

Seri bahan kuliah Algeo #12

Aplikasi *Dot Product* pada Sistem Temu-balik Informasi (*Information Retrieval System*)

Bahan kuliah IF2123 Aljabar Linier dan Geometri

Oleh: Rinaldi Munir

**Program Studi Teknik Informatika
STEI-ITB**

Temu-balik Informasi

- **Temu-balik informasi** (*information retrieval*): menemukan kembali (*retrieval*) informasi yang relevan terhadap kebutuhan pengguna dari suatu kumpulan informasi secara otomatis.

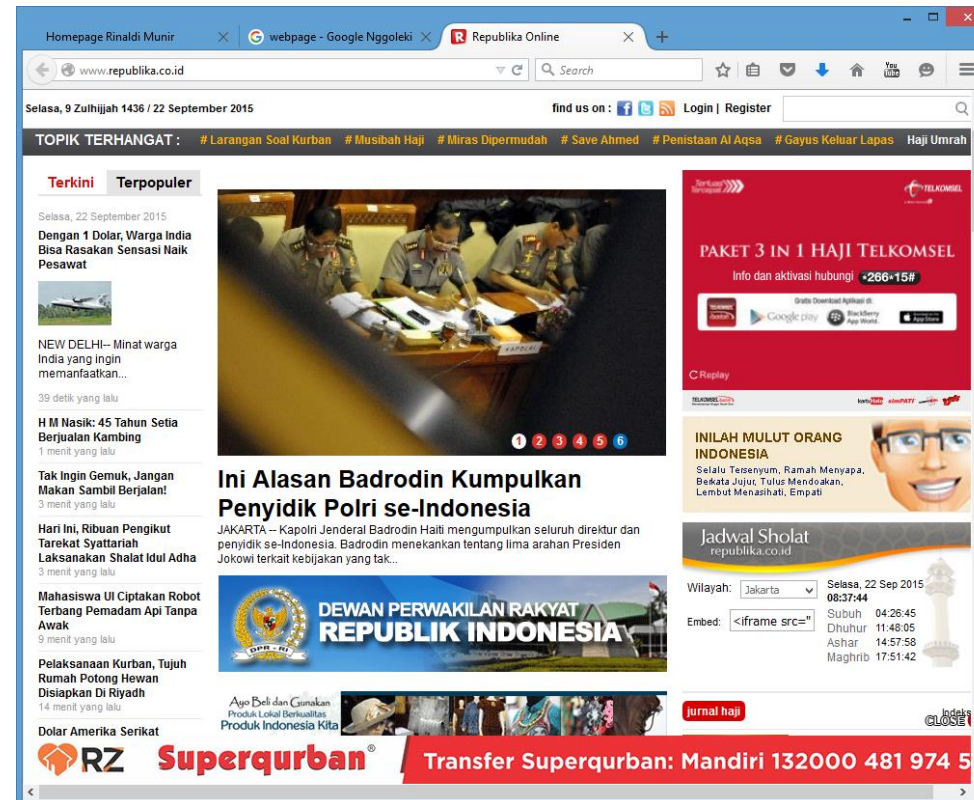


Sumber gambar: <https://sites.google.com/site/berbagiinformasidanekspresi/arsip/pengantar-temu-kembali-informasi-information-retrieval>

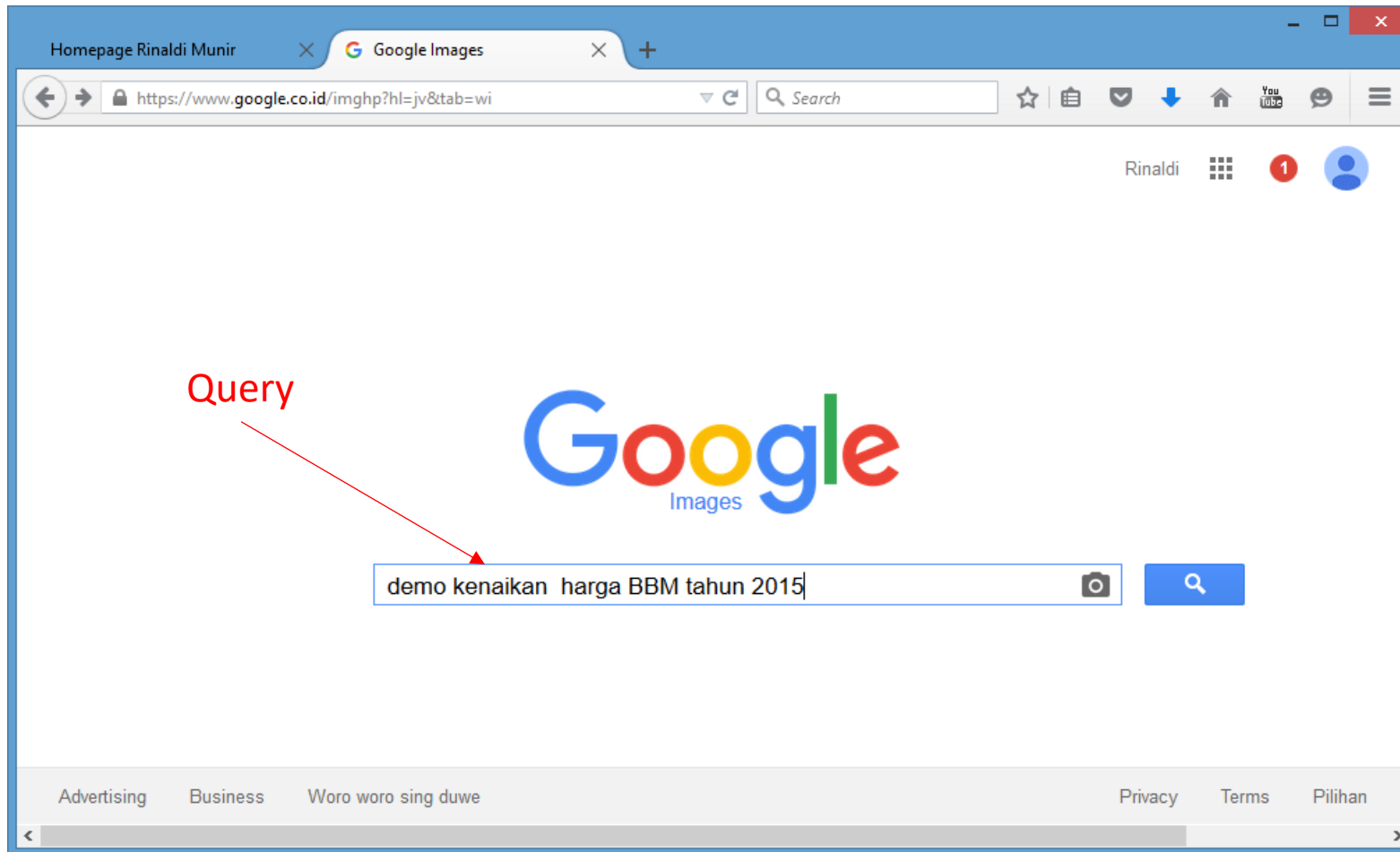
- IR tidak sama dengan pencarian di dalam basisdata (*database*)
- IR umumnya digunakan pada pencarian informasi yang isinya tidak terstruktur
- Informasi terstruktur: tabel-tabel di dalam basisdata (*database*)

Tabel mahasiswa						
NO	NAMA	NIM	JENIS KELAMIN	Umur	Tahun Lahir	Asal
1	Yusuf R	10018149	L	18	1992	Jogja
2	Lukman Reza	10018148	L	18	1992	Sulawesi
3	Aril	10018154	L	18	1992	Sumatra
4	Kifli	10018156	L	18	1992	Jogja
5	Khairuddin	10018151	L	18	1992	Papua
6	Angga	10018181	L	18	1992	Wonosobo
7	Nely	10018170	P	18	1992	Jogja
8	Reza	10018129	L	18	1992	Jogja
9	Ana	10017213	P	20	1990	Jogja
10	Nina	10012312	P	19	1991	Jogja

- Informasi tak-terstruktur:
 - dokumen (isinya bergantung pembuatnya)
 - laman web (*webpage*)



- Aplikasi IR: *search engine*



Hasil pencarian:

Homepage Rinaldi Munir × demo kenaikan harga BB... × +

https://www.google.co.id/search?q=demo+kenaikan++harga+BBM+tahun+2015 Search

Search Gambar - gambar Paguyuban Terjemahake Foto rinaldi@informatika.org

Google demo kenaikan harga BBM tahun 2015

Web Gambar - gambar Videos More Search tools

About 663000 results (0.37 seconds)

Kenaikan Harga BBM Disambut Aksi Demo - Nasional
nasional.sindonews.com/.../kenaikan-harga-bbm-dis... ▼ Terjemahke koko iki
Mar 28, 2015 - Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) pada Sabtu (28/3/2015) pukul 00.00 dini hari tadi disambut aksi demonstrasi mahasiswa. ... rugi perusahaan diawal tahun dan mempertimbangkan kemungkinan kenaikan gaji ...

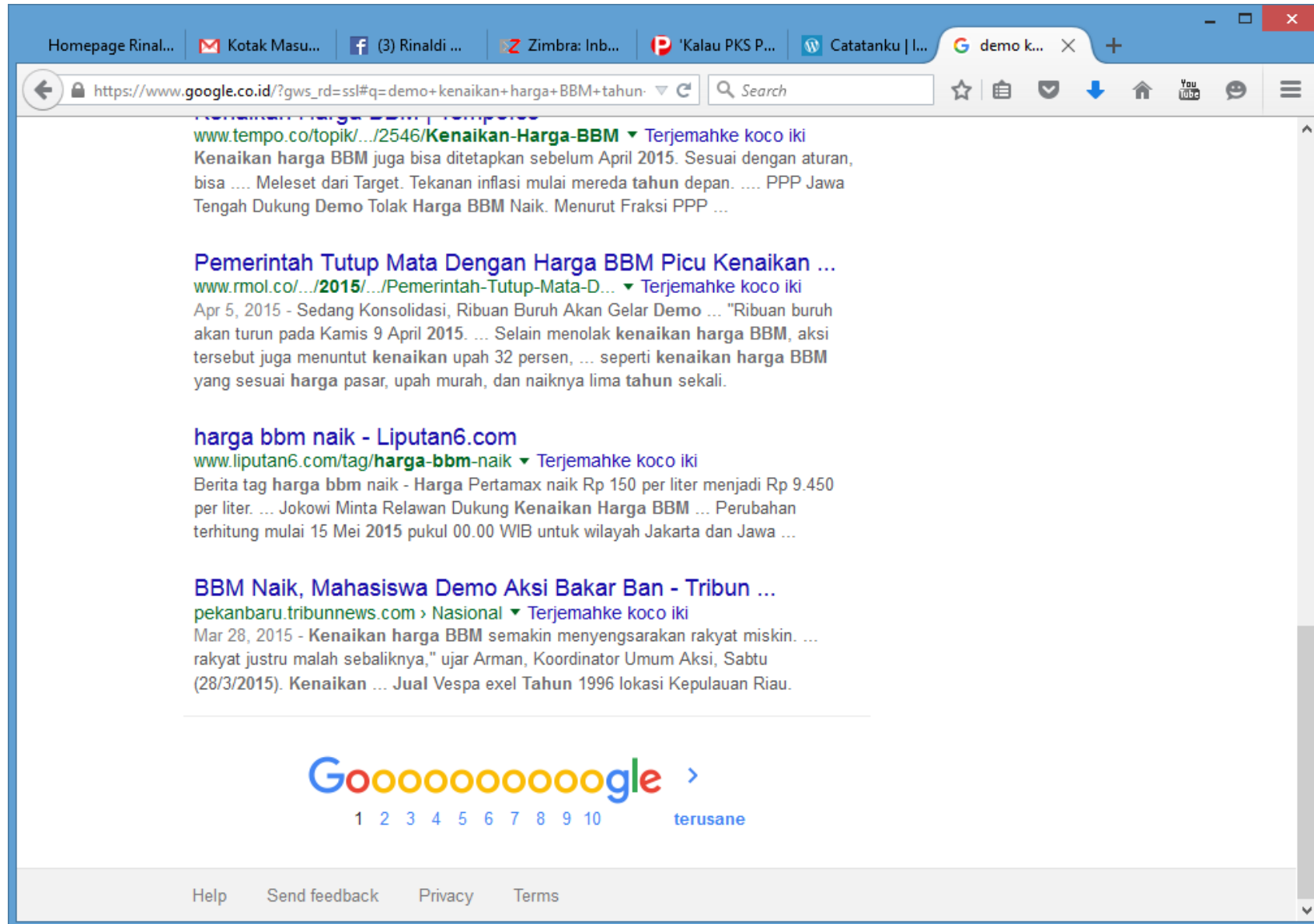
Kenaikan harga BBM - Nasional - SINDOnews
nasional.sindonews.com/topic/.../kenaikan-harga-bb... ▼ Terjemahke koko iki
Kenaikan Harga BBM Disambut Aksi Demo. Sabtu, 28 Maret 2015 - 00:40 WIB.
Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) pada Sabtu (28/3/2015) pukul 00.00 dini hari tadi ... Penurunan Harga BBM Dianggap Jadi Kado Awal Tahun. Kamis ...

Images for demo kenaikan harga BBM tahun 2015 Lapurna gambar



More images for demo kenaikan harga BBM tahun 2015

Mahasiswa Makassar Demo Tolak Kenaikan Harga BBM ...
news.okezone.com/.../2015/.../mahasiswa-makassar-... ▼ Terjemahke koko iki
Kamis, 2 April 2015 - 15:33 wib ... MAKASSAR - Aksi penolakan kenaikan harga BBM yang dilakukan sekitar 100 mahasiswa dari Himpunan ... read-1128220 DPR Setujui Pagu Anggaran Sesneg, Seskab dan KSP Tahun 2016 Selasa, 22 ...



IR dengan Model Ruang Vektor

- Salah satu model IR adalah **model ruang vektor**
- Model ini menggunakan teori di dalam aljabar vector
- Misalkan terdapat n kata berbeda sebagai kamus kata (*vocabulary*) atau indeks kata (*term index*).
- Kata-kata tersebut membentuk ruang vektor berdimensi n
- Setiap dokumen maupun *query* dinyatakan sebagai vektor $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ di dalam $\mathbf{R}^n$.
- w_i = bobot setiap kata i di dalam *query* atau dokumen
- Nilai w_i dapat menyatakan jumlah kemunculan kata tersebut dalam dokumen (*term frequency*)

Contoh: Misalkan terdapat tiga buah kata (T_1 , T_2 , dan T_3), dua buah dokumen (D_1 dan D_2) serta sebuah *query* Q . Masing-masing dinyatakan sebagai vector:

$$\mathbf{D}_1 = (2, 3, 5), \quad \mathbf{D}_2 = (3, 7, 1), \quad \mathbf{Q} = (0, 0, 2)$$

$\mathbf{D}_1 = (2, 3, 5)$ artinya dokumen D_1 mengandung 2 buah kata T_1 , 3 buah kata T_2 , dan 5 buah kata T_3 .

$\mathbf{D}_2 = (3, 7, 1)$ artinya dokumen D_2 mengandung 3 buah kata T_1 , 7 buah kata T_2 , dan satu buah kata T_3 .

$\mathbf{Q} = (0, 0, 2)$ artinya *query* Q hanya mengandung 2 buah kata T_3 .

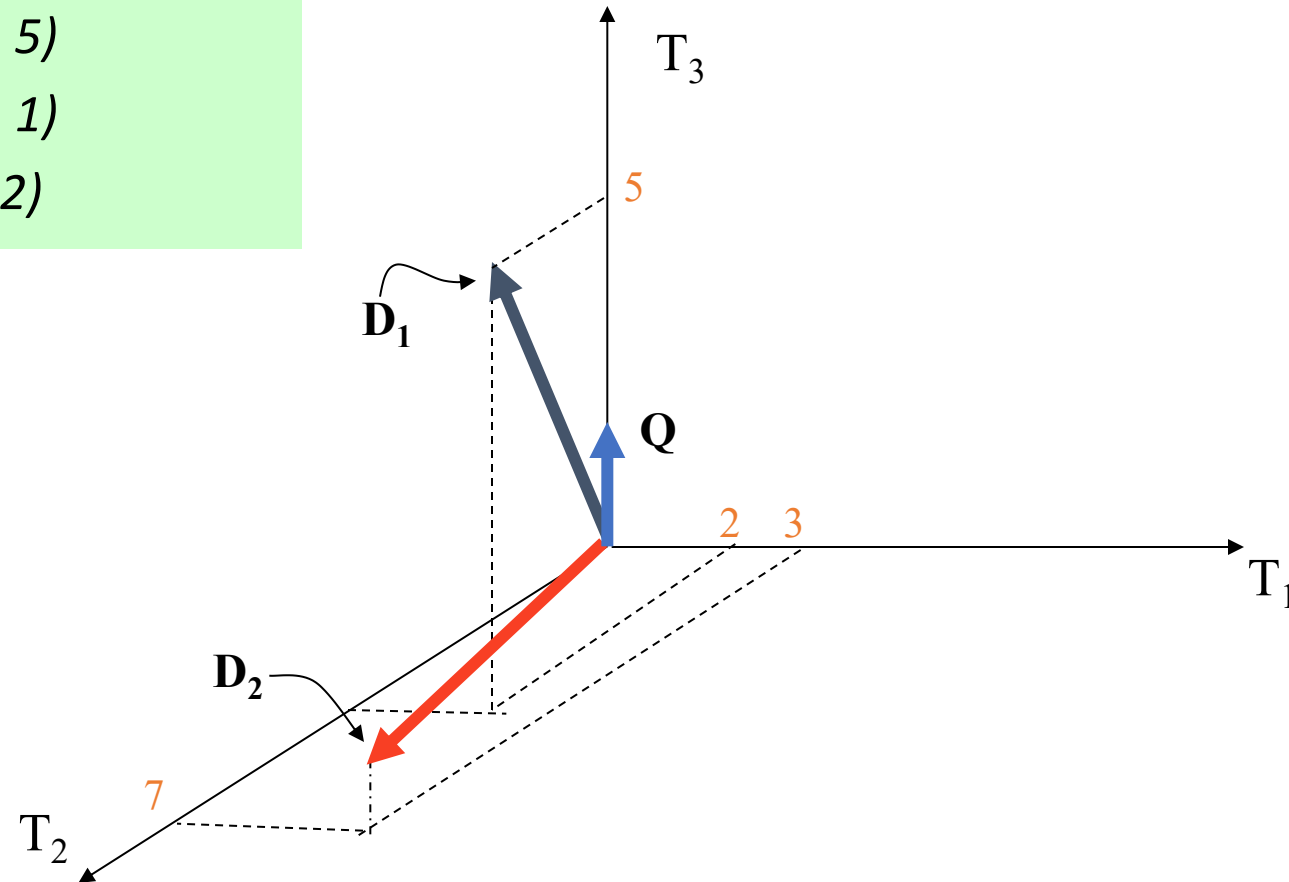
Representasi grafik vektor

Contoh:

$$\mathbf{D}_1 = (2, 3, 5)$$

$$\mathbf{D}_2 = (3, 7, 1)$$

$$\mathbf{Q} = (0, 0, 2)$$



- Penentuan dokumen mana yang relevan dengan *query* dipandang sebagai pengukuran kesamaan (*similarity measure*) antara *query* dengan dokumen.
- Semakin sama suatu vektor dokumen dengan vektor *query*, semakin relevan dokumen tersebut dengan *query*.
- Kesamaan (*sim*) antara dua vektor $\mathbf{Q} = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ dan $\mathbf{D} = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ diukur dengan rumus *cosinus similarity* yang merupakan bagian dari rumus perkalian titik (*dot product*) dua buah vektor:

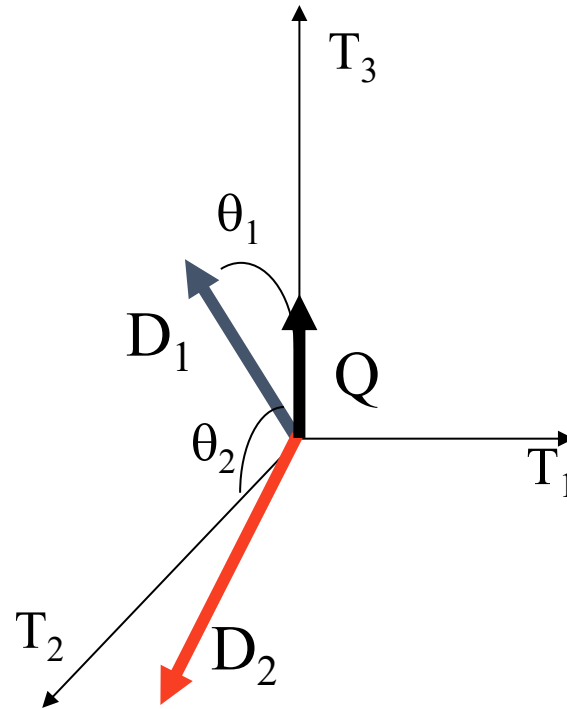
$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D} = \|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}\| \cos \theta$$



$$sim(\mathbf{Q}, \mathbf{D}) = \cos \theta = \frac{\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}}{\|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}\|}$$

dengan $\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}$ adalah perkalian titik yang didefinisikan sebagai

$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D} = q_1 d_1 + q_2 d_2 + \dots + q_n d_n$$



$$\text{sim}(\mathbf{Q}, \mathbf{D}) = \cos \theta = \frac{\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}}{\|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}\|}$$

- Jika $\cos \theta = 1$, berarti $\theta = 0$, vektor $\mathbf{Q}$ dan $\mathbf{D}$ berimpit, yang berarti dokumen D sesuai dengan *query* Q .
- Jadi, nilai *cosinus* yang besar (mendekati 1) mengindikasikan bahwa dokumen cenderung sesuai dengan *query*.

- Setiap dokumen di dalam koleksi dokumen dihitung kesamaannya dengan *query* dengan rumus cosinus di atas.
- Selanjutnya hasil perhitungan *di-ranking* berdasarkan nilai cosinus dari besar ke kecil sebagai proses pemilihan dokumen yang yang “dekat” dengan *query*.
- *Pe-ranking-an* tersebut menyatakan dokumen yang paling relevan hingga yang kurang relevan dengan *query*.
- Nilai cosinus yang besar menyatakan dokumen yang relevan, nilai cosinus yang kecil menyatakan dokumen yang kurang relevan dengan *query*.

- Pada contoh di atas:

$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}_1 = (2)(0) + (3)(0) + (5)(2) = 10$$

$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}_2 = (3)(0) + (7)(0) + (1)(2) = 2$$

$$\|\mathbf{Q}\| = \sqrt{0^2 + 0^2 + 2^2} = \sqrt{4} = 2$$

$$\|\mathbf{D}_1\| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 5^2} = \sqrt{4 + 9 + 25} = \sqrt{38}$$

$$\|\mathbf{D}_2\| = \sqrt{3^2 + 7^2 + 1^2} = \sqrt{9 + 49 + 1} = \sqrt{59}$$

$$\text{sim}(Q, D_1) = \cos \theta_1 = \frac{\mathbf{Q}_1 \cdot \mathbf{D}_1}{\|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}_1\|} = \frac{10}{2\sqrt{38}} = 0.81$$

$$\text{sim}(Q, D_2) = \cos \theta_2 = \frac{\mathbf{Q}_1 \cdot \mathbf{D}_2}{\|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}_2\|} = \frac{2}{2\sqrt{59}} = 0.13$$

Karena $0.81 > 0.13$, maka dokumen D_1 lebih sesuai dengan query Q dibandingkan dengan dokumen Q_2

$$\text{sim}(\mathbf{Q}, \mathbf{D}) = \cos \theta = \frac{\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D}}{\|\mathbf{Q}\| \|\mathbf{D}\|}$$

$$\mathbf{Q} \cdot \mathbf{D} = q_1 d_1 + q_2 d_2 + \dots + q_n d_n$$

Latihan (Kuis 2020)

Google misalkan menggunakan metode ruang vektor untuk me-ranking website-website berdasarkan keyword yang dimasukkan. Misalkan ada masukan keyword dari pengguna sbb : *“red big car”* dan ada 3 website yang isinya sebagai berikut :

<https://www.algeo.com> : *“Dian wear a red blouse in the house”*

<https://www.aljabargeometri.com> : *“Big Edi ride a red big car in the road”*

<https://www.aljabarlinear.com> : *“Dian ride a very big big red car in the road”*

- a. Carilah similaritas antara keyword yang dimasukkan oleh user tersebut dengan ketiga website tersebut.
- b. Lakukan perangkingan website tersebut.

Jawaban:

a) Misalkan vector query dilambangkan dengan Q, vektor website <https://www.algeo.com> dilambangkan dengan vector D1, vektor <https://www.aljabargeometri.com> dilambangkan dengan vektor D2, dan vektor <https://www.aljabarlinear.com> dilambangkan dengan D3.

Term	Vektor Query Q	Vektor D1	Vektor D2	Vektor D3
a	0	1	1	1
big	1	0	2	2
blouse	0	1	0	0
car	1	0	1	1
Dian	0	1	0	1
Edi	0	0	1	0
house	0	1	0	0
in	0	1	1	1
red	1	1	1	0
ride	0	0	1	1
road	0	0	1	1
the	0	1	1	1
very	0	0	0	1
wear	0	1	0	0

Vektor-vektor:

$$Q = (0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)$$

$$D1 = (1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1)$$

$$D2 = (1, 2, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0)$$

$$D3 = (1, 2, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0)$$

- Panjang vektor query $Q = |Q| = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2} = 1,73$
- Panjang vektor dokumen $D1 = |D1| = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 2,83$
- Panjang vector dokumen $D2 = |D2| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 3,46$
- Panjang vektor dokumen $D3 = |D3| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 3,46$
- Similaritas query Q dengan dokumen D1 = $\mathbf{Q.D1}/|Q| |D1| = ((1*0)+(1*0)+(1*1))/(1,73*2,83) = 0,20$
- Similaritas query Q dengan dokumen D2 = $\mathbf{Q.D2}/|Q| |D2| = ((1*2)+(1*1)+(1*1))/(1,73*3,46) = 0.67$
- Similaritas query Q dengan dokumen D3 = $\mathbf{Q.D3}/|Q| |D3| = ((1*2)+(1*1)+(1*1))/(1,73*3,46) = 0.67$

Alternatif jawaban versi lain yang lebih ringkas:

- Similaritas (Q, D1) = $\mathbf{Q \cdot D1} / |Q| |D1| = 1 / (\sqrt{8})$
- Similaritas(Q, D2) = $\mathbf{Q \cdot D2} / |Q| |D2| = 4 / (\sqrt{12})$
- Similaritas(Q, D3) = $\mathbf{Q \cdot D3} / |Q| |D3| = 4 / (\sqrt{12})$

b) Karena similaritas dokumen D2 dan dokumen D3 sama maka ada 2 kemungkinan ranking yaitu ranking:

- | | | |
|-------|------|-------|
| 1) D2 | atau | 1) D3 |
| 2) D3 | | 2) D2 |
| 3) D1 | | 3) D1 |

- Untuk mendalami lebih lanjut tentang model-model lain di dalam Sistem Temu-balik Informasi, maka anda dapat mengambil mata kuliah pilihan **IF4042 Sistem Temu Balik Informasi** di Semester 7.

Referensi

1. Prof. Dik Lee, *Vector Space Retrieval Models*, Univ. of Science and Tech, Hong Kong.
2. Hendra Bunyamin, *Information Retrieval System dengan Metode Latent Semantic Indexing*, Tesis S2 Informatika ITB, 2005.