

## **MENGENAL ANALISIS KETAHANAN (*SURVIVAL ANALYSIS*)**

**Dewi Gayatri \***

Tulisan ini bertujuan untuk mengenalkan analisis ketahanan yang dikembangkan pertama kali oleh astronom Inggris, yaitu Edmund Halley. Analisis ini menjadi salah satu alat penting dalam statistik vital dan ilmu aktuarial serta ilmu lainnya. Tulisan ini memperkenalkan tentang istilah dan metode yang digunakan dalam analisis ketahanan beserta contoh aplikasinya dalam penelitian kesehatan.

**Kata kunci:** ketahanan, kejadian, sensor

### ***Abstract***

*This article aims to introduce survival analysis which has been developed by Edmund Halley- an English astronomer. Survival analysis plays a vital role in vital statistic, actuarial science and many other sciences. Furthermore, this article will discuss the terminology and method that are used in survival analysis with its' applications in health research.*

**Key words:** survival, event, sensor

---

## **PENDAHULUAN**

Analisis ketahanan dikembangkan pertama kali oleh astronom Inggris, yaitu Edmund Halley (1656-1742) (Armitage, 1973, Johnson & Johnson, 1980, Miller, 1981, Kuzma, 1984). Analisis ini menjadi salah satu alat penting dalam statistik vital dan ilmu aktuarial serta ilmu lainnya. Sebagai contoh, ahli demografi menggunakan analisis ini untuk mengukur dan menganalisis angka mortalitas, ahli asuransi menggunakannya untuk menghitung premium yang harus dibayar peserta asuransi. Ahli kedokteran menggunakannya untuk menghitung efektivitas pengobatan atau memperkirakan lama hidup seorang pasien ketika diagnosa ditegakkan. Ahli keperawatan dapat menggunakan analisis ini untuk mengukur kemungkinan seseorang berisiko terkena phelebitis sejak mendapatkan terapi intra vena atau mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan untuk perawatan luka dalam kondisi tertentu hingga sembuh. Tulisan ini bertujuan untuk memperkenalkan kepada pembaca tentang

analisis ketahanan dan aplikasinya dalam dunia kesehatan khususnya keperawatan.

### **Pengertian**

*Survival* merupakan asal kata dari *to survive* yang berarti ketahanan atau kelangsungan hidup (Kleinbaum, 1996, Johnson & Johnson, 1980, Miller, 1981). Pada tulisan ini dan seterusnya *survival analysis* akan disebut dengan analisis ketahanan (Sasro asmoro, 1995, Murti, 1997). Secara umum analisis ketahanan dideskripsikan sebagai kumpulan prosedur statistik untuk menganalisis data yang variabel akhirnya adalah waktu hingga muncul kejadian (Kleinbaum, 1996). Waktu dapat berupa tahun, bulan, bulan, hari, jam, atau bahkan menit yang diukur sejak pengamatan dimulai hingga muncul kejadian. Kejadian yang diamati dapat berupa kematian, insiden penyakit, kekambuhan, atau penyembuhan.

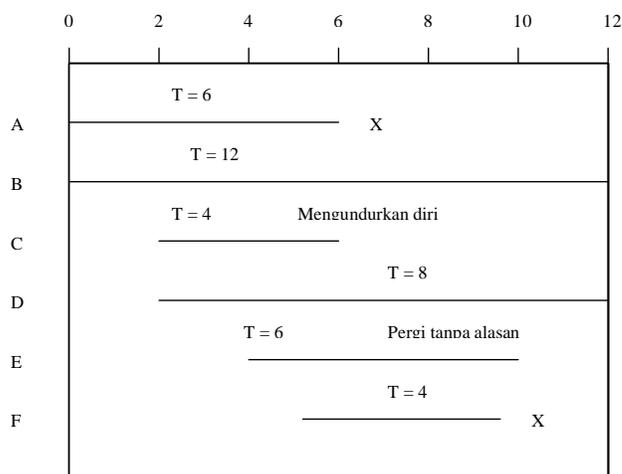
Dalam analisis ketahanan, terdapat tiga istilah yang perlu dipahami. Pertama, waktu dari variabel (waktu ketahanan atau *survival time*)

atau waktu individu untuk tetap bertahan pada periode pengamatan. Kedua, kejadian (*event*) atau variabel yang menjadi fokus dalam penelitian, misalkan pada penelitian waktu terjadinya phelebitis setelah pemasangan terapi intra vena, kejadian pada penelitian ini adalah terjadinya phelebitis. Seringkali kejadian dikaitkan sebagai sesuatu yang negatif misal kematian, insiden penyakit, diidentikkan sebagai sesuatu yang negatif. Kejadian dapat pula sesuatu yang positif, misalkan pada penelitian pengaruh pemberian makanan tambahan pada balita kurang gizi, adanya perbaikan gizi merupakan kejadian dalam penelitian ini dan perbaikan gizi dalam hal ini merupakan sesuatu yang positif. Istilah ketiga adalah sensor, sensor terjadi bila kita mempunyai waktu ketahanan individu yang menjadi subyek penelitian, walaupun sesungguhnya kita tidak mengetahui waktu ketahanan yang pasti.

Pada analisis ketahanan selalu terjadi data tersensor (*censored data*), yaitu ada informasi mengenai waktu ketahanan individu tetapi tidak diketahui secara pasti berapa lama waktu ketahanannya (Kleinbaum, 1996). Penyebab terjadinya adalah hingga studi berakhir belum muncul kejadian yang diinginkan, hilang dari pengamatan, atau mengalami kejadian yang tidak berhubungan dengan substansi yang diteliti. Kasus tersensor tidak dibuang tetapi tetap diperhitungkan karena minimum hingga titik tertentu masih dapat dilihat belum mengalami kejadian dan dengan asumsi kejadian sensor dalam rentang waktu tertentu terjadi secara merata.

Disebut sensor jika misalnya suatu studi berakhir tetapi tidak muncul kejadian yang diinginkan atau subjek yang diteliti pergi tanpa pesan atau subjek mengundurkan diri karena suatu alasan atau dapat pula subyek mendapatkan kejadian yang bukan merupakan fokus penelitian. Berikut contoh penjelasan mengenai pengertian ‘kejadian’, ‘sensor’ dan waktu ketahanan (*survival time*)

Grafik 1.  
Contoh pengertian kejadian, waktu ketahanan dan sensor



Grafik di atas memberikan gambaran mengenai kejadian yang dialami oleh 6 (enam) orang yaitu; A, B, C, D, E, F. Tanda X berarti orang tersebut mengalami kejadian (*event*). Individu A, ia diobservasi mulai dari awal studi sampai mengalami kejadian (*event*) pada bulan keenam dan ia tidak tersensor. Waktu ketahanan individu A adalah enam bulan.

Individu B, ia diobservasi dari awal sampai akhir studi, yaitu 12 bulan, ia tidak mengalami kejadian dan ia tersensor. Waktu ketahanannya paling tidak 12 bulan. Individu C, ia diobservasi dari bulan ke dua studi dan pada bulan ke enam ia mengundurkan diri tanpa mengalami kejadian. Individu C tersensor.

Individu D, ia diobservasi mulai bulan ke dua sampai akhir studi dan ia tidak mengalami kejadian. Individu D juga tersensor.

Individu E, ia diobservasi mulai bulan ke empat dan pada bulan ke sepuluh ia pergi tanpa pesan. Individu E tersensor.

Individu F, ia diobservasi mulai bulan ke 6 dan mengalami kejadian pada bulan ke 10 dan ia tidak tersensor. Waktu ketahanannya adalah 4 bulan.

Dengan demikian disimpulkan bahwa individu A dan F mengalami kejadian atau waktu ketahanannya diketahui dengan pasti, sedangkan

individu B, C, D, dan E tersensor atau waktu ketahanannya tidak diketahui dengan pasti.

Kleinbaum, 1996 menyatakan bahwa kegunaan analisis ketahanan pertama adalah untuk memperkirakan probabilitas ketahanan suatu kejadian menurut waktu. Ke dua dapat untuk menyimpulkan status kesehatan penduduk. Ketiga, membandingkan ketahanan suatu kejadian antar kelompok. Ke empat, mengidentifikasi laju suatu kejadian yang dialami penduduk dalam periode waktu tertentu.

Analisis ketahanan mengenal dua terminologi yaitu fungsi ketahanan (*survival function*) yang diberi simbol dengan  $S(t)$  dan fungsi *hazard* (*hazard function*) yang diberi simbol  $H(t)$ . Fungsi ketahanan atau  $S(t)$  menjelaskan probabilitas seseorang untuk *survive* lebih lama dari waktu spesifik  $t$ . Contoh fungsi ketahanan pada penelitian hubungan stadium klinik dengan ketahanan hidup 5 tahun pasien kanker serviks, penelitian ini mendapatkan hasil bahwa pada pasien stadium I kanker serviks probabilitas untuk tetap hidup tahun pertama sekitar 76,5%.

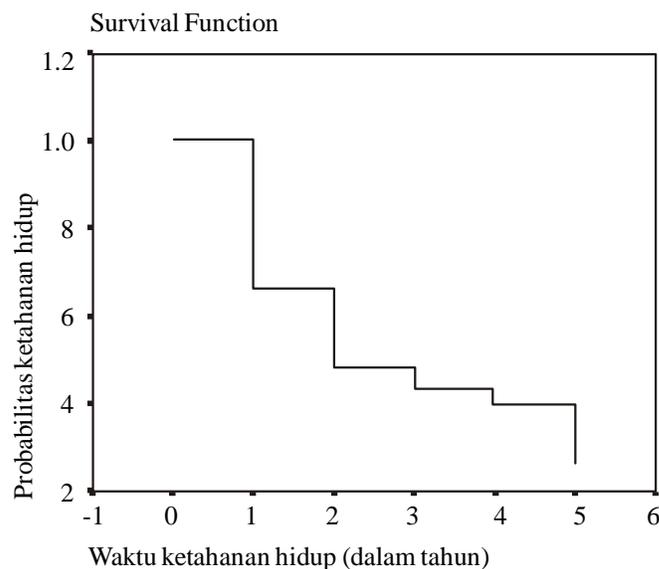
Fungsi *hazard* atau  $H(t)$  adalah probabilitas gagal pada interval waktu  $t$ . Penggunaan fungsi ini untuk menghitung besarnya risiko seseorang untuk mengalami kejadian, umumnya variabel penelitian dijadikan variabel kategorik terlebih dahulu serta salah satu dari kategori dijadikan pembanding. Contoh penggunaan fungsi *hazard* pada penelitian hubungan stadium dengan peluang ketahanan hidup pasien kanker serviks di atas adalah dibanding dengan stadium I, maka risiko meninggal pada stadium II 2 kali lebih besar, stadium III 6,3 kali, dan stadium IV hampir 13 kalinya.

### Metode Analisis

Secara umum metode untuk mengestimasi dan kurva waktu ketahanan dalam analisis ketahanan terdapat dua metode, yaitu metode tabel kehidupan (*Life Tabel*) atau dalam analisis lain disebut *Actuarial* (*Cutler-Ederer*) dan metode *Product Limit* (*Kaplan Meier*).

#### a. Metode *Life Table*

Metode ini dikenal dengan nama metode *Actuarial* atau *Cutler-Ederer*. Penggunaan metode ini dengan cara menentukan interval waktu yang dikehendaki. Syarat dan asumsi yang harus dipenuhi pada metode tersebut adalah saat awal pengamatan harus jelas dan harus jelas, efek yang diteliti harus jelas dan harus berskala nominal dikotom atau dianggap sebanding dengan pengukuran dengan skala *kategorikal*, kasus hilang masa pengamatan (*lost to follow*) harus independen terhadap efek, risiko untuk terjadi efek tidak bergantung pada tahun kalender, dan risiko untuk terjadi efek pada interval waktu yang dipilih dianggap sama.

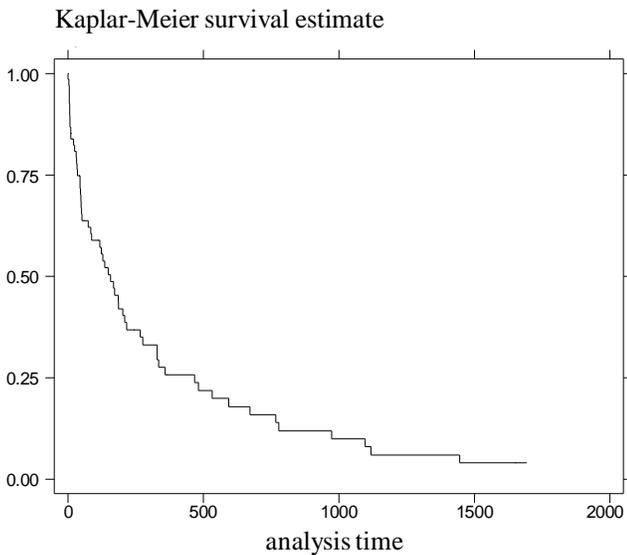


#### b. Metode *Kaplan Meier*

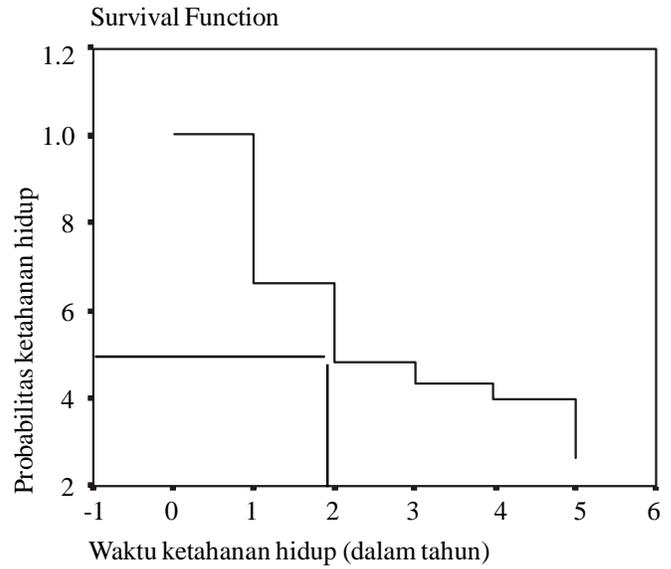
Pada metode ini tidak dikelompokkan dalam interval tertentu sehingga dapat digunakan pada analisis ketahanan dengan jumlah subjek yang sedikit dan efek yang dihitung tepat pada saat ia terjadi dengan anggapan bahwa keadaan tersebut sebanding dengan pengukuran berskala numerikal. Lama pengamatan disusun dari yang terpendek hingga yang terpanjang dengan catatan subjek yang tersensor diikutsertakan. Metode *Kaplan Meier* berdasarkan pada dua konsep sederhana, yaitu pasien yang tersensor dan peluang untuk hidup dua bulan sama dengan peluang hidup pada bulan pertama dikalikan dengan peluang hidup pada bulan kedua, dan seterusnya.

Kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode *life table* (pengelompokan waktu) adalah dapat memberikan proporsi ketahanan hidup yang pasti karena menggunakan waktu ketahanan hidup secara tepat bukan berdasarkan kelas interval.

Berdasarkan uraian di atas disimpulkan, bila data penelitian tersensor dan kejadian yang dimiliki tidak terlalu lengkap dimiliki maka sebaiknya memilih metode Life tabel dan sebaliknya. Lihat contoh kurva dengan menggunakan metode Kaplan Meier di bawah ini.



Pada metode *Life Table* maupun *Kaplan Meier*, selain menampilkan kurva estimasi ketahanan, kurva tersebut juga mencatat median waktu ketahanan. Median waktu ketahanan merupakan nilai rata-rata waktu ketahanan untuk masing-masing grup. Alasan utama mengapa median menjadi ukuran rerata waktu ketahanan karena gambaran waktu ketahanan hidup selalu tidak terdistribusi secara normal. Besarnya median waktu ketahanan dapat dilihat pada axis Y di titik 0,5 kemudian menarik garis mendatar hingga kurva ketahanan kemudian turun ke garis horisontal pada axis X. Lihat grafik di bawah ini.



**Regresi Cox**

Analisis ketahanan pada masa kini lebih banyak difokuskan pada fungsi *hazard* (menghitung peluang kejadian) dengan metode yang paling terkenal adalah *Proportional Hazard Model* yang dikenalkan oleh Cox sebagai regresi sehingga model ini untuk selanjutnya dikenal dengan nama regresi Cox. Metode Regresi Cox lebih terkenal dengan metode Kaplan Meier dan Life Table karena (Kleinbaum, 1996), yaitu dapat mengestimasi hazard ratio tanpa perlu diketahui  $h_0(t)$ , dapat mengestimasi  $h_0(t)$ ,  $h(t,X)$ , dan fungsi survivor meskipun  $h_0(t)$  tidak spesifik, serta hasil dari cox model hampir sama dengan hasil model parametrik. Penaksiran fungsi hazard dapat dipakai untuk menghitung risiko relatif terjadinya kejadian.

**Penaksiran Risiko Relatif (RR) untuk variabel independen dikotomi**

Penaksiran RR untuk mengalami peristiwa dengan segera, antara individu dengan suatu faktor risiko dan individu lainnya tanpa faktor risiko itu, dimana kedua individu memiliki nilai yang sama untuk semua kovariat, diperoleh sebagai

$$RR = \exp(\beta_1)$$

Risiko relatif ini dapat ditafsirkan sebagai *hazard ratio* atau peluang terjadinya kejadian (misalnya

meninggal) segera pada waktu  $t$  (per satuan waktu), antara individu mampu bertahan tanpa peristiwa tersebut (misalnya bertahan hidup) sampai waktu  $t$  (Murti, 1997). Contoh aplikasi, yaitu : pada penelitian penaksiran ketahanan hidup pada pasien kanker serviks menyimpulkan bahwa adanya metastase ke Kelenjar Getah Bening (KGB) berisiko 1,3 kali untuk meninggal (meninggal menjadi kejadian/event) dibandingkan dengan yang tidak ada metastase KGB

### Penafsiran Risiko Relatif (RR) untuk variabel independen kontinu

Penaksiran risiko relatif untuk mengalami peristiwa dengan segera, antara individu dengan nilai suatu faktor risiko ( $X_i$ ?) dan individu lainnya dengan nilai faktor risiko ( $x_i$ ), jika kedua individu memiliki nilai yang sama untuk semua kovariat, diperoleh sebagai berikut:

$$RR = \exp(b_i?)$$

Risiko relatif ini dapat ditaksirkan sebagai hazard ratio terjadinya kejadian, misalnya meninggal dengan segera waktu  $t$  (per satuan waktu), antara individu dengan nilai suatu faktor risiko ( $x_i$ ?) dan individu lainnya dengan faktor risiko ( $x_i$ ), jika kedua individu mampu bertahan tanpa peristiwa tersebut (misalnya bertahan hidup) sampai waktu  $t$  (Murti, 1997). Pada intinya adalah adanya perubahan nilai risiko relatif bila variabel kovariat berubah setiap satu unit. Contoh aplikasi, yaitu : pada penelitian penaksiran ketahanan hidup pada pasien kanker serviks menyimpulkan bahwa setiap besar tumor bertambah 1 cm maka peluang meninggal meningkat 0,86 kali.

### KESIMPULAN

Analisis ketahanan (*survival analysis*) yang diperkenalkan pertama kali oleh Edmund Halley telah menjadi salah satu alat penting dalam statistik vital dan ilmu aktuarial serta ilmu lainnya. Dalam analisis ketahanan, terdapat tiga istilah yang perlu dipahami, yaitu waktu ketahanan, kejadian, dan sensor.

Metode yang digunakan untuk mengestimasi dan menampilkan kurva waktu ketahanan dapat menggunakan dua metode, yaitu metode tabel kehidupan dan Kaplan Meier. Kedua metode juga menampilkan median waktu ketahanan sebagai ukuran rerata waktu ketahanan. Metode terkenal untuk menghitung fungsi hazard adalah regresi Cox. Model ini lebih terkenal daripada metode lainnya karena dapat mengeluarkan formula hazard ratio (risiko relatif dari kejadian) serta hasil dari cox model hampir sama dengan hasil model parametrik. (INR)

---

\* Dewi Gayatri, SKp., MKes : Staf Kelompok Keilmuan Dasar Keperawatan dan Keperawatan Dasar (DKKD) Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia

---

### KEPUSTAKAAN

- Armitage, P (1973). *Statistical methods in medical research*. New York : John Wiley and Sons.
- Collet, D. (1994). *Modelling survival data in medical research*. London : Chapman hall.
- Kleinbaum DG, 1996. *Survival analysis : a self learning text*. Springer-Verlag. New York.
- Kuzma, J.W. (1984). *Basic statistics for the health sciences*. California : Mayfield Publishing Company.
- Johnson, R.C.E & Johnson, M.L (1980). *Survival models and data analysis*. John Willey & Sons. New York.
- Miller, Jr RG (1981). *Survival analysis*. John Willey & Sons. Inc. Waterloo. Ontario : Canada.
- Murti, B. (1977). *Prinsip dan metode riset epidemiologi*. Yogyakarta : Gajah mada university press.
- Sasro Asmoro S. (1995). *Analisis ketahanan dalam metode penelitian klinis*. Jakarta : Binarupa aksara.