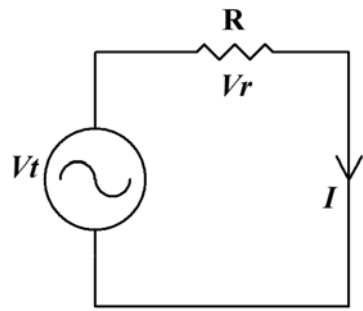


ANALISIS RANGKAIAN RLC

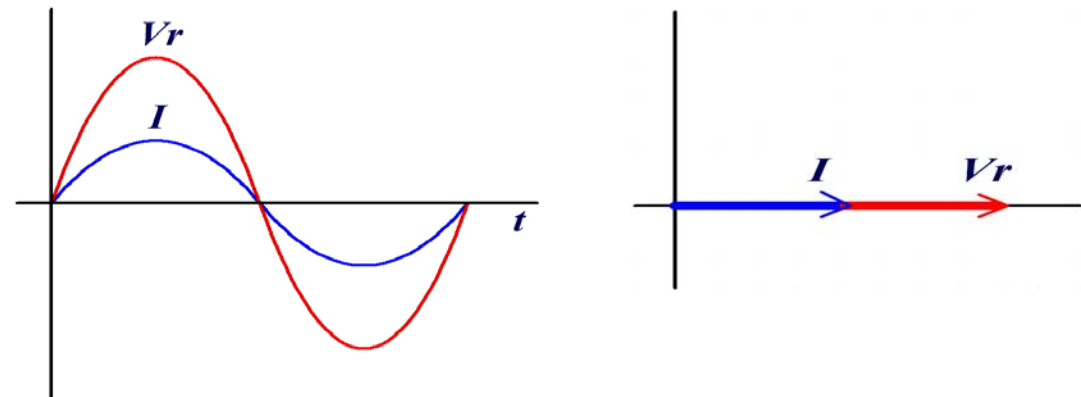
I. ARUS AC PADA RESISTOR



Jika sebuah resistor dilewati arus AC sebesar I maka pada resistor akan terdapat tegangan sebesar $V_r = R I$. Sehingga jika arus membesar maka tegangan pada resistor juga akan membesar. Demikian sebaliknya jika I mengecil, V_r juga mengecil.

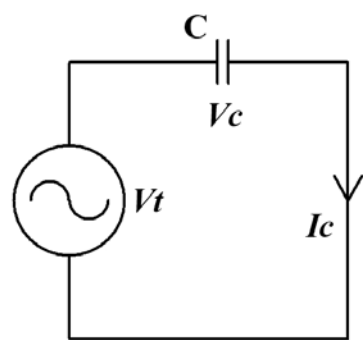
$$V_r = RI$$

dikatakan bahwa arus dan tegangan berjalan serempak / sefasa.



Terlihat pada gambar kiri bahwa fase arus dan tegangan berjalan serempak. Sehingga diagram fasor terlihat seperti gambar kanan.

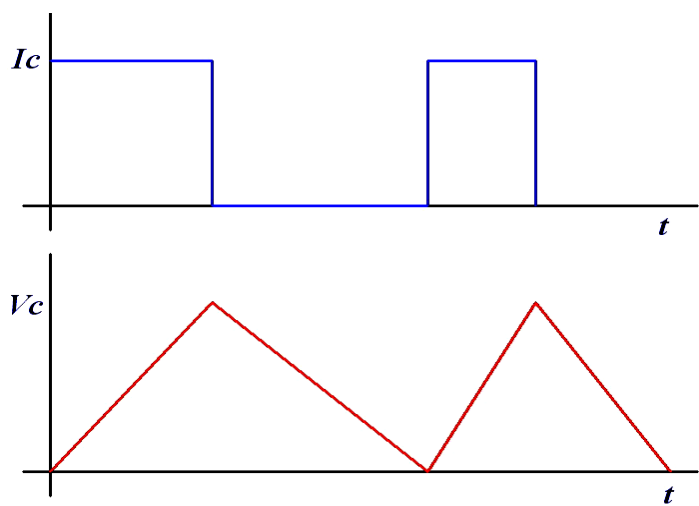
II. ARUS AC PADA KAPASITOR



Jika sebuah kapasitor dilewati arus AC, arus I_c tersebut akan mengisi mengisi kapasitor sehingga tegangan kapasitor V_c perlahan akan naik setinggi V_t .

$$V_c = \frac{1}{C} \int I_c dt$$

Terlihat bahwa ketika ada arus konstan melewati kapasitor, tegangan kapasitor perlahan naik. Dan ketika arus menjadi nol, tegangan kapasitor perlahan turun lagi. Karakteristik ini memperlihatkan bahwa tegangan dan arus tidak berjalan secara serempak / sefasa.



“ Fase tegangan kapasitor akan tertinggal terhadap fase arus sebesar 90⁰ “

Arus yang melewati kapasitor ternyata akan menurun jika frekuensi arus AC yang lewat semakin rendah. Hal ini karena adanya reaktansi kapasitif dari kapasitor ketika dilewati arus AC. Besarnya reaktansi kapasitif berbanding terbalik dengan frekuensi arus AC.

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

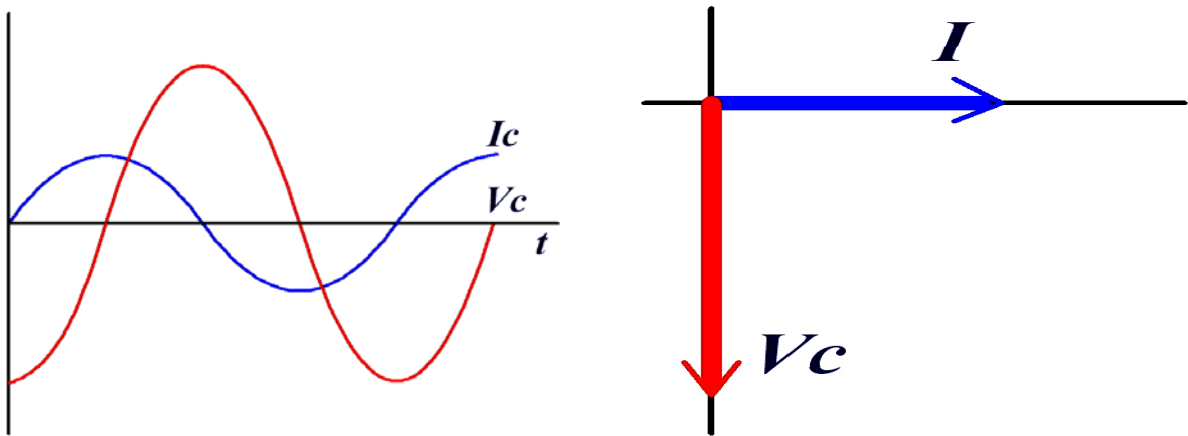
dimana X_c = reaktansi kapasitif (Ohm)
 f = frekuensi arus AC (Hertz)
 C = kapasitas (Farad)

Sehingga

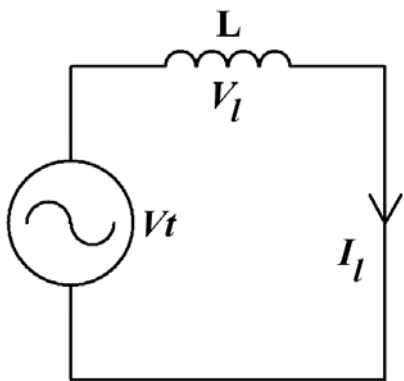
$$V_c = X_c \cdot I_c$$

Jadi X_c adalah resistansi (tepatnya impedansi) dari kapasitor pada arus AC.

Terlihat bahwa semakin kecil frekuensi arus AC akan semakin besar nilai reaktansi kapasitif ini. Bahkan pada arus DC (arus dengan frekuensi nol) nilai X_c adalah tak terhingga besarnya. Jadi kapasitor hanya akan bisa melewatkan arus AC tetapi tidak arus DC.



III. INDUKTOR PADA ARUS AC



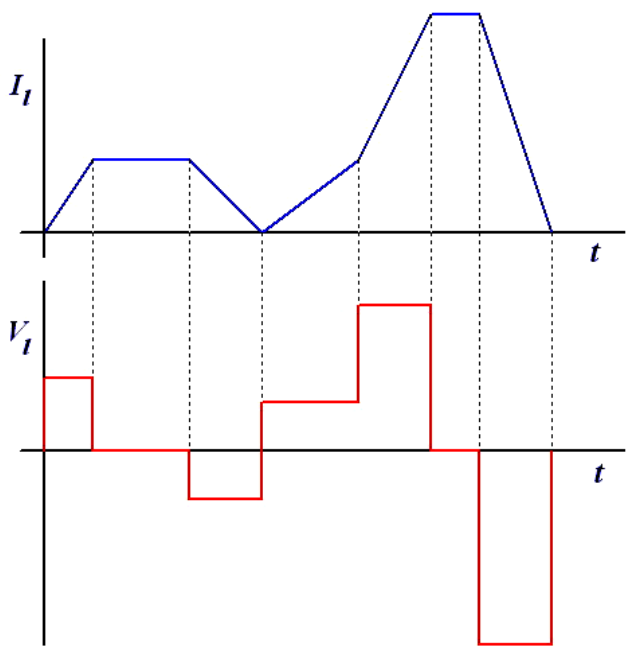
Jika sebuah induktor dilewati arus AC yang besarnya berubah setiap waktu, maka pada induktor akan terdapat tegangan induksi V_i .

$$V_i = L \frac{di}{dt}$$

Dari grafik di bawah terlihat bahwa, ketika ada perubahan arus yang melewati induktor maka akan muncul tegangan induksi pada induktor.

Semakin besar perubahan arus terhadap waktu akan semakin memperbesar tegangan induksinya. Dari sini pula bisa kita lihat bahwa, tegangan induksi akan segera terjadi ketika ada perubahan arus selama waktu tertentu. Atau bisa dikatakan bahwa jalannya arus dan tegangan AC yang lewat induktor tidak berjalan serempak /sefasa.

“ Fase tegangan induktor akan mendahului fase arus sebesar 90⁰ “



Tegangan induksi pada induktor tersebut akan melawan terjadinya perubahan arus dari luar. Sifat melawan ini juga akan meningkat apabila perubahan arusnya semakin cepat. Atau dikatakan ada resistansi terhadap waktu perubahan arus AC (atau frekuensi arus AC).

Atau disebut induktor mempunyai reaktansi induktif, X_L .

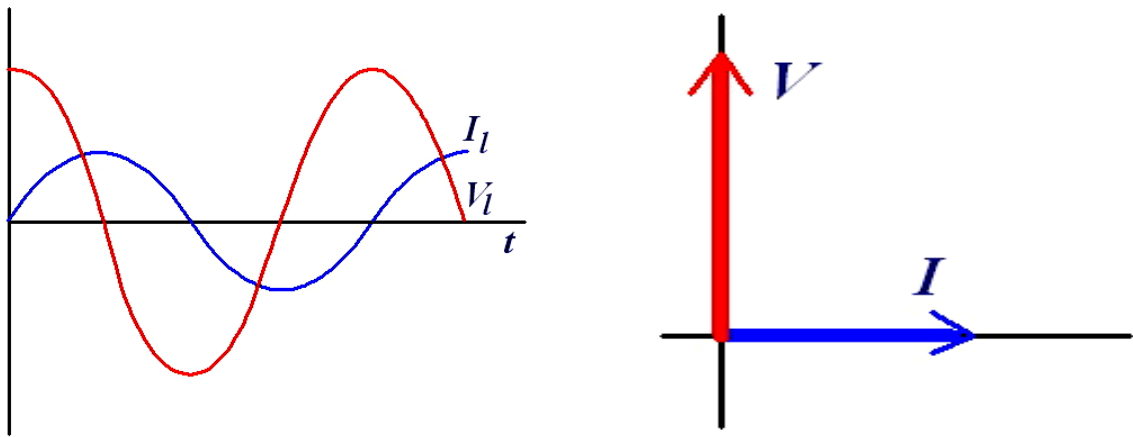
$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

dimana
 X_L = reaktansi induktif (Ohm)
 f = frekuensi arus AC (Hertz)
 L = induktor (Henry)

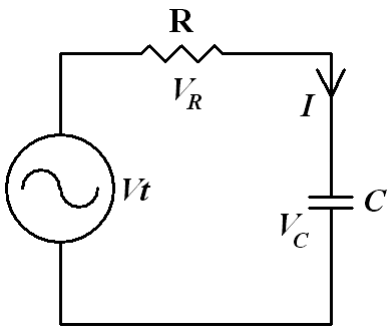
Sehingga

$$V_L = X_L \cdot I_L$$

Terlihat bahwa semakin kecil frekuensi arus AC, semakin kecil pula resistansi (tepatnya impedansi) dari induktor. Bahkan pada frekuensi nol, reaktansi (impedansi) menjadi nol atau seperti konduktor saja. Jadi pada arus DC (frekuensi adalah nol) sebuah induktor hanya akan berlaku seperti hanya konduktor saja.
Bentuk gelombang dan diagram fasor terlihat seperti gambar di bawah,



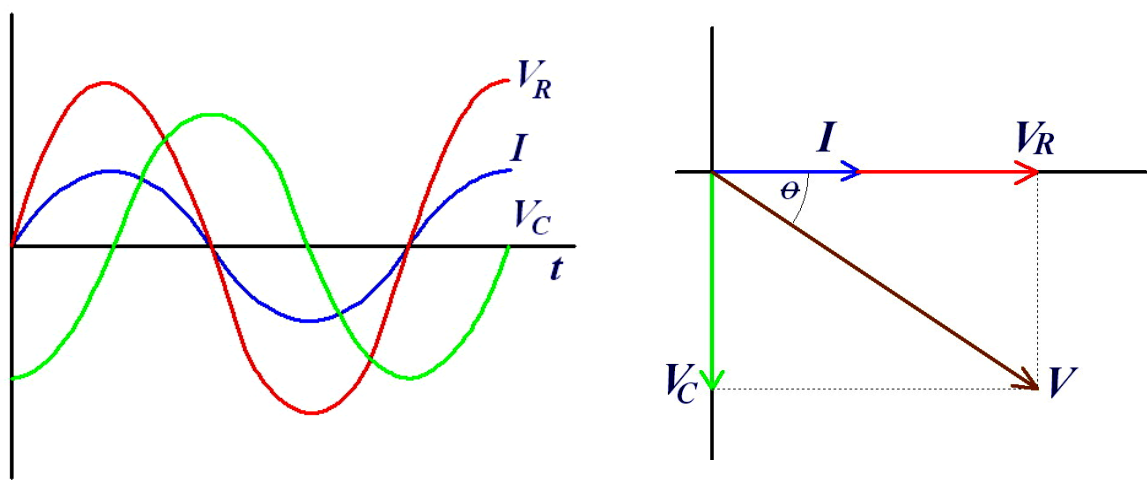
IV. RANGKAIAN SERI RLC
a. Analisis Rangkaian RC Seri



Pada rangkaian RC seri, kedua komponen R dan C akan dilewati arus yang sama, misalnya I . Sehingga pada R akan muncul tegangan V_R dan pada C akan muncul tegangan V_C , dimana

$$V_R = R I \quad \text{dan} \quad V_C = X_C I$$

Jalannya fase arus dan tegangan seperti terlihat pada gambar di bawah:



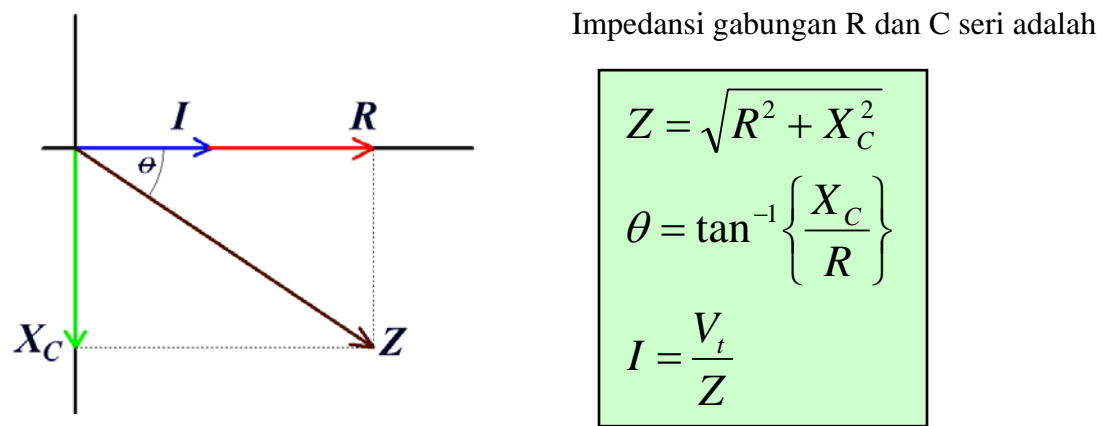
V_R akan sefasa dengan I , sedang V_C ketinggalan fase 90^0 dari I .

V adalah resultan dari V_R dan V_C atau

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{V_C}{V_R} \right\}$$

Karena I adalah sama, maka diagram fasor bisa juga dinyatakan untuk impedansi sbb:



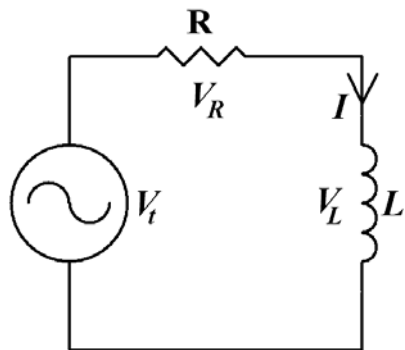
Pada frekuensi tertentu, dimana $X_C = R$, maka $\theta = 45^0$ yang disebut frekuensi resonansi RC (frekuensi roll-off RC), yaitu pada

$$\frac{1}{2\pi f C} = R$$

atau

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

b. Analisis Rangkaian RL Seri



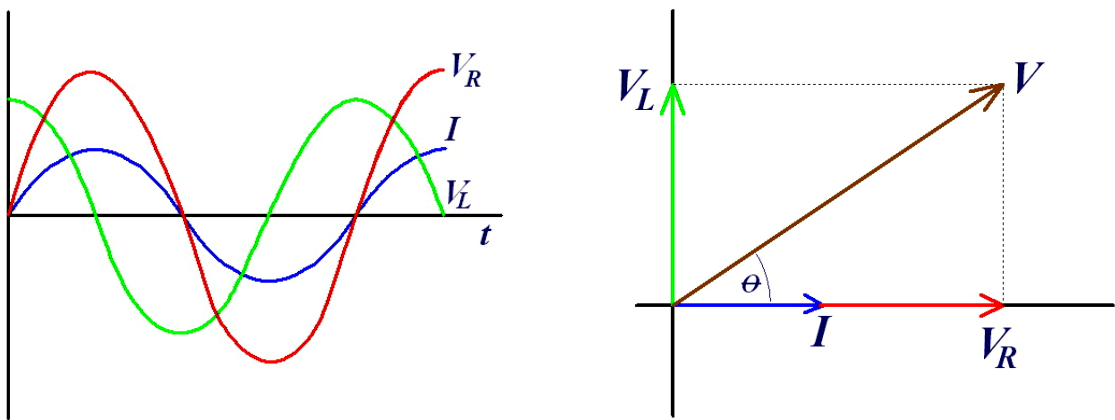
Pada rangkaian RL seri, kedua komponen R dan L akan dilewati arus yang sama, misalnya I . Sehingga pada R akan muncul tegangan V_R dan pada L akan muncul tegangan V_L , dimana

$$V_R = R I$$

dan

$$V_L = X_L I$$

Jalannya fase arus dan tegangan seperti terlihat pada gambar di bawah:



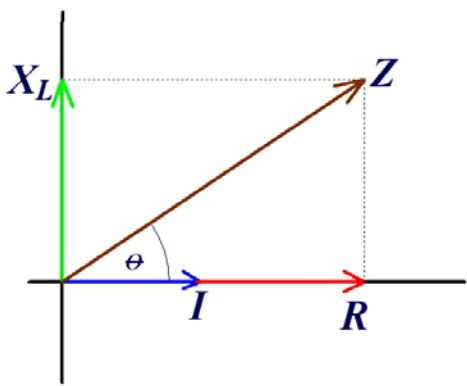
V_R akan sefasa dengan I , sedang fase V_L akan mendahului 90^0 dari fase I .

V adalah resultan dari V_R dan V_L atau

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{V_L}{V_R} \right\}$$

Karena I adalah sama, maka diagram fasor bisa juga dinyatakan untuk impedansi sbb:



Impedansi gabungan R dan L seri adalah

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{X_L}{R} \right\}$$

$$I = \frac{V_t}{Z}$$

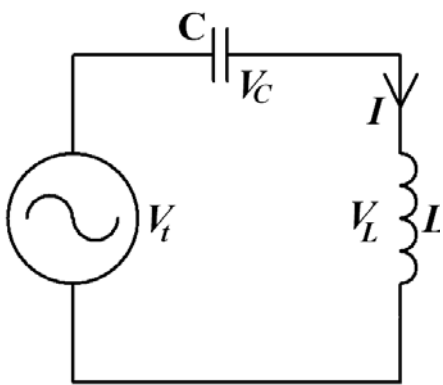
Pada frekuensi tertentu, dimana $X_L = R$, maka $\theta = 45^0$ yang disebut frekuensi resonansi RL (frekuensi roll-off RL), yaitu pada

$$2\pi f L = R$$

atau

$$f = \frac{R}{2\pi L}$$

c. Analisis Rangkaian LC Seri



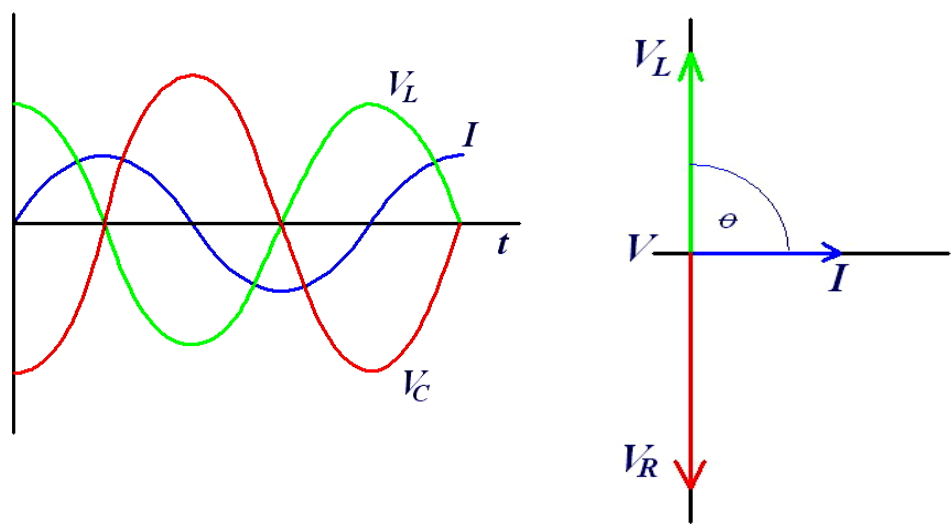
Pada rangkaian LC seri, kedua komponen L dan C akan dilewati arus yang sama, misalnya I . Sehingga pada L akan muncul tegangan V_L dan pada C akan muncul tegangan V_C , dimana

$$V_L = X_L I$$

dan

$$V_C = X_C I$$

Jalannya fase arus dan tegangan seperti terlihat pada gambar di bawah:

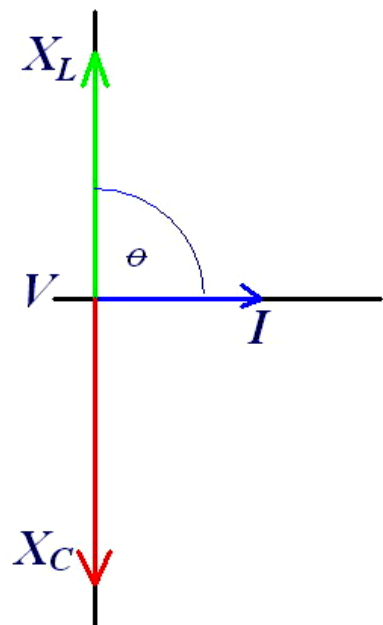


V_L akan mendahului fasa I sebesar 90^0 , sedang fasa V_C akan ketinggalan 90^0 dari fasa I .

V adalah resultan dari V_L dan V_C atau

$$V = V_L - V_C \qquad \theta = 90^0 \text{ atau } -90^0 \text{ atau } 0$$

Karena I adalah sama, maka diagram fasor bisa juga dinyatakan untuk impedansi sbb:



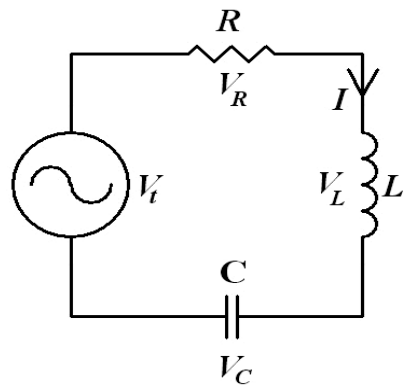
Impedansi gabungan L dan C seri adalah

$$Z = X_L - X_C$$
$$\theta = 90^0 / -90^0 / 0$$
$$I = \frac{V_t}{Z}$$

Pada frekuensi tertentu, dimana $X_L = X_C$, maka $\theta = 0^0$ yang disebut frekuensi resonansi LC (frekuensi roll-off LC), yaitu pada

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

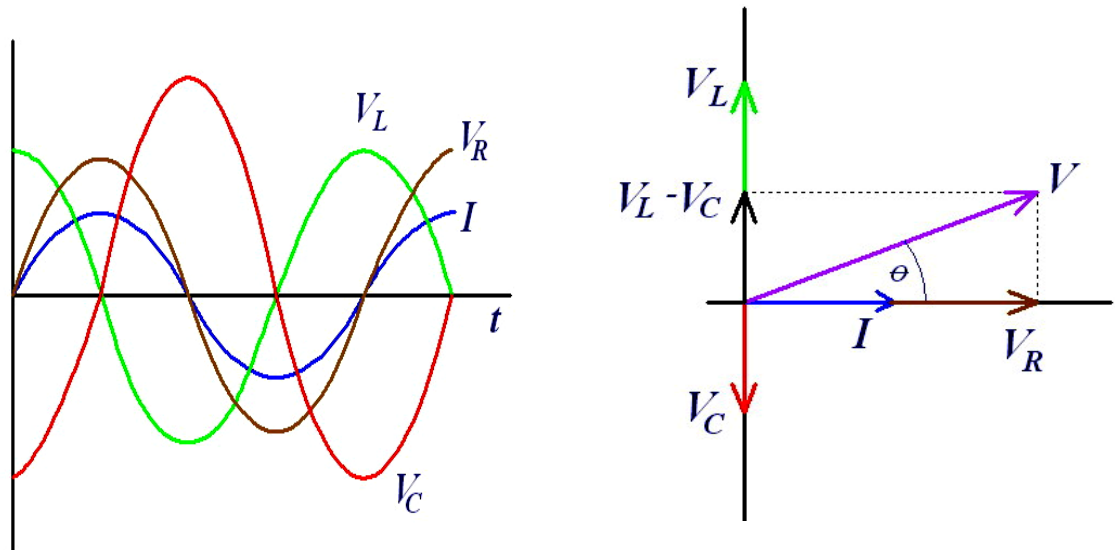
d. Analisis Rangkaian RLC Seri



Pada rangkaian RLC seri, ketiga komponen R, L dan C akan dilewati arus yang sama, misalnya I . Sehingga pada R akan muncul tegangan V_R , pada L akan muncul tegangan V_L dan pada C akan muncul tegangan V_C , dimana

$$V_R = R I \qquad V_L = X_L I \qquad \text{dan} \qquad V_C = X_C I$$

Jalannya fase arus dan tegangan seperti terlihat pada gambar di bawah:

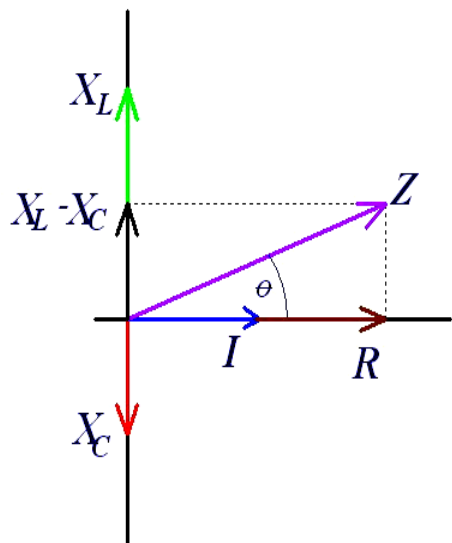


Fase V_R akan dengan I , fase V_L akan mendahului fasa I sebesar 90^0 , sedang fase V_C akan ketinggalan 90^0 dari fase I .

V adalah resultan dari V_R , V_L dan V_C atau

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \qquad \theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(V_L - V_C)^2}{V_R} \right\}$$

Karena I adalah sama, maka diagram fasor bisa juga dinyatakan untuk impedansi sbb:



Impedansi gabungan R, L dan C seri adalah

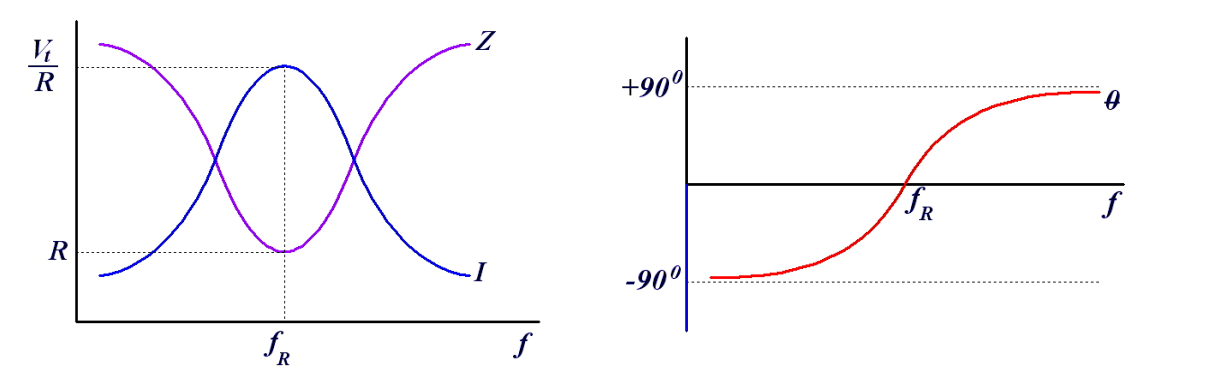
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$
$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(X_L - X_C)}{R} \right\}$$
$$I = \frac{V_t}{Z}$$

Pada frekuensi tertentu, dimana $X_L = X_C$, maka $\theta = 0^0$ yang disebut frekuensi resonansi RLC (frekuensi roll-off RLC), yaitu pada

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Apabila digrafikkan antara frekuensi dan besarnya impedansi serta sudut fasenya tampak sbb:

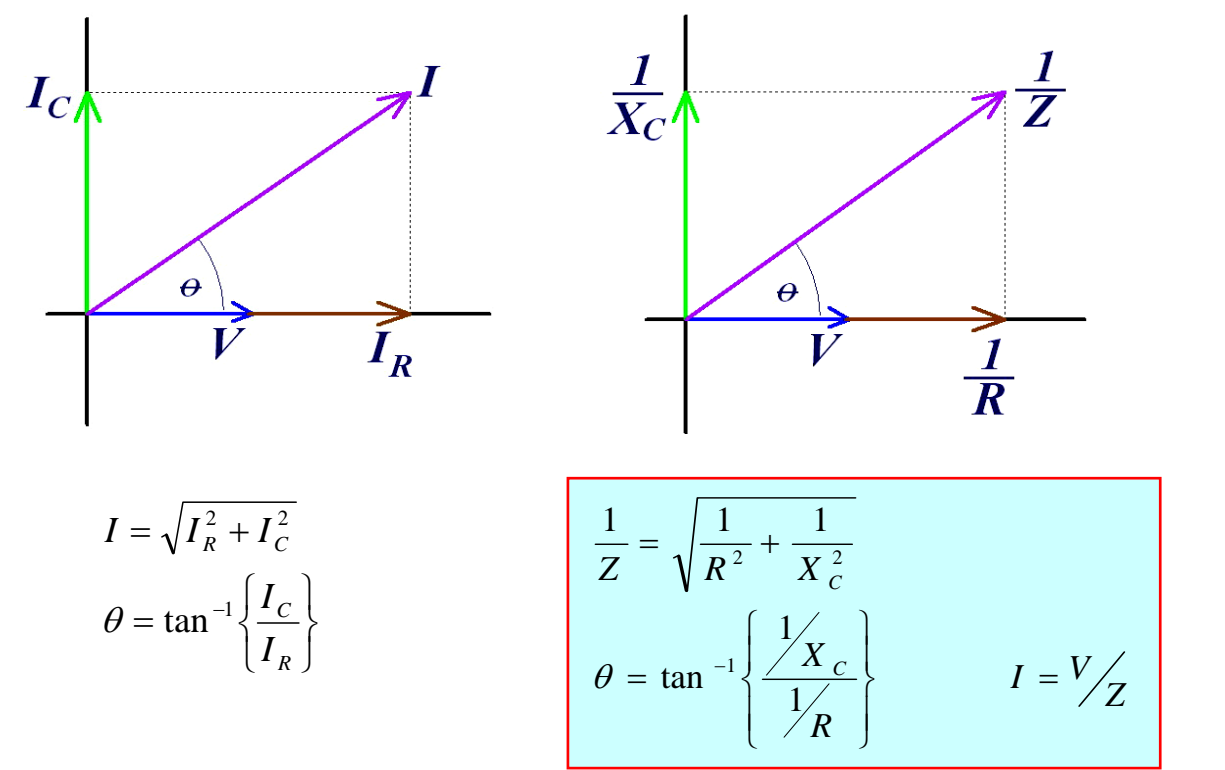
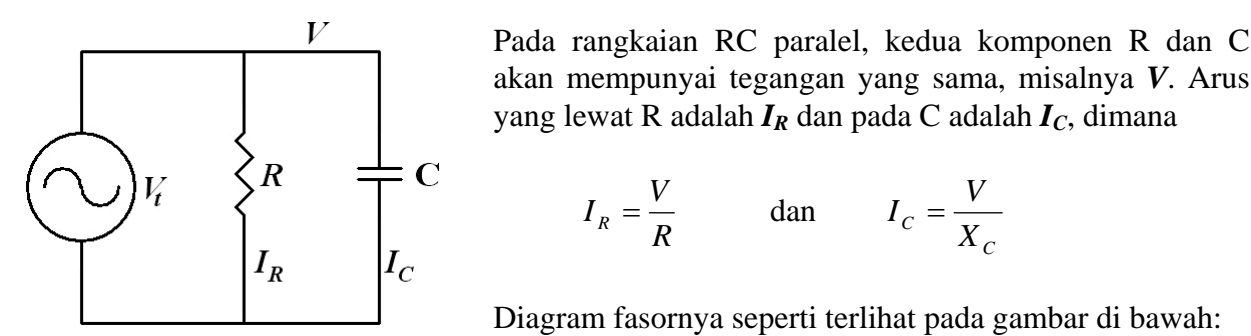


Pada frekuensi rendah, nilai impedansi besar dan arus kecil. Ketika frekuensi bertambah, impedansi akan menurun sedang arus akan membesar. Tepat pada frekuensi resonansi, impedansi akan minimum (sebesar **R**) dan arus akan maksimum (sebesar V_t / R). Ketika frekuensi naik lagi, impedansi akan membesar lagi sedang arus akan menurun lagi.

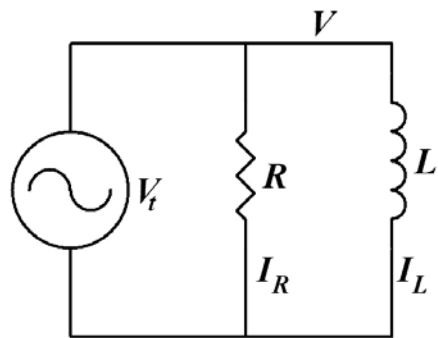
Fase juga akan berubah dari mendekati -90^0 pada frekuensi rendah, kemudian akan mengecil mendekati 0^0 . Tepat pada frekuensi resonansi, besar fase adalah 0^0 . Fase kemudian akan naik ke mendekati 90^0 ketika frekuensi naik lagi.

V. RANGKAIAN PARALEL RLC

a. Analisis Rangkaian RC Paralel



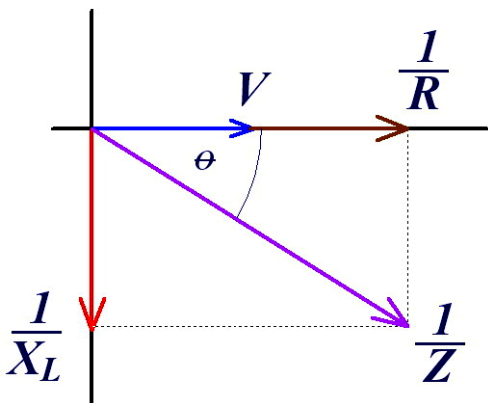
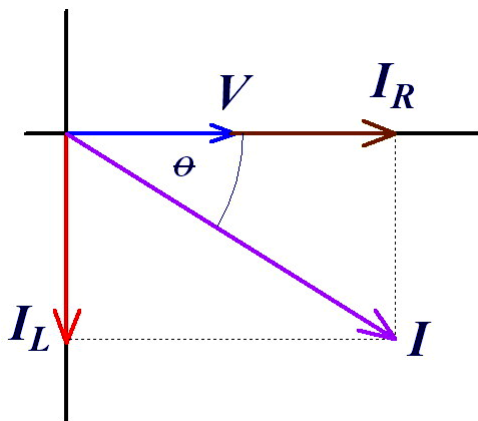
b. Analisis Rangkaian RL Paralel



Pada rangkaian RL paralel, kedua komponen R dan L akan mempunyai tegangan yang sama, misalnya V . Arus yang lewat R adalah I_R dan pada L adalah I_L , dimana

$$I_R = \frac{V}{R} \quad \text{dan} \quad I_L = \frac{V}{X_L}$$

Diagram fasornya seperti terlihat pada gambar di bawah:

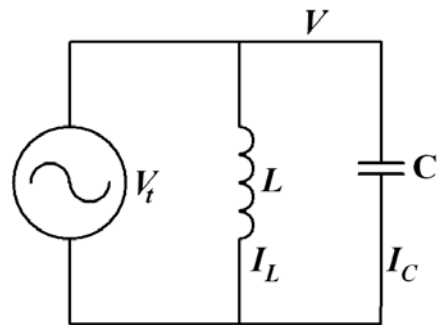


$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{I_L}{I_R} \right\}$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}$$
$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{1/X_L}{1/R} \right\} \quad \text{dan} \quad I = V/Z$$

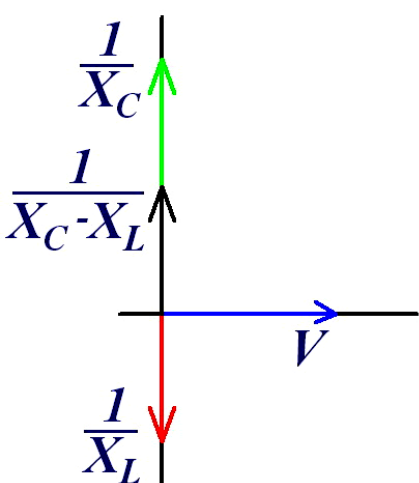
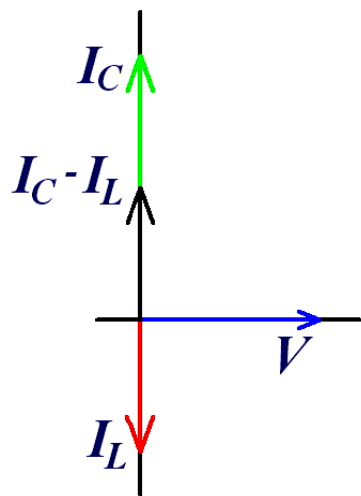
c. Analisis Rangkaian LC Paralel



Pada rangkaian LC paralel, kedua komponen L dan C akan mempunyai tegangan yang sama, misalnya V . Arus yang lewat L adalah I_L dan pada C adalah I_C , dimana

$$I_L = \frac{V}{X_L} \quad \text{dan} \quad I_C = \frac{V}{X_C}$$

Diagram fasornya seperti terlihat pada gambar di bawah:



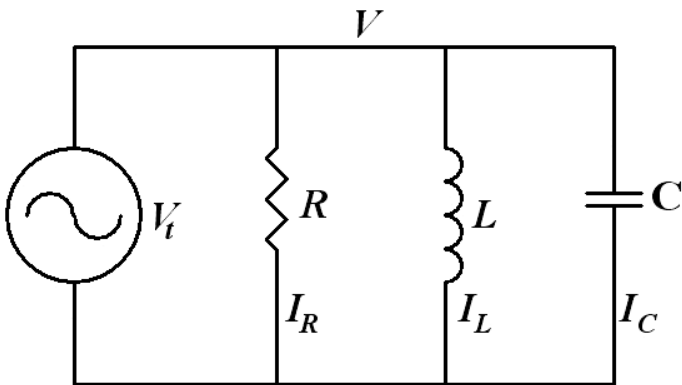
$$I = |I_C - I_L|$$
$$\theta = -90^0, 0^0 \text{ atau } +90^0$$

$$\frac{1}{Z} = \left| \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right|$$
$$\theta = -90^0, 0^0 \text{ atau } +90^0 \quad \text{dan} \quad I = V/Z$$

Sudut fase akan 0⁰ ketika $X_L = X_C$.
Yaitu pada frekuensi:

$$f_{Res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{dan pada frekuensi resonansi ini, impedansi akan} = 0 \text{ ohm.}$$

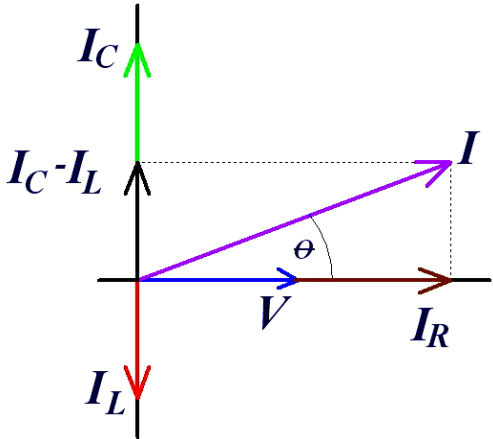
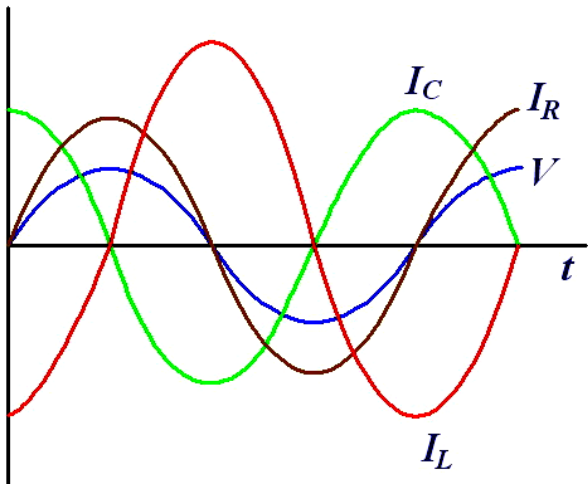
d. Analisis Rangkaian RLC Paralel



Pada rangkaian RLC paralel, masing-masing R, L dan C mempunyai tegangan yang sama, V. Sedang arus yang lewat R adalah I_R , L adalah I_L dan C adalah I_C . Sehingga,

$$I_R = \frac{V}{R}; \quad I_L = \frac{V}{X_L}; \quad I_C = \frac{V}{X_C}$$

Jalannya fase arus dan tegangan serta diagram fasornya seperti berikut:



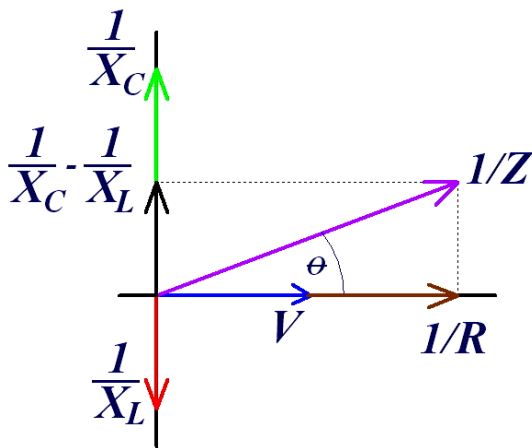
Fase I_R akan dengan V , fase I_C akan mendahului fasa V sebesar 90⁰, sedang fase I_L akan ketinggalan 90⁰ dari fase V .

I adalah resultan dari I_R , I_L dan I_C atau

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$
$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(I_C - I_L)^2}{I_R} \right\}$$

Karena V adalah sama, maka diagram fasor bisa juga dinyatakan untuk seperiimpedansi atau admitansi sbb:

Admitansi gabungan R, L dan C paralel adalah

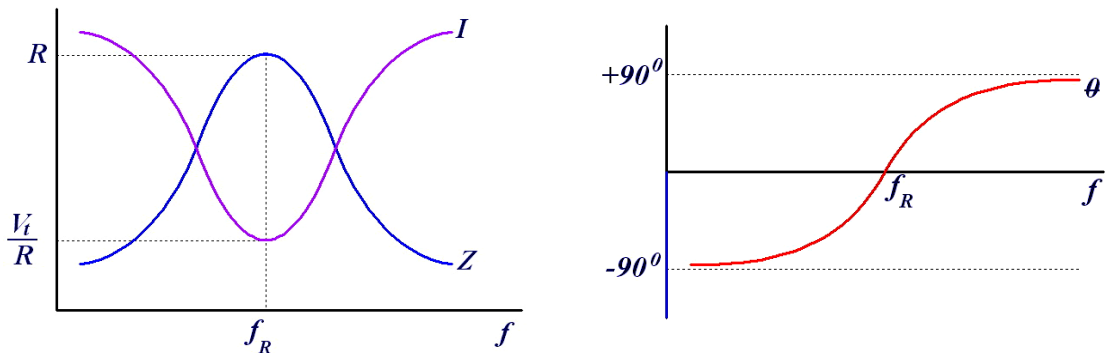


$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$$
$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)}{\frac{1}{R}} \right\}$$
$$I = \frac{V_t}{Z}$$

Pada frekuensi tertentu, dimana $X_L = X_C$, maka $\theta = 0^0$ yang disebut frekuensi resonansi RLC (frekuensi roll-off RLC), yaitu pada

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Apabila digrafikkan antara frekuensi dan besarnya impedansi serta sudut fasenya tampak sbb:



Pada frekuensi rendah, nilai impedansi kecil dan arus besar. Ketika frekuensi bertambah, impedansi akan bertambah sedang arus akan mengecil. Tepat pada frekuensi resonansi, impedansi akan maksimum (sebesar R) dan arus akan minimum (sebesar V_t / R). Ketika frekuensi naik lagi, impedansi akan menurun lagi sedang arus akan membesar lagi.

Fase juga akan berubah dari mendekati -90^0 pada frekuensi rendah, kemudian akan mengecil mendekati 0^0 . Tepat pada frekuensi resonansi, besar fase adalah 0^0 . Fase kemudian akan naik ke mendekati 90^0 ketika frekuensi naik lagi.