

# Aplikasi Graf untuk Penentuan Aksi Robot Sepak Bola (Robosoccer)

Khoirunnisa Afifah (13512077)

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13512077@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**— Perkembangan robot sangat pesat saat ini. Banyak robot otomatis yang sudah diciptakan, salah satunya robot sepak bola (Robosoccer). Pertandingan sepak bola robot selalu diadakan tiap tahun dan selalu berkembang, salah satunya yang Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Dalam pertandingan ini robot harus mampu melakukan rangkaian aksi-aksi tertentu dengan benar dan cepat. Makalah ini menerangkan manfaat graf untuk menggambarkan rangkaian aksi yang harus dilakukan oleh robot sepak bola

**Kata Kunci**—Robot sepak bola, Graf.

## I. PENDAHULUAN

Robosoccer adalah istilah untuk salah satu jenis robot cerdas yang memiliki kemampuan khusus dalam bermain sepak bola. Banyak kompetisi yang melibatkan robot jenis ini seperti Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) untuk tingkat nasional, Fira Cup dan RoboCup Soccer di tingkat Internasional.

Untuk bisa memainkan permainan sepak bola dengan baik robot harus memiliki kemampuan-kemampuan tertentu seperti mendeteksi bola, menggiring bola, menendang bola, menentukan posisi di lapangan, komunikasi, dan kemampuan bertahan untuk penjaga gawang. Robot juga harus mampu menentukan aksi mana yang harus dilakukan saat berada di lapangan dengan benar dan cepat agar menang.

## II. TEORI DASAR

### A. Sepak Bola Robot

Permainan sepak bola pada robot pada dasarnya mirip seperti sepak bola manusia pada umumnya. Namun ada batasan-batasan yang tidak bisa dilakukan oleh robot.

Peraturan pertandingan sepak bola robot pada umumnya mengacu pada peraturan yang ada pada *RoboCup Humanoid League Rules and Setup*.

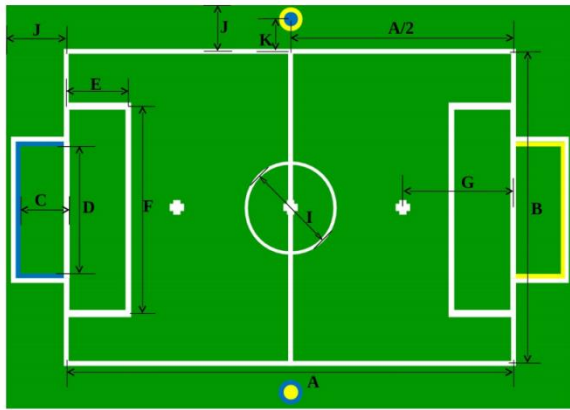
Secara umum setiap pertandingan antara dua tim yang berhadapan-hadapan dilaksanakan dalam waktu (2x5) menit atau (2x10) menit dengan masa istirahat di paruh pertandingan selama maksimal 5 menit. Setiap tim terdiri dari maksimal lima robot humanoid yang salah satunya harus diprogram sebagai penjaga gawang dan satu hingga empat lainnya sebagai pemain penyerang atau bertahan.

Di tingkat nasional kompetisi sepak bola robot diadakan oleh Dikti dengan nama KRSBI. Kompetisi ini juga merupakan babak kualifikasi nasional untuk mewakili Indonesia dalam RoboCup yang merupakan kompetisi sepak bola robot resmi tingkat dunia. KRSBI pertama kali diadakan pada tahun 2009 dengan nama KRCI Expert Battle, tema yang dibawa pada waktu itu mirip dengan robot pemadam api namun berhadapan-hadapan untuk berebut memadamkan api.

Tahun berikutnya nama divisi berubah menjadi KRCI Divisi Battle dengan tingkat kesulitan lebih tinggi. Robot diprogram untuk mendeteksi bola dan memperebutkan bola-bola yang diletakkan di tempat-tempat tertentu. Baru pada tahun 2011 diadakan kontes robot yang diadaptasi dari RoboCup Humanoid League.

Sesuai dengan namanya Humanoid League, dalam divisi ini peserta diharuskan membuat robot mirip manusia dengan tinggi antara 30 - 60 cm berwarna hitam atau abu-abu yang dapat bermain sepak bola.

Permainan dilakukan diatas lapangan berukuran panjang 6 meter x 4 meter seperti tampak pada gambar berikut :



Gambar 1 : Lapangan sepak bola robot [2]

Keterangan :

- A = 600 cm
- B = 400 cm
- C = 50 cm
- D = 150 cm
- E = 60 cm
- F = 300 cm
- G = 180 cm
- I = 120 cm
- J = min 70 cm
- K = 40 cm

Bola yang digunakan dalam permainan adalah bola tenis warna oranye ukuran standar.

#### A. Teori Graf

Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut.

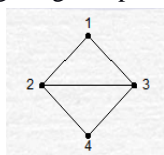
Definisi Graf yaitu  $G = (V, E)$  yang dalam hal ini :

- V = himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul  
 $= \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$
- E = himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul  
 $= \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$

Jenis - jenis graf :

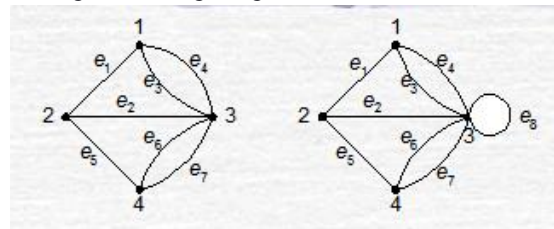
1. Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada graf :

- Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-ganda.



Gambar 2 : contoh graf sederhana [1]

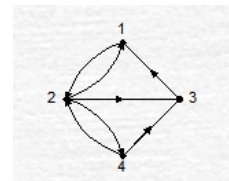
- Graf tak-sederhana adalah graf yang mengandung sisi-ganda atau gelang.



Gambar 3 : contoh graf tak-sederhana [1]

2. Berdasarkan orientasi / arah pada sisi :

- Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai arah
- Graf berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah

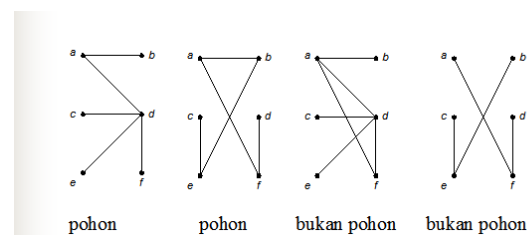


Gambar 4 : contoh graf berarah

Beberapa istilah dalam graf antara lain :

1. Kertetanggaan : dua buah simpul yang dihubungkan dengan satu/lebih busur dikatakan bertetangga
2. Bersisian : simpul dan busur yang saling berhubungan dikatakan bersisian.
3. Derajat : jumlah sisi yang bersisian dengan suatu simpul
4. Lintasan : barisan selang-seling dari simpul dan sisi dari satu simpul ke simpul lain
5. Sirkuit : lintasan yang berawal dan berakhir di simpul yang sama

Salah satu bentuk dari graf adalah pohon. pohon merupakan graf yang tidak memiliki sirkuit.



Gambar 5 : Pohon dan Bukan Pohon [1]

### III. MEKANISME KERJA ROBOT SEPAK BOLA

Robot tidak bisa menentukan suatu keputusan dengan sendirinya, untuk melakukan tugasnya sebuah *autonomus robot* harus diprogram dengan baik dan mempertimbangkan semua peluang kejadian yang bisa terjadi. Terdapat berbagai aksi yang harus dibuat dan disatukan untuk mengatur gerak robot.

Aksi - aksi tersebut berbeda untuk robot jenis penjaga gawang dan penyerang.

Aksi dasar yang penting pada robot adalah aksi pergerakan seperti berjalan, menendang bola, mendeteksi bola, mendeteksi gawang, dan garis lapangan. Aksi pergerakan ini adalah aksi dasar yang harus ada agar robot bisa bermain, paling tidak untuk memasukkan bola ke gawang lawan.

Selain aksi diatas, robot juga harus punya kemampuan komunikasi baik dengan PC Master yang dimiliki wasit atau dengan robot lain. Pada kontes robot sepak bola masing-masing robot dalam satu tim dihubungkan dengan LAN yang dikendalikan oleh PC Master. Komunikasi dengan robot lain juga penting agar robot dapat bekerja sama.

Selain komunikasi diperlukan kemampuan tambahan lain yang dinamakan sistem lokalisasi. Tujuannya agar robot dapat mengetahui dimana posisinya di lapangan, posisi gawang, dan posisi bola dilapangan.

Sensor indera utama yang dimiliki robot sepak bola adalah sistem penglihatan on-board. Sistem tersebut terdiri dari kamera RGB yang dilengkapi dengan blok untuk mengenali sedikitnya 5 warna, agar paling tidak bisa mendeteksi lokasi robot di lapangan terhadap 2 gawang. Sensor inilah yang dimanfaatkan untuk menentukan berbagai aksi yang harus dilakukan robot.

### III. APLIKASI GRAF DALAM MENENTUKAN AKSI PERGERAKAN ROBOT

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya setiap robot di lapangan memiliki perannya masing-masing baik itu penyerang atau penjaga gawang. Agar bisa menjalankan perannya di lapangan setiap robot harus bisa memutuskan sendiri langkah apa yang harus diambil saat di lapangan.

Graf berarah dapat dimanfaatkan untuk merancang penentuan aksi pada robot. Setiap simpul mewakili aksi yang dilakukan robot dan/atau kondisi yang akan

diperiksa oleh robot. Sedangkan sisi graf akan bernilai ya (1) atau tidak (0) yang merupakan hasil dari pemeriksaan kondisi di node sebelumnya. Node terakhir yang tidak memiliki edge yang keluar merupakan aksi yang harus dilakukan oleh robot.

Graf yang terbentuk akan mirip seperti pohon keputusan namun mengandung sirkuit karena jika aksi tidak terpenuhi robot akan kembali ke state tertentu.

Penentuan aksi untuk robot penyerang dengan penjaga gawang tentu berbeda.

Untuk robot penyerang aksi awal / aksi normal nya adalah aksi mencari bola, di dalam graf saya beri nomor 1. Dalam mencari bola akan ada dua kondisi yaitu bola langsung terlihat oleh orientasi (sudut pandang) robot sekarang atau tidak. Jika bola terlihat robot akan menuju ke aksi 3. Jika tidak robot akan berputar 90 derajat (aksi 2).

Aksi 3 adalah robot berjalan menghampiri bola, pada aksi ini tidak ada pengecekan kondisi dan robot langsung ke aksi 4.

Setelah robot berada di dekat bola robot akan melakukan pengecekan posisi gawang lawan, ini menjadi aksi 4. Hasil pengecekan posisi gawang ini ada 3 jenis. Pertama, gawang berada di depan robot. Aksi berikutnya yang harus dilakukan adalah aksi 5 yaitu menendang bola yang ditemui ke arah depan. Kemungkinan kedua adalah gawang berada di samping. Aksi yang dilakukan setelah kondisi ini adalah robot harus menendang bola ke kanan (aksi 6) atau ke kiri (aksi 7). Kemungkinan terakhir, gawang tidak terlihat. Jika gawang tidak terlihat robot akan melakukan aksi 2 sampai bola terlihat lalu ke aksi 6 atau 7.

Sama seperti robot penyerang, untuk robot penjaga gawang aksi normalnya (aksi 1) adalah mencari bola. Perbedaannya, pada robot penjaga gawang bola pasti terlihat, jadi tidak perlu dilakukan perputaran 90 derajat. Selain itu di aksi 1 robot penjaga gawang juga dilakukan pengecekan apakah bola yang terlihat itu bergerak atau tidak.

Jika bola tidak bergerak dilakukan pengecekan apakah bola jauh atau dekat (aksi 2). Untuk pengecekan ini harus dibuat suatu batas sebagai jarak kritis. Jika bola masih jauh robot kembali ke aksi 1. Sebaliknya jika jarak bola dengan gawang kurang dari jarak kritis robot akan

melakukan aksi 3, yaitu membuang/menendang bola. Setelah itu kembali ke aksi 1.

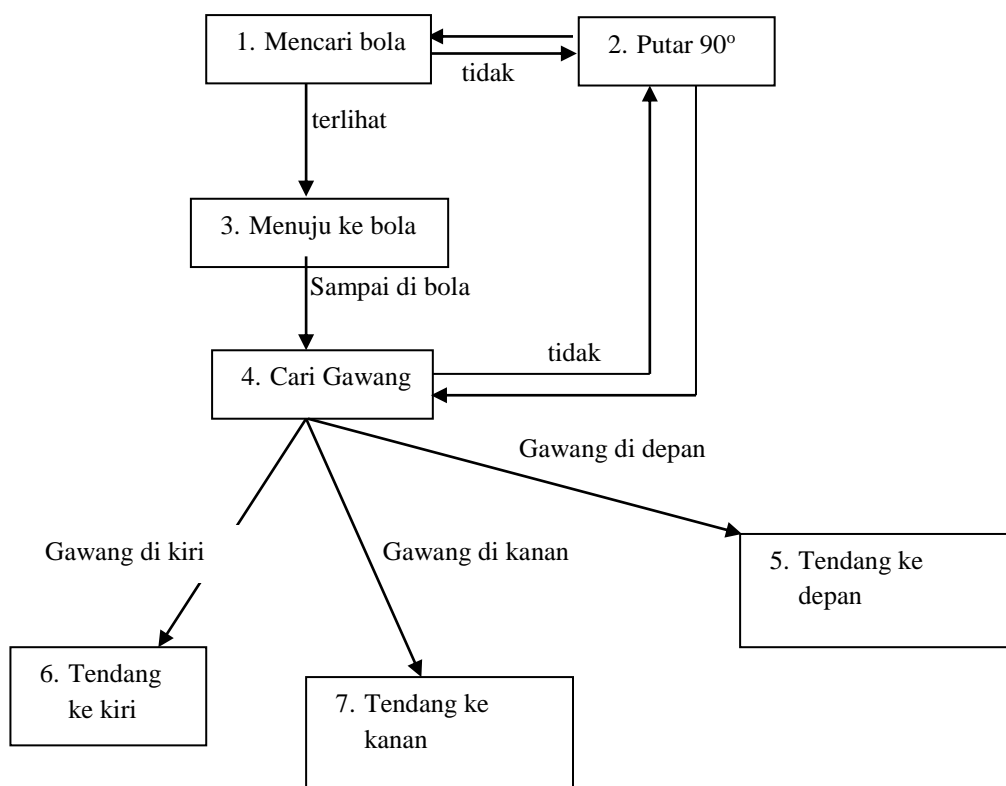
Jika dari aksi satu ternyata bola bergerak, dilakukan pengecekan apakah bola bergerak menuju gawang atau tidak (aksi 4). Jika tidak robot kembali ke aksi 1.

Jika ya, dilakukan pengecekan arah bola terhadap robot (aksi 5). Jika bola mengarah ke kanan maka robot akan jatuh ke arah kanan (aksi 6), jika bola ke arah kiri robot jatuh ke kiri (aksi 7), dan jika bola bergerak tepat ke arah robot, robot jatuh ke tengah (aksi 8).

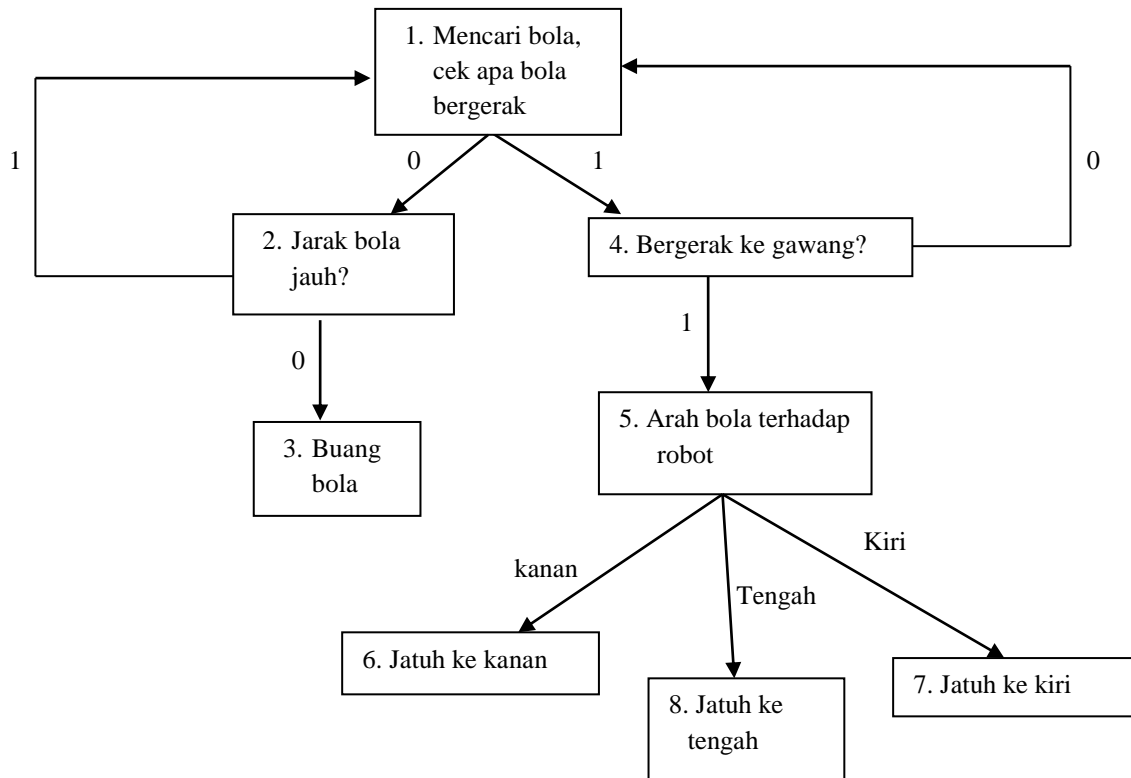
Aksi penyelamatan oleh robot penjaga gawang dilakukan dengan menjatuhkan diri karena itu adalah cara paling mudah untuk dilakukan. Tapi resikonya, akan diperlukan waktu yang lagi untuk robot kembali ke posisi siaga.

Setelah melakukan aksi penyelamatan robot harus segera kembali ke aksi 1.

Rangkaian aksi robot ini digambarkan pada gambar 6 dan gambar 7 berikut.



Gambar 6. Graf yang merepresentasikan Aksi robot penyerang



Gambar 7. Graf yang merepresentasikan aksi robot penjaga gawang

#### IV. KESIMPULAN

Graf yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan aksi robot sepak bola merupakan graf berarah. Graf berarah ini mirip seperti pohon keputusan, tetapi karena ada busur yang kembali pada state tertentu dan membentuk sirkuit, representasi graf lebih tepat untuk digunakan.

Dalam kontes robot yang lebih besar seperti RoboCup, robot harus dapat menentukan aksi dengan cepat, oleh karena itu diperlukan algoritma yang baik dan bisa mencakup semua kemungkinan yang ada.

#### REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi, "Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit", Program Studi Teknik Informatika ITB, 2008.
- [2] Buku Panduan KRSBI 2014 versi beta 31 Oktober 2013.
- [3] <http://msholihulh.wordpress.com/2012/06/08/mengenal-robot-sepakbola/> diakses pada 14 Desember 2013 14:49

#### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Desember 2013

Khoirunnisa Afifah

(13512077)