

## APLIKASI TEORI GRAF DALAM INSTALASI GAWAT DARURAT

I Gede Eka Agung Agastya Punia<sup>1\*</sup>, Arinda Cinta Lestari<sup>2</sup>, Made Krisna Kusuma Putra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara, Jakarta Barat

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Kedokteran, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Denpasar

\*Penulis korespondensi: agastya@unmas.ac.id

### ABSTRAK

Teori graf merupakan sebuah studi tentang grafik, yang merupakan struktur matematika yang digunakan untuk memodelkan hubungan berpasangan antar objek. Graf dalam konteks ini terdiri dari simpul-simpul/vertices/nodes yang dihubungkan oleh sisi-sisinya yang biasa disebut arc/links/lines. Dalam kehidupan sehari-hari, graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi dari beberapa obyek agar lebih mudah dimengerti. Salah satu penggunaan teori graf adalah dalam pelayanan pasien di Instalasi Gawat Darurat. Dalam Instalasi Gawat Darurat terdapat metode triase yang menentukan apakah pasien memerlukan pertolongan segera atau dapat ditunggu hingga pasien prioritas telah selesai ditolong. Metode penelitian pada penelitian ini adalah kajian literatur yang kemudian diaplikasikan dalam teori graf. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah literatur yang dikumpulkan berupa buku, skripsi, artikel, undang-undang, jurnal atau modul yang mendukung penelitian. Hasil dari penelitian ini menemukan beberapa kriteria dari triase dalam pengambilan keputusan yang dapat divisualisasikan dalam graf, dimana pemeriksaan *airway*, *breathing*, *circulation*, dan *disability* dapat mempengaruhi kemana pasien tersebut akan diposisikan apakah masuk ke dalam merah (perlu segera mendapatkan pertolongan), kuning (memerlukan pertolongan lanjut), atau hijau (tidak memerlukan pertolongan lanjut). Terdapat juga kategori hitam dimana pasien yang masuk ke dalam kategori hitam merupakan kasus *dead on arrival*.

**Kata Kunci:** Instalasi Gawat Darurat, Teori Graf, Triase

### 1 PENDAHULUAN

Teori graf merupakan sebuah studi tentang grafik, yang merupakan struktur matematika yang digunakan untuk memodelkan hubungan berpasangan antarobjek. Graf dalam konteks ini terdiri dari simpul-simpul/vertices/nodes yang dihubungkan oleh sisi-sisinya yang biasa disebut arc/links/lines. Ada perbedaan antara graf tak berarah, yang sisi-sisinya menghubungkan dua simpul secara simetris, dan graf berarah, yang sisi-sisinya menghubungkan dua simpul secara asimetris. Grafik merupakan salah satu objek kajian utama dalam matematika diskrit. (Bender, E. A., 2010) Graf merupakan himpunan pasangan terurut  $(V,E)$  dimana  $V$  merupakan himpunan vertex/titik dan  $E$  adalah edge/rusuk (Wibisono, S., 2010). Dalam kehidupan sehari-hari, graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi dari beberapa obyek agar lebih mudah dimengerti. Aplikasi graf dalam kehidupan sehari-hari dapat kita temukan di *Internet of Things* (IoT), jaringan internet, lalu lintas dan jaringan saraf tiruan.

Salah satu dari aplikasi yang dapat digunakan dalam teori graf adalah dalam kondisi instalasi gawat darurat. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 47 Tahun 2018, Instalasi gawat darurat (IGD) adalah salah satu unit pelayanan di rumah sakit yang menyediakan penanganan awal (bagi pasien yang datang langsung ke rumah sakit)/lanjutan (bagi pasien rujukan dari fasilitas pelayanan kesehatan lain), menderita sakit ataupun cedera yang dapat mengancam kelangsungan hidupnya (Kemenkes RI, 2018). Kegiatan di instalasi gawat darurat antara lain terdiri dari penyelenggaraan pelayanan kedaruratan yang ditujukan untuk menangani kondisi akut atau menyelamatkan nyawa dan/atau kecacatan pasien, menerima pasien rujukan yang perlu penanganan lanjutan atau akhir dari fasilitas pelayanan kesehatan lainnya, dan merujuk kasus-kasus gawat darurat apabila rumah sakit tidak mampu melakukan layanan lanjutan. Mekanisme pelayanan instalasi gawat darurat meliputi triase. (Ariyani, H dan Rosidawati, 2020) Triage/Triase merupakan sebuah tindakan yang dilakukan untuk menyortir atau menggolongkan pasien berdasarkan berat cedera dan untuk menentukan jenis perawatan berdasarkan tingkat kegawatdaruratan trauma, penyakit, dan cedera (Pusponegoro, D. A., 2010). Triase dapat menggolongkan pasien yang aman (hijau), perlu penanganan (kuning), penanganan dan pengawasan ketat (merah), dan meninggal (hitam). Triase merupakan tahapan awal yang harus dilakukan setiap pasien masuk IGD.

Pelayanan IGD memiliki algoritma dan *flowchart* yang perlu ditaati. Pengaplikasian teori graf dapat menemukan pelayanan yang optimal bagi pelayanan instalasi gawat darurat. Penelitian ini akan membahas pengaplikasian teori graf dalam instalasi gawat darurat. Tujuan penelitian ini adalah menemukan algoritma graf yang sesuai dengan kebutuhan tindakan serta menjadi landasan dalam pembangunan IGD yang komprehensif.

## **2 METODE**

Metode penelitian pada penelitian ini adalah kajian literatur yang kemudian diaplikasikan dalam teori graf. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah literatur yang dikumpulkan berupa buku, skripsi, artikel, undang-undang, jurnal atau modul yang mendukung penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan dimulai dari memahami alur kerja triase dan pengambil keputusan pada IGD, membentuk graf dari alur pelayanan IGD, memberi bobot pada graf berdasarkan hasil triase, dan merepresentasikan hasil graf dalam bentuk matriks

## **3 HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Alur Kerja Instalasi Gawat Darurat (IGD)**

IGD merupakan instalasi pelayanan di rumah sakit yang melakukan penanganan awal bagi pasien yang datang, penanganan lanjutan dari pasien yang dirujuk dari fasilitas kesehatan lain, serta menderita sakit ataupun cedera yang dapat mengancam keberlangsungan dari hidupnya (Kemenkes RI, 2018). IGD memiliki fungsi untuk menerima, menstabilkan dan mengatur pasien yang membutuhkan penanganan kegawatdaruratan segera, baik dalam kondisi sehari-hari maupun bencana.

Pada IGD terdapat sistem triase yang menentukan kondisi penanganan pasien. Metode triase ini dibagi menjadi beberapa kategori yang dibedakan oleh warna dan disesuaikan dengan kondisi kegawatdaruratan pasien. Proses triase di IGD memiliki tujuan untuk urutan penanganan

berdasarkan tingkat kegawatdaruratan pasien, seperti kondisi ringan (demam tinggi, mual dan muntah), kondisi sedang (asma yang tidak tertahankan), dan kondisi berat (overdosis narkoba atau kasus pneumothorax). (Clarkson, L. & Williams, 2021) dengan sistem triase ini, diharapkan rumah sakit bisa merawat pasien sebanyak dan seefisien mungkin. Target dari penerapan sistem triase adalah untuk meminimalkan kematian di rumah sakit, mengurangi waktu lama tinggal, dan mengoptimalkan sumber daya yang digunakan.

ESI merupakan skala triase yang terdiri dari lima tingkatan yang dikembangkan oleh dokter departemen emergensi yakni Richard Wuerz dan David Eitel yang berasal dari Amerika Serikat. Kedua dokter ini meyakini pentingnya instrumen triase di IGD untuk memfasilitasi prioritas pasien berdasarkan urgensi. ESI mulai diimplementasikan pada tahun 1999 (versi 1), kemudian tahun 2000 (versi 2), dan tahun 2001 (versi 3). Pada tahun 2004 dilakukan revisi kembali sehingga muncullah ESI versi 4. (Excellence, Q. A., 2005). yang dapat dilihat dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi Triase ESI

<b>Kategori ESI</b>	<b>Keterangan</b>
ESI 1	Apabila pasien membutuhkan intervensi penyelamatan jiwa
ESI 2	Apabila pasien tidak dapat menunggu karena resiko tinggi, perubahan kesadaran akut, atau nyeri hebat
ESI 3	Apabila pasien membutuhkan lebih dari satu sumber daya
ESI 4	Apabila pasien memerlukan sumber daya hanya satu
ESI 5	Apabila pasien dapat menunggu karena resiko yang tidak terlalu tinggi, tidak terjadi perubahan kesadaran akut atau nyeri hebat

Berikut penjelasan masing-masing klasifikasi ESI.

a. PRIORITAS 1 / ESI 1 (LABEL BIRU)

Prioritas 1 merupakan pasien-pasien dengan kondisi yang mengancam jiwa (*impending life/limb threatening problem*) sehingga membutuhkan tindakan penyelamatan jiwa yang segera. Parameter prioritas 1 adalah semua gangguan signifikan pada ABCD. Contoh prioritas 1 antara lain, *cardiac arrest*, status epileptikus, koma hipoglikemik, dan lain - lain.

b. PRIORITAS 2 / ESI 2 (LABEL MERAH)

Prioritas 2 merupakan pasien-pasien dengan kondisi yang berpotensi mengancam jiwa atau organ sehingga membutuhkan pertolongan yang sifatnya segera dan tidak dapat ditunda. Parameter prioritas 2 adalah pasien-pasien dengan haemodinamik atau ABCD stabil disertai penurunan kesadaran tapi tidak sampai koma (GCS 8-12). Contoh prioritas 2 antara lain, serangan asma, abdomen akut, luka sengatan listrik, dan lain-lain.

c. PRIORITAS 3 / ESI 3 (LABEL KUNING)

Prioritas 3 merupakan pasien - pasien yang membutuhkan evaluasi yang mendalam dan pemeriksaan klinis yang menyeluruh. Contoh prioritas 3 antara lain sepsis yang memerlukan

pemeriksaan laboratorium, radiologis dan EKG, demam tifoid dengan komplikasi, dan lain - lain.

d. **PRIORITAS 4 / ESI 4 (LABEL KUNING)**

Prioritas 4 merupakan pasien - pasien yang memerlukan satu macam sumber daya perawatan IGD. Contoh prioritas 4 antara lain pasien Benigna Prostate Hiperplasia (BPH) yang memerlukan kateter urin, Vulnus Laceratum yang membutuhkan hecting sederhana, dan lain - lain.

e. **PRIORITAS 5 / ESI 5 (LABEL PUTIH)**

Prioritas 5 merupakan pasien - pasien yang tidak memerlukan sumber daya. Pasien ini hanya memerlukan pemeriksaan fisik dan anamnesis tanpa pemeriksaan penunjang. Pengobatan pada pasien dengan prioritas 5 umumnya per oral atau rawat luka sederhana. Contoh prioritas 5 antara lain *common cold*, *acne*, eksoriasi, dan lain - lain.

### 3.2. Kategori Triase di IGD

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 47 Tahun 2018 tentang Pelayanan Kegawatdaruratan mengelompokkan triase di IGD menjadi 4 kategori dan setiap warna memiliki arti masing-masing yang disesuaikan dengan kondisi pasien yaitu:

a. **Kategori Hijau**

Merupakan kategori untuk pasien dengan keadaan cedera minimal, dapat berjalan dan menolong diri sendiri atau mencari pertolongan. Pasien di kategori hijau dapat dipindahkan ke rawat jalan atau dapat dipulangkan apabila kondisi stabil.

b. **Kategori Kuning**

Kategori kuning merupakan area tindakan dimana pasien memerlukan tindakan *definitive* akan tetapi tidak ada ancaman jiwa segera. Pasien dengan kategori kuning yang memerlukan tindakan lanjut dapat dipindahkan ke ruang observasi atau ke rawat inap apabila sudah stabil.

c. **Kategori Merah**

Kategori merah merupakan kondisi dimana pasien mengalami cedera berat dan memiliki ancaman terhadap kehidupan pasien. Pasien kategori merah kemungkinan besar dapat hidup apabila segera ditolong. Pasien dengan kategori merah dapat langsung diberikan tindakan di ruang resusitasi.

d. **Kategori Hitam**

Pasien dengan kategori hitam merupakan pasien dengan prioritas nol dimana kondisi pasien meninggal. Pasien kategori hitam langsung dapat dipindahkan ke kamar mayat/jenazah (Kemenkes RI, 2018).

Kategori dari metode triase di atas dapat dilakukan berdasarkan assesmen yang berlaku di IGD. Di Indonesia, Assesmen triase biasanya menggunakan metode ABCDE (*airway, breathing, circulation, disability, exposure*) (Thim, T. et al, 2010). Pendekatan ini adalah pendekatan sistematis terhadap penilaian dan pengobatan segera terhadap pasien yang sakit kritis atau terluka. Pendekatan ini dapat diterapkan pada semua keadaan darurat klinis. Akan tetapi ABCDE tidak diberlakukan pada pasien dengan kegawatdaruratan jantung dimana sistem yang digunakan adalah CABDE (*circulation, airway, breathing, disability, exposure*) (Irfannudin, 2019).

a. *Airway*

Pada saat pasien memasuki IGD, maka tenaga medis akan melakukan penilaian jalan napas. Penilaian jalan napas dapat dikategorikan sebagai berikut dan diaplikasikan dalam teori graf yang dapat dilihat dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Skor *Airway* dalam Graf

Keadaan <i>Airway</i>	Skor <i>Airway</i>
Bebas	0
Ancaman	1
Sumbatan	2
Terintubasi	3
Tidak Bernapas	3

Apabila keadaan jalan napas tidak ada hambatan maka jalan napas aman dan dapat berlanjut ke kategori berikutnya. Akan tetapi apabila ada ancaman seperti cairan di jalan napas atau sumbatan di jalan napas maka masuk skoring 1-2 dan apabila terintubasi atau tidak bernapas maka masuk skoring 3.

b. *Breathing*

*Breathing* menilai bagaimana pasien bernapas, Apabila terdapat permasalahan bernapas maka diperlukan penanganan segera. Berdasarkan penilaian *breathing* kita dapat memasukkan ke teori graf yang dapat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Skor *Breathing* dalam Graf

Keadaan <i>Breathing</i>	Skor
Napas <20 x/menit	0
Napas 20-30 x/menit	1
Napas >30x/menit	2
Tidak Bernapas	3

Selain itu terdapat keadaan tambahan yang dapat dilihat dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Skor Tambahan *Breathing* dalam Graf

Keadaan <i>breathing</i>	Skor
Bunyi Napas Tambahan	1

c. *Circulation*

Penilaian *circulation* dapat dinilai melalui penilaian *capillary refill time* (CRT), nadi kuat, turgor, dan akral. Skor CRT dapat dilihat dalam Tabel 5 Sebagai Berikut

**Tabel 5.** Skor Capillary Refill Time dalam Graf

Keadaan CRT	Skor
<2 detik	0
>2 detik	1

Kemudian untuk keadaan nadi dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut

**Tabel 6.** Skor Keadaan Nadi dalam Graf

Keadaan Nadi	Skor
Kuat	0
Lemah	1
Tidak Teraba	2

Dan keadaan akral yang dapat dilihat pada Tabel 7 Sebagai Berikut

**Tabel 7.** Skor Keadaan Akral dalam Graf

Keadaan Akral	Skor
Hangat	0
Dingin	1

d. *Disability*

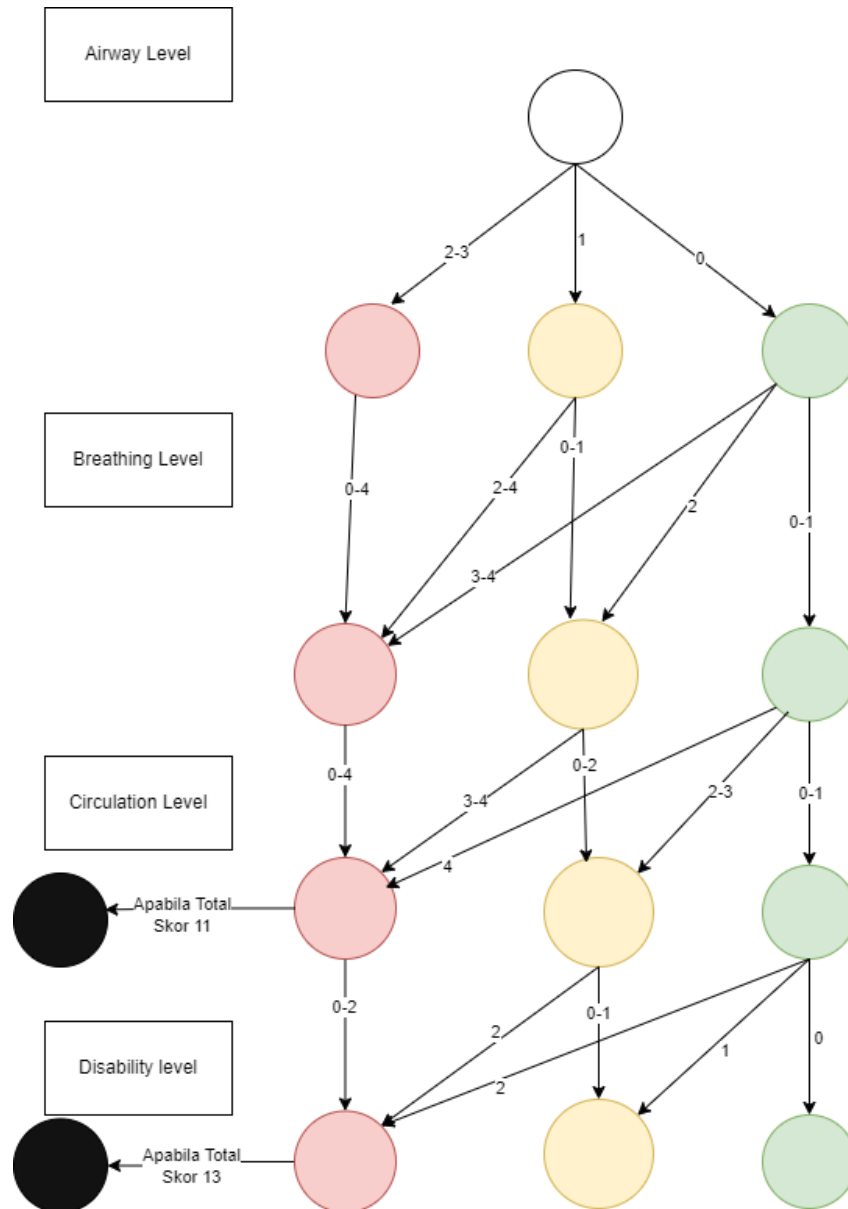
Terakhir adalah penilaian kesadaran. Utamanya penilaian kesadaran menggunakan GCS (*glasgow coma scale*) yang menilai mata, motorik, dan verbal antara 3-15. yang dapat dilihat dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Skor Disability dalam Graf

<i>Glasgow Comma Scale</i>	Skor
15	0
13-15	1
<13	2

**3.3. Gambar Graf sesuai Skoring**

Dari Gambar 1 tersebut, kita dapat melihat perbedaan antara satu *node* dengan *node* lainnya. Perhatikan bahwa *node* hijau ketika berubah menjadi kuning tidak akan berubah menjadi hijau begitu juga apabila masuk ke merah. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi pasien jatuh dalam kondisi yang lebih parah, maka kriteria triase di IGD akan dinaikkan dan tidak akan diturunkan kembali karena sangat berkaitan dengan permasalahan di sistem tersebut. *Node* berwarna hitam apabila sudah mencapai skor 11 di *circulation* atau 13 di *disability*, berarti pasien tersebut sudah tidak bernapas baik melalui *airway* dan *breathing* serta tidak ada denyut nadi. Hal tersebut mengatakan bahwa tanda vital pasien sudah tidak ada dan dapat dinyatakan pasien meninggal. Setelah dilakukan pembagian *node* maka pasien dapat dimasukkan dengan kriteria yang sesuai dan berurutan dengan pelayanan yakni merah, kuning, hijau, dan hitam.



**Gambar 1.** Graf Triase UGD

#### 4 KESIMPULAN

Teori graf merupakan sebuah studi tentang grafik, yang merupakan struktur matematika yang digunakan untuk memodelkan hubungan berpasangan antar objek. Graf dalam konteks ini terdiri dari simpul-simpul/*vertices/nodes* yang dihubungkan oleh sisi-sisinya yang biasa disebut *arc/links/lines*. Ada perbedaan antara graf tak berarah, yang sisi-sisinya menghubungkan dua simpul secara simetris, dan graf berarah, yang sisi-sisinya menghubungkan dua simpul secara asimetris. Salah satu dari aplikasi yang dapat digunakan dalam teori graf adalah dalam kondisi instalasi gawat darurat. Mekanisme pelayanan instalasi gawat darurat meliputi triase. Triage/Triase merupakan sebuah tindakan yang dilakukan untuk menyortir atau penggolongan pasien

berdasarkan tingkat cedera dan untuk menentukan jenis perawatan berdasarkan tingkat kegawatdaruratan trauma, penyakit, dan cedera. Triase dapat menggolongkan pasien yang aman (hijau), perlu penanganan (kuning), penanganan dan pengawasan ketat (merah), dan meninggal (hitam). Triase merupakan tahapan awal yang harus dilakukan setiap pasien masuk IGD. Dari graf tersebut, kita dapat melihat perbedaan antara satu *node* dengan *node* lainnya. Perhatikan bahwa *node* hijau ketika berubah menjadi kuning tidak akan berubah menjadi hijau begitu juga apabila masuk ke merah. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi pasien jatuh dalam kondisi yang lebih parah, maka kriteria triase di IGD akan dinaikkan dan tidak akan diturunkan kembali karena sangat berkaitan dengan permasalahan di sistem tersebut. Berdasarkan skoring-skoring yang diberikan dalam algoritma graf, kita dapat membuat sebuah graf dimana kondisi pasien yang datang dinilai menggunakan *Airway, Breathing, Circulation dan Disability*. Apabila *Node* berwarna hitam apabila sudah mencapai skor 11 di *circulation* apabila sudah mencapai skor 11 di *circulation* atau 13 di *disability* berarti pasien tersebut sudah tidak bernapas baik melalui *airway* dan *breathing* serta tidak ada denyut nadi. Hal tersebut mengatakan bahwa tanda vital pasien sudah tidak ada dan dapat dinyatakan pasien meninggal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, H., & Rosidawati, I. (2020). Literature Review: Penggunaan Triase Emergency Severity Index (Esi) Di Instalasi Gawat Darurat (Igd). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 20(2), 143. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v20i2.606>
- Bender, E. A.; Williamson, S. G. (2010). *Lists, Decisions and Graphs. With an Introduction to Probability*
- Clarkson, L. & Williams (2021). *Mass Casualty Triage*. M. NCBI Bookshelf. EMS.
- Excellence, Q. A. & Care, H. (2005). *Index , Version 4 : Implementation*. Emergency Medicine. <http://www.ahrq.gov/research/esi/>
- Irfannudin. (2019). *Memahami Pasien: Aplikasi Klinis Berdasarkan Prinsip Fisiologi (Fungsi Tubuh)*. Prosiding Ilmiah Dies Natalis FK Unsri Vol. 57. Palembang: Unsri Press
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 47 Tahun 2018 Tentang Pelayanan Kegawatdaruratan*
- Pusponegoro, D. A.. (2010). *Buku Panduan Basic Trauma and Cardiac Life. Support*, Jakarta
- Thim, T., Krarup, N. H., Grove, E. L., & Lofgren, B. (2010). ABCDE – a systematic approach to critically ill patients. *Ugeskr Laeger*. 2010;172(47):3264–3266
- Wibisono, S. (2004), *Matematika Diskrit*, Graha Ilmu, Yogyakarta.