku 08234654890
```

Program Caesar Cipher dalam Bahasa C++

```
/ Program enkripsi dan dekripsi pesan dengan Caesar Cipher dalam Bahasa C++
#include <iostream>
#include <string.h>
using namespace std;

void enkripsi()
{
  string plainteks, cipherteks;
  int i, k;
  char c;

  cout << "Ketikkan pesan:";
  cin.ignore(); getline (cin, plainteks);
  cout << "Masukkan jumlah pergesaran (0-25): "; cin >> k;
  cipherteks = "";  // inisialisasi cipherteks dengan null string

  for (i=0; i < plainteks.length(); i++) {
      c = plainteks[i];
      if (isalpha(c)) {    //hanya memproses huruf alfabet saja
         c = toupper(c);   // ubah menjadi huruf kapital
         c = c - 65;       // kodekan huruf ke angka 0 s/d 25
         c = (c + k) % 26; // enkripsi, geser sejauh k ke kanan
         c = c + 65;       // kodekan kembali ke huruf semula
      }
      cipherteks = cipherteks + c;  // sambungkan ke cipherteks
  }
  cout << "Cipherteks: "<<cipherteks<< endl;  // cetak cipherteks
}
```

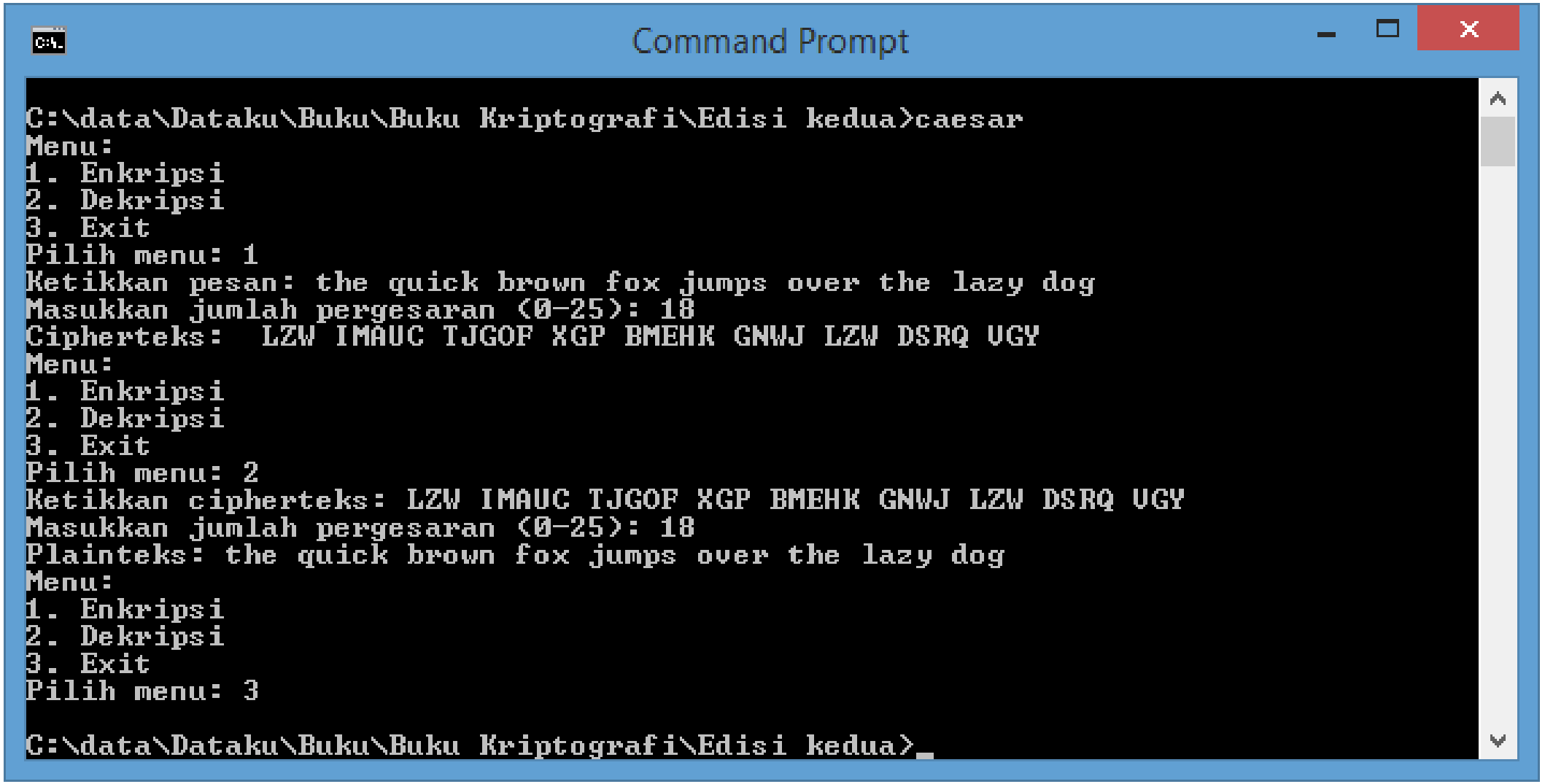
```
void dekripsi()
{
  string plainteks, cipherteks;
  int i, k;
  char c;

  cout << "Ketikkan cipherteks: ";
  cin.ignore();getline (cin, cipherteks);
  cout << "Masukkan jumlah pergesaran (0-25): ";
  cin >> k;
  plainteks = "";  // inisialisasi plainteks dengan null string

  for (i=0; i < cipherteks.length(); i++) {
      c = cipherteks[i];
      if (isalpha(c)) {    //hanya memproses alfabet
         c = toupper(c);   // ubah karakter ke huruf besar
         c = c - 65;       // kodekan huruf ke angka 0 s/d 25
         if (c - k < 0)    // kasus pembagian bilangan negatif
            c = 26 + (c - k);
         else
            c = (c - k) % 26;
         c = c + 65;       // kodekan kembali ke huruf semula
         c = tolower(c); // plainteks dinyatakan sebagai huruf kecil
      }
      plainteks = plainteks + c;  // sambungkan ke plainteks
  }
  cout << "Plainteks: " << plainteks << endl;  // cetak plainteks
}
```

```
main()
{
  int pil; bool stop;
  stop = false;

  while (!stop) {
     cout << "Menu: " << endl;
     cout << "1. Enkripsi " << endl;
     cout << "2. Dekripsi " << endl;
     cout << "3. Exit     " << endl;
     cout << "Pilih menu: "; cin >> pil;
     switch (pil) {
        case 1 : enkripsi(); break;
        case 2 : dekripsi(); break;
        case 3 : stop = true; break;
     }
  }
}
```


Command Prompt
C:\data\Dataku\Buku\Buku Kriptografi\Edisi kedua>caesar
Menu:
1. Enkripsi
2. Dekripsi
3. Exit
Pilih menu: 1
Ketikkan pesan: the quick brown fox jumps over the lazy dog
Masukkan jumlah pergesaran (0-25): 18
Cipherteks: LZW IMAUC TJGOF XGP BMEHK GNWJ LZW DSRQ VGY
Menu:
1. Enkripsi
2. Dekripsi
3. Exit
Pilih menu: 2
Ketikkan cipherteks: LZW IMAUC TJGOF XGP BMEHK GNWJ LZW DSRQ VGY
Masukkan jumlah pergesaran (0-25): 18
Plainteks: the quick brown fox jumps over the lazy dog
Menu:
1. Enkripsi
2. Dekripsi
3. Exit
Pilih menu: 3
C:\data\Dataku\Buku\Buku Kriptografi\Edisi kedua>

Kriptanalisis Caesar Cipher

- *Caesar cipher* mudah dipecahkan dengan *exhaustive key search (brute force)* karena jumlah kuncinya sangat sedikit (hanya ada 26 kunci).

- Coba lakukan dekripsi dengan berbagai nilai k dari 0 sampai 25, lalu periksa apakah hasil dekripsi merupakan kata atau kalimat yang bermakna. Jika ya, maka diduga k adalah kuncinya.

- Untuk memastikan k adalah kunci yang benar, maka cobakan k untuk potongan kriptogram lainnya.

Contoh: kriptogram XMZVH

Tabel 1. Contoh *exhaustive key search* terhadap cipherteks XMZVH

Kunci (*k*) *ciphering*	'Pesan' hasil dekripsi	Kunci (*k*) *ciphering*	'Pesan' hasil dekripsi	Kunci (*k*) *ciphering*	'Pesan' hasil dekripsi
0	**XMZVH**	17	**GVIEQ**	8	**PERNZ**
25	**YNAWI**	16	**HWJFR**	7	**QFSOA**
24	**ZOBXJ**	15	**IXKGS**	6	**RGTPB**
23	**APCYK**	14	**JYLHT**	5	**SHUQC**
22	**BQDZL**	13	**KZMIU**	4	**TIVRD**
21	**CREAM**	12	**LANJV**	3	**UJWSE**
20	**DSFBN**	11	**MBOKW**	2	**VKXTF**
19	**ETGCO**	10	**NCPLX**	1	**WLYUG**
18	**FUHDP**	9	**ODQMY**		

Plainteks yang potensial adalah CREAM dengan $k = 21$.
Kunci ini digunakan untuk mendekripsikan potongan cipherteks lainnya.

Contoh lain:

Cipherteks: PHHW PH DIWHU WKH WRJD SDUWB

k	PHHW PH DIWHU WKH WRJD SDUWB
0	phhw ph diwhu wkh wrjd sduwb
1	oggv og chvgt vjg vqic rctva
2	nffu nf bgufs uif uphb qbsuz
3	**meet me after the toga party**
4	ldds ld zesdq sgd snfz ozqsx
5	kccr kc ydrcp rfc rmey nyprw
6	…
21	ummb um inbmz bpm bwoi xizbg
22	tlla tl hmaly aol avnh whyaf
23	skkz sk glzkx znk zumg vgxze
24	rjjy rj fkyjw ymj ytlf ufwyd
25	qiix qi ejxiv xli xske tevxc

(Sumber: William Stallings)

Cipherteks: `VIVBQ SQBI SMBMUC LQ ICTI`

k	Hasil dekripsi
0	vivbq sqbi smbmuc lq icti
1	uhuap rpah rlaltb kp hbsh
2	tgtzo qozg qkzksa jo garg
3	sfsyn pnyf pjyjrz in fzqf
4	rerxm omxe oixiqy hm eype
5	qdqwl nlwd nhwhpx gl dxod
6	pcpuk mkvc mgvgow fk cwnc
7	obouj ljub lfufnu ej bvmb
8	**nanti kita ketemu di aula**
9	mzmsh jhsz jdsdlt ch ztkz
10	lylrg igry icrcks bg ysjy
11	kxkqf hfqx hbqbjr af xrix
12	jwjpe gepw gapaiq ze wqhw
13	iviod fdov fzozhp yd vpgv
14	huhnc ecnu eynygo xc uofu
15	gtgmb dbmt dxmxfn wb tnet
16	fsfla cals cwlwem va smds
17	erekz bzkr bvkvdl uz rlcr
18	dqdjy ayjq aujuck ty qkbq
19	cpcix zxip ztitbj sx pjap
20	bobhw ywho yshsai rw oizo
21	anagv xvgn xrfqyg pu mgxm
22	xmzfu wufm wqfqyg pu mgxm
23	ylyet vtel vpepxf ot lfwl
24	xkxds usdk uodowe ns kevk
25	wjwcr trcj tncnvd mr jduj

- Bagaimana jika terdapat dua atau lebih nilai k yang menghasilkan pesan-pesan bermakna?

Contoh: Misalkan kriptogram `HSPPW` menghasilkan dua kemungkinan kunci yang potensial, yaitu:

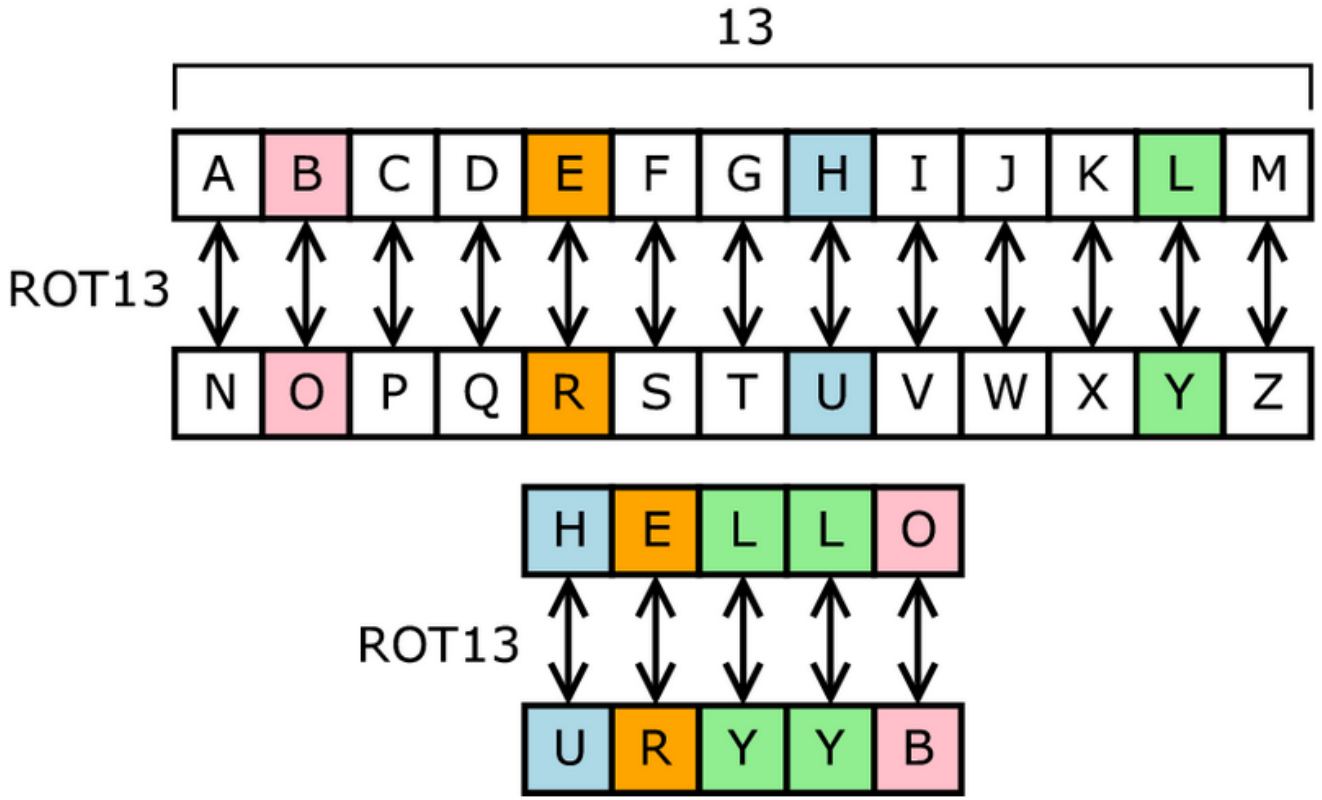
k = 4 menghasilkan pesan `dolls` (`boneka`)

k = 11 menghasilkan `wheel` (`roda`) .

Nilai k mana yang benar?

Jika kasusnya demikian, maka lakukan dekripsi terhadap potongan cipherteks lain tetapi cukup menggunakan *k* = 4 dan *k* = 11 agar dapat disimpulkan kunci mana yang benar.

- Di dalam sistem operasi Unix, `ROT13` adalah fungsi menggunakan *Caesar cipher* dengan pergeseran *k* = 13



Sumber gambar: Wikipedia

- Contoh: `ROT13(ROTATE) = EBGNGR`
- Nama "ROT13" berasal dari *net.jokes*
  (*hhtp://groups.google.com/group/net.jokes*) (tahun 1980)

- ROT13 biasanya digunakan di dalam forum *online* untuk menyandikan jawaban teka-teki, kuis, canda, dsb

- Enkripsi arsip dua kali dengan `ROT13` menghasilkan pesan semula:

  `P = ROT13(ROT13(P))`

  sebab $\mathrm{ROT}_{13}(\mathrm{ROT}_{13}(x)) = \mathrm{ROT}_{26}(x) = x$

- Jadi dekripsi cukup dilakukan dengan mengenkripsi cipherteks kembali dengan `ROT13`

B. Cipher Transposisi

- Cipherteks diperoleh dengan mengubah posisi huruf di dalam plainteks.
- Dengan kata lain, algoritma ini melakukan *transpose* terhadap rangkaian huruf di dalam plainteks.
- Nama lain untuk metode ini adalah *cipher* **permutasi**, karena *transpose* setiap karakter di dalam teks sama dengan mempermutasikan karakter-karakter tersebut.
- Contoh cipher transposisi: *Columnar Transposition Cipher*, *Rail Fence Transposition Cipher*

1. Columnar Transposition Cipher

Contoh: Misalkan plainteks adalah

```
sistem dan teknologi informasi itb
```

Panjang kunci = 6

Enkripsi: (*buang spasi)

```
sistem
dantek
nologi
inform
asiitb
```

Cipherteks: (baca secara vertical kolom per kolom)

```
SDNIAIAONSSNLFITTOOIEEGRTMKIMB          (tanpa spasi)
SDNI AIAO NSSN LFIT TOOI EEGR TMKI MB   (atau blok 4 huruf)
```

Dekripsi: Bagi panjang cipherteks dengan panjang kunci (Pada contoh ini, 30 / 6 = 5) .

Cipherteks: SDNIAIAONSSNLFITTOOIEEGRTMKIMB

Tulis cipherteks secara vertical sepanjang 5 kolom:

```
SDNIA
IAONS
SNLFI
TTOOI
EEGRT
MKIMB
```

Plainteks: (baca secara vertikal)

```
sistemdanteknologiinformasiitb
sistem dan teknologi informasi itb
```

(tambahkan spasi)

- Untuk membuat enkripsi menjadi lebih kompleks, gunakan kata kunci sepanjang n dengan huruf-huruf berbeda. Urutan huruf di dalam kata kunci menentukan urutan pembacaan secara vertikal.
- Contoh: kata kunci = TOMBAK (urutan huruf sesuai alfabet: 6 5 4 2 1 3)

  Plainteks: `sistem dan teknologi informasi itb`

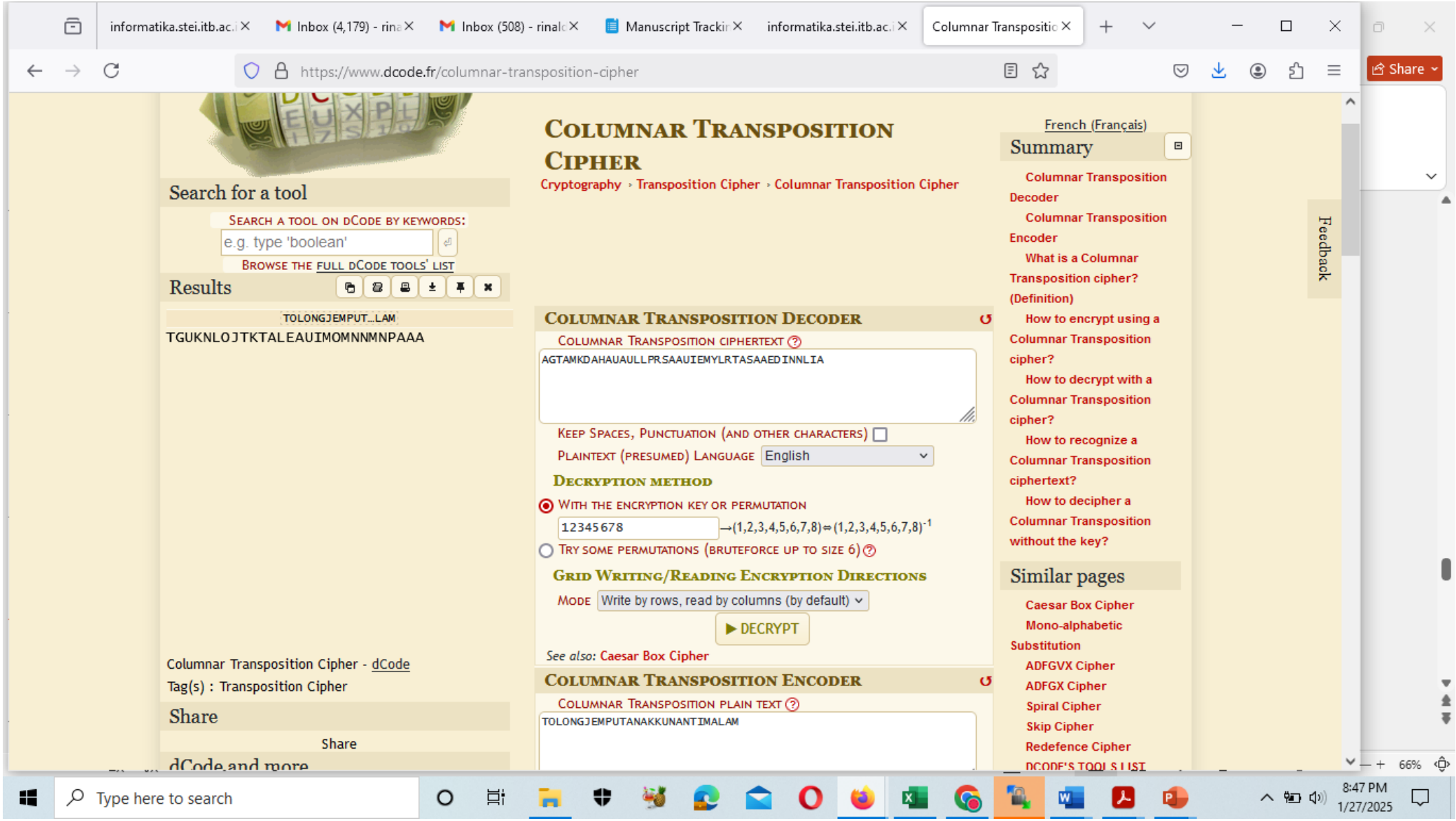
  Enkripsi:

```
123456
TOMBAK
sistem
dantek
nologi
inform
asiitb
```

Cipherteks: (baca secara vertikal sesuai urutan huruf di dalam kata kunci → 5, 4, 6, 3, 2, 1)

EEGRTTTOOIMKIMBSNLFIIAONSSDNIA

Demo online: https://www.dcode.fr/columnar-transposition-cipher



Program Transposition Cipher dalam Bahasa Python (26 huruf alfabet)

```
import math

def transposition_cipher_encrypt(plaintext, k):
    ciphertext = [''] * k       # membuat sebuah list dengan panjang k, yang setiap
                                # elemennya berupa string kosong.
    for kolom in range(k):
        index = kolom
        while index < len(plaintext):
            ciphertext[kolom] = ciphertext[kolom] + plaintext[index]
            index = index + k
    return ''.join(ciphertext)
```

```
def transposition_cipher_decrypt(ciphertext, k):
    jumlah_baris = math.ceil(len(ciphertext) / k)
    jumlah_sel_kosong = (jumlah_baris * k) - len(ciphertext)

    plaintext = [''] * jumlah_baris     # membuat sebuah list dengan panjang k, yang
                                        # setiap elemennya berupa string kosong.

    kolom = 0
    baris = 0

    for karakter in ciphertext:
        plaintext[baris] = plaintext[baris] + karakter
        baris = baris + 1

        if (baris == jumlah_baris) or (baris == jumlah_baris-1 and
                                       kolom >= k - jumlah_sel_kosong):
            baris = 0
            kolom += 1

    return ''.join(plaintext)
```

Run program

```
pesan = input("ketikkan pesan anda: ")
k = int(input("Masukkan panjang kunci: "))
ciphertext = transposition_cipher_encrypt(pesan, k)
print(ciphertext)
```

```
ketikkan pesan anda:  banjir bandang melanda sumatera
Masukkan panjang kunci:  5
brdmdmaa aeaanbnl tjagasein nur
```

```
pesan = input("ketikkan ciphertext: ")
k = int(input("Masukkan panjang kunci: "))
plaintext = transposition_cipher_decrypt(pesan, k)
print(plaintext)
```

```
ketikkan ciphertext:  brdmdmaa aeaanbnl tjagasein nur
Masukkan panjang kunci:  5
banjir bandang melanda sumatera
```

Super-enkripsi

- Menggabungkan *cipher* substitusi dengan *cipher* transposisi.
- Disebut juga *product cipher*
- Mula-mula pesan dienkripsi dengan *cipher* substitusi, selanjutnya hasilnya dienkripsi dengan *cipher* transposisi (atau sebaliknya).

Contoh. Plainteks `hello world`

- dienkripsi dengan *caesar cipher* menjadi `KHOOR ZRUOG`
- kemudian hasil ini dienkripsi lagi dengan *cipher* transposisi (*k* = 4):

```
KHOO
RZRU
OGZZ
```

→ Cipherteks akhir adalah: `KROHZGORZOUZ`

- *Cipher* modern menggunakan konsep kombinasi *cipher* substitusi dan *cipher* transposisi, namun operasinya dibuat sekompleks mungkin

2. Rail Fence Transposition Cipher

Contoh lain. Misalkan plainteks adalah

```
CRYPTOGRAPHY AND DATA SECURITY
```

Plainteks disusun menjadi 3 baris ($k = 3$) seperti di bawah ini:

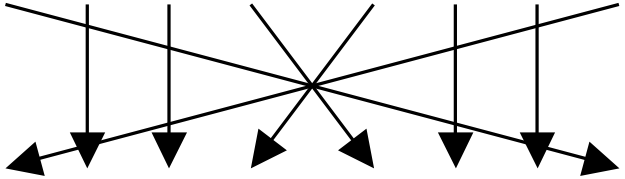
```
C       T       A       A       A       E       I
 R   P   O   R   P   Y   N   D   T   S   C   R   T
   Y       G       H       D       A       U       Y
```

maka cipherteksnya adalah

```
CTAAAEIRPORPYNDTSCRTYGHDAUY
```

- Kita pun dapat membuat variasi cipher transposisi dengan atutan yang kita definisikan sendiri.
- Contonya seperti berikut. Misalkan plainteks: `ITB GANESHA SEPULUH`
- Bagi menjadi blok-blok 8-huruf. Jika < 8, tambahkan huruf *dummy*.

1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
I	T	B	G	A	N	E	S	H	A	S	E	P	U	L	U	H	A	B	C	D	E	F	G



S	T	B	A	G	N	E	I	U	A	S	P	E	U	L	H	G	A	B	D	C	E	F	H
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8

- Cipherteks: **STBAGNEIUASPEULHGABDCEFH**

Super-enkripsi

- Menggabungkan *cipher* substitusi dengan *cipher* transposisi.
- Disebut juga *product cipher*
- Mula-mula pesan dienkripsi dengan *cipher* substitusi, selanjutnya hasilnya dienkripsi dengan *cipher* transposisi (atau sebaliknya).

  Contoh. Plainteks `hello world`

  ✓ dienkripsi dengan *caesar cipher* (k = 3) menjadi `KHOOR ZRUOG`

  ✓ kemudian hasil ini dienkripsi lagi dengan *cipher* transposisi (*k* = 4):

  ```
  KHOO
  RZRU
  OGZZ
  ```

  → Cipherteks akhir adalah: `KROHZGORZOUZ`

- *Cipher* modern menggunakan konsep kombinasi *cipher* substitusi dan *cipher* transposisi, namun operasinya dibuat sekompleks mungkin

Bersambung