

**PERANCANGAN SIMULASI ROBOT MOBIL PENCARI
DUA SUMBER RADIASI DENGAN METODE ALARA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika**



Oleh:

Nama : Fuad Dwi Wiryanto

NIM : 03 523 004

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2010**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN SIMULASI ROBOT MOBIL PENCARI
DUA SUMBER RADIASI DENGAN METODE ALARA

TUGAS AKHIR

ISLAM

Oleh :

Nama : Fuad Dwi Wiryanto
No. Mahasiswa : 03 523 004

Yogyakarta, 18 Oktober 2010

Pembimbing


Drs. Suprivono, M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**PERANCANGAN SIMULASI ROBOT MOBIL PENCARI
DUA SUMBER RADIASI DENGAN METODE ALARA****TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Fuad Dwi Wiryanto

NIM : 03 523 004

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 26 Mei 2011

Tim Penguji :

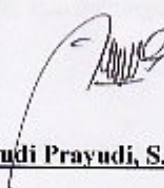
Drs. Supriyono, M.Sc.
Ketua

Izzati Muhimah, ST., M.Sc., Ph.D
Anggota I

Zainudin Zukhri, ST., M.IT.
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Indonesia


Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga tugas akhir dengan judul **“Perancangan Simulasi Robot Mobil Pencari Dua Sumber Radiasi Dengan Metode Alara”** dapat terselesaikan dengan baik.

Terwujudnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing saya, baik dukungan, tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Yth. Bapak Dr. Edy Suandi Hamid, M.Ec. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
2. Yth. Bapak Yudi Prayudi, S. Si. M.Kom. selaku Ketua jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Yogyakarta
3. Yth. Bapak Drs. Supriyono, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu selama proses pengajuan judul sampai dengan selesainya pembuatan proposal skripsi ini.
4. Yth. Ibu Izzati Muhimmah, ST., M.Sc. dan Bapak Zainudin Zukhri, ST., M.IT. selaku penguji yang telah menyetujui dan menerima tugas akhir ini.
5. Ytc. Kedua orang tua saya, Drs. H Rumawal dan Eny Purwanty yang selalu mendukung baik secara financial maupun moril selama proses belajar di bangku perkuliahan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Ytc. Kakak dan kakak ipar saya, atas dukungannya selama ini.

7. Ytc. Kekasih hati, Tianasari Sigit, SE. atas waktu dan tenaga, dukungan, kepercayaan, ketulusan, cinta serta kasih sayang yang diberikan selama perjuangan menyelesaikan kuliah dan tugas akhir ini. You really are my sweet Little Angel.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu menyumbangkan waktu, tenaga, pemikiran dan ide-ide hingga terselesaikannya tugas akhir ini: Aryo Indrasgoro, Dwi Wahyu Prasetyo, Soni, Mukhyar, Miko, Mail & Kentyas. Makasih ya, ga ada kalian ga rame. Hahaha..
9. Serta teman-teman semasa perkuliahan dan sepermainan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih banyak atas dukungan dan kepeduliannya selama ini.

Semoga segala bantuan yang tidak ternilai harganya ini mendapat imbalan di sisi Allah SWT sebagai amal ibadah, Amin.

Saya menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik saran yang membangun dari berbagai pihak sangat saya harapkan demi perbaikan-perbaikan ke depan. *Amin Yaa Rabbal 'Alamiin*

Yogyakarta, 08 Juni 2011

(Fuad Dwi
Wiryanto)

MOTTO

Nothing is a waste of time if you use the experience wisely.
(Auguste Rodin)



ABSTRAKSI

Sumber radiasi sangat membahayakan keselamatan manusia, terutama bagi para pekerja PLTN. Sesuai dengan metode ALARA (*as low as reasonably achievable*), penggunaan alat detektor radiasi yang dipasangkan ke robot mobil, dapat digunakan untuk mendeteksi sumber radiasi dalam radius jarak tertentu. Dengan demikian, robot mobil dapat menggantikan peran manusia dalam pendeteksian awal kebocoran sumber radiasi.

Karena sumber radiasi dapat berjumlah lebih dari satu, diperlukan sebuah perancangan simulasi deteksi robot mobil untuk mendeteksi lebih dari satu sumber radiasi. Tugas akhir ini akan membangun perancangan simulasi untuk dua sumber radiasi. Robot mobil dengan alat detektor akan mendeteksi dua sumber radiasi tersebut sehingga didapatkan nilai intensitas ketika robot mobil bergerak.

Dalam perancangan simulasi ini, robot mobil mampu untuk memutuskan sumber radiasi yang akan dituju terlebih dahulu dan melaju ke sumber radiasi yang lain. Untuk itu, robot mobil dapat mendeteksi koordinat lokasi masing-masing sumber radiasi sehingga dapat menghitung jarak dari lokasi robot mobil. Dari hasil penghitungan jarak, robot mobil memilih sumber radiasi mana yang terpendek dan melaju ke sumber radiasi tersebut. Sesampainya di sumber radiasi pertama, robot mobil bergerak ke sumber radiasi berikutnya.

Dikarenakan robot mobil dan sumber radiasi dapat berada di lokasi yang berbeda-beda, dalam perancangan simulasi ini, robot mobil dan kedua sumber radiasi dapat dipindah-pindahkan di area kanvas simulasi. Kemudahan ini diberikan agar simulasi sesuai dengan pemetaan sumber radiasi yang sebenarnya. Di samping itu, peletakan robot mobil dan sumber radiasi yang berbeda-beda dapat menunjukkan perbedaan penghitungan intensitas robot mobil ke masing-masing sumber radiasi di lokasi yang berbeda-beda pula.

Kata Kunci : Perancangan, Simulasi, Robot Mobil, Sumber Radiasi, Kecerdasan

TAKARIR

<i>background</i>	latar belakang
<i>delete</i>	hapus
<i>edit</i>	ubah
<i>form</i>	formulir
<i>Flow Chart</i>	diagram alir
<i>frame</i>	bingkai
<i>hardware</i>	perangkat keras
<i>input</i>	masukan
<i>interface</i>	antarmuka
<i>output</i>	keluaran
<i>user friendly</i>	mudah digunakan
<i>user</i>	pengguna



DAFTAR ISI

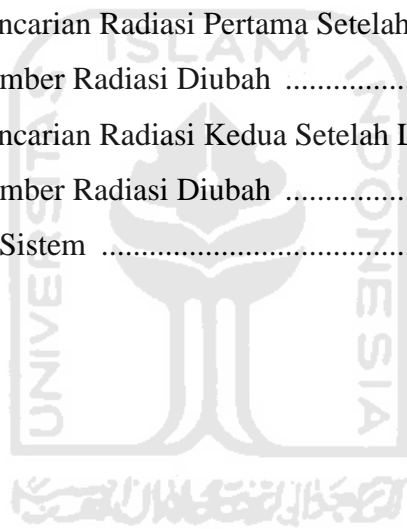
BAB I PENDAHULUAN	10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Batasan Masalah	11
1.4 Tujuan Penelitian	11
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Metodologi Penelitian	12
1.7 Sistematika Penulisan	12
 BAB II LANDASAN TEORI	 14
2.1 Simulasi	14
2.2 Robot Mobil	15
2.3 Radiasi	8
2.3.1 Detektor GM (Geiger-Mueller)	9
2.3.2 Intensitas Sumber Radiasi Nuklir	11
2.3.3 ALARA	12
 BAB III METODOLOGI	 17
3.1 Konsep Perancangan	21
3.2 Metode Perancangan	21
3.2.1 Perancangan Flowchart	26
	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Implementasi Perangkat Lunak	26
4.1.1 Batasan Implementasi	26
4.1.2 Implementasi Pembuatan Program	27
4.1.3 Implementasi Prosedural	27
4.2 Hasil	28
4.2.1 Tampilan Halaman Utama	28
4.3 Penguji Sistem	29
4.4 Analisis Pengujian	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram Sistem Pencacah Radiasi	10
Gambar 2.2	Grafik Hubungan Antara Intensitas dengan Jarak dari Sumber Radiasi	12
Gambar 3.1	Diagram Alir	22
Gambar 3.2	Perancangan Antarmuka	25
Gambar 4.1	Tampilan Halaman Utama	28
Gambar 4.2	Pengisian Nilai Intensitas Awal	29
Gambar 4.3	Drag and Drop Robot Mobil dan Sumber Radiasi	30
Gambar 4.4	Proses Simulasi Pencarian Sumber Radisi Pertama	31
Gambar 4.5	Hide Line	32
Gambar 4.6	Proses Pencarian Sumber Radiasi Pertama	33
Gambar 4.7	Proses Pencarian Radiasi Pertama Setelah Letak Robot Mobil dan Kedua Sumber Radiasi Diubah	34
Gambar 4.8	Proses Pencarian Radiasi Kedua Setelah Letak Robot Mobil dan Kedua Sumber Radiasi Diubah	35
Gambar 4.9	Keluaran Sistem	36



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Perhitungan Intensitas	19
-----------	------------------------------	----



DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 (Drag and Drop dan Inisialisasi Awal)	41
2	Lampiran 2 (Program Tombol Go).....	43
3	Lampiran 3 (Program Sound).....	61
4	Lampiran 4 (Program Mengurangi Kecepatan).....	61
5	Lampiran 5 (Program Tambah Kecepatan)	61
6	Lampiran 6 (Program Head Line)	61
7	Lampiran 7 (Program Show Line).....	62
8	Lampiran 8 (Program Mobil)	62



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telah dibuat suatu karya tugas akhir mengenai simulasi pencarian sumber radiasi dengan bantuan robot mobil yang dipasang alat pendeteksi radiasi dengan menggunakan metode ALARA (*as low as reasonably achievable*). Tujuan dari pembuatan simulasi ini adalah penggunaan robot mobil sebagai alat keselamatan pada sebuah unit PLTN karena nuklir memiliki potensi bahaya radiasi zat radioaktif jika terjadi kebocoran dan terlepas ke lingkungan masyarakat.

Dalam tugas akhir tersebut, diasumsikan robot mobil telah dilengkapi alat detektor GM dengan radius jarak tertentu sehingga mempercepat kinerja robot dalam mendeteksi kebocoran radiasi. Namun, robot terbatas hanya mampu mendeteksi satu lokasi sumber radiasi. Padahal, lokasi kebocoran radiasi dapat berjumlah lebih dari satu terutama jika terjadi bencana alam yang dasyat.

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini, akan dirancang simulasi pengembangan dari simulasi sebelumnya dengan menambahkan sumber radiasi menjadi 2 (dua) buah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan yang akan diangkat yaitu bagaimana merancang sebuah simulasi pencarian dua sumber radiasi

oleh robot mobil yang telah dilengkapi dengan alat pendeteksi dengan menggunakan metode ALARA.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perancangan ini adalah :

- a. Robot mobil telah dilengkapi dengan alat pendeksi radiasi
- b. Terdapat 2 (dua) sumber radiasi
- c. Pergerakan robot mobil ditentukan oleh jarak terpendek dari posisi robot mobil dibandingkan dengan dua sumber radiasi tersebut

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah merancang sebuah simulasi untuk menjelaskan proses pencarian sumber radiasi dengan bantuan robot mobil yg sudah terpasang alat pendeteksi radiasi serta kemampuan robot dalam menentukan lokasi mana yang harus dituju terlebih dahulu berdasarkan jarak terdekat dengan robot sehingga dapat membantu pembangunan aplikasinya secara nyata.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari pembuatan simulasi robot mobil pencari sumber radiasi adalah :

- a. Memberikan gambaran kepada perancang bangun pembuatan robot yang sebenarnya.

- b. Memberikan gambaran tentang proses penentuan jarak terpendek dari robot mobil ke sumber radiasi.

1.6 Metodologi penelitian

Metodologi yang digunakan dalam pembuatan simulasi robot mobil pencari radiasi ini adalah metode *flowchart* dan metode ALARA (*as low as reasonably achievable*) sebagai metode yang berlandaskan kepada prinsip keselamatan utama untuk meminimalisir efek radioaktif dari radiasi. Perancangan simulasi ini mencoba untuk tidak melibatkan manusia secara langsung di lapangan dalam mengatasi bahaya radiasi.

1.7 Sistematika penulisan

Sistematika ini bertujuan untuk mempermudah dalam memahami isi laporan tugas akhir ini. Dalam laporan ini, terdapat lima bab yang berisi hasil dari penelitian tugas akhir mengenai Perancangan Simulasi Robot Mobil pencari radioaktif.

BAB I PENDAHULUAN

Berisi pendahuluan yang memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab II membahas referensi yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan simulasi ini.

BAB III METODOLOGI

Bab III membahas konsep dan metode perancangan simulasi deteksi robot mobil. Metode perancangan terdiri dari *flowchart*, perancangan simulasi, dan perancangan antar muka.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV membahas uraian hasil perancangan simulasi beserta dengan penghitungan rumus intensitas radiasi ketika robot mobil bergerak menuju masing-masing sumber radiasi.

BAB V PENUTUP

Bab V memuat kesimpulan yang diambil dari hasil perancangan dan menyampaikan saran untuk pengembangan perancangan simulasi selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Simulasi

Proses simulasi diperlukan untuk operasionalisasi model, atau penanganan model untuk meniru tingkah-laku sistem yang sesungguhnya seperti berbagai kegiatan seperti penggunaan diagram alir dan logika komputer, serta penulisan kode komputer dan penerapan kode tersebut pada komputer untuk menggunakan masukan dan menghasilkan keluaran yang diinginkan.

Simulasi menjadi bahasan yang cakupannya sangat luas dan bersinggungan dengan berbagai bidang ilmu. Secara umum, simulasi digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sangat sulit diselesaikan secara analisis seperti *dynamic programming*, rangkaian listrik kompleks, memiliki ukuran data dan kompleksitas yang tinggi seperti *travelling salesman*, *assignment*, *schedulling*, dan proses yang sulit diimplementasikan secara langsung karena faktor biaya yang sangat tinggi seperti optimasi *Radio Base Station* atau optimasi *channel assignment*.

Terdapat dua model simulasi yaitu simulasi analog dan simulasi simbolik. Simulasi analog mempergunakan representasi fisik untuk menjelaskan karakteristik penting dari suatu masalah. Misalnya, model hidraulik sistem ekonomi makro. Sedangkan, simulasi simbolik merupakan model matematik yang pemecahannya

dipermudah dengan menggunakan komputer. Simulasi simbolik disebut juga simulasi komputer¹.

2.2 Robot Mobil

Robot Mobil atau *Mobile Robot* adalah konstruksi robot yang ciri khasnya memiliki aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut sehingga robot dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain.

Robot sendiri terbagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu robot manipulator, robot mobil, serta robot hibrida yang merupakan robot mobil dengan manipulator terpasang padanya. Manipulator merupakan robot tangan yang secara fisik tertaut dengan tempat kerjanya, seperti misalnya yang terdapat pada pabrik bagian perakitan. Pergerakan manipulator pada umumnya melibatkan seluruh sambungan sendi yang dapat dikontrol, sehingga memungkinkan efekturnya berada pada posisi yang dibutuhkan. Manipulator merupakan tipe yang paling banyak untuk robot industri, dengan lebih dari jutaan unit telah terpasang diseluruh dunia.

Robot mobil merupakan robot yang bergerak pada lingkungannya dengan menggunakan roda, kaki, atau mekanisme serupa lainnya. Telah banyak diaplikasikan untuk pengantaran makanan di rumah sakit, pemindahan kontainer pada dok muat, serta tugas serupa lainnya.

Skema pergerakan robot mobil yang paling umum adalah *differential drive system*, yaitu robot mobil yang menggunakan dua buah roda kiri-kanan secara

¹ <http://sutanto.staff.uns.ac.id/files/2009/03/ikhwan.pdf>

independen. Mudah dalam pembuatannya, pengendaliannya, dan memungkinkan robot bergerak pada semua arah yang diinginkan.

2.3 Radiasi

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya (foton) dari sumber radiasi. Ada beberapa sumber radiasi yang kita kenal di sekitar kehidupan kita, contohnya adalah televisi, lampu penerangan, alat pemanas makanan (microwave oven), komputer, dan lain-lain.²

Radiasi terbagi dalam dua jenis yaitu pengion dan non-pengion. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) jika berinteraksi dengan materi. Partikel alpha, beta, sinar gamma, sinar-X dan neutron termasuk dalam radiasi pengion.

Radiasi alpha dipancarkan oleh elemen berat yaitu unsur yang nomor massanya besar, tetapi bertenaga ikat rendah. Tenaga ikat ini adalah tenaga ikat antara elektron terluar dan inti atom. Pancaran radiasi alpha umumnya disertai dengan pancaran radiasi Gamma.

Radiasi beta terdiri dari dua macam yaitu beta minus dan beta plus. Keduanya memiliki sifat yang berbeda. Radiasi beta minus membawa muatan listrik negatif dan disamakan sifatnya dengan pancaran berkas elektron dari suatu atom sehingga sering disebut radiasi elektron negatif. Radiasi beta minus pada umumnya disertai radiasi

² <http://www.scribd.com/doc/51691248/>

gamma dan keberadaannya di alam ini lebih dominan dibandingkan dengan radiasi plus yang membawa muatan listrik positif.

Radiasi sinar X berasal dari elektron berenergi tinggi yang menumbuk suatu bahan. Elektron akan terpental jika terjadi tumbukan dengan elektron bahan. Tempat elektron yang kosong tersebut akan didisi oleh elektron dari kulit luar. Perpindahan elektron dari kulit (orbit) luar ke kulit (orbit) yang lebih dalam selalu disertai dengan keluarnya sinar X.

Radiasi sinar gamma tidak dipengaruhi oleh medan magnet. Dengan demikian, radiasi ini tidak bermuatan. Selain itu, radiasi sinar gamma tidak bermassa sehingga daya tembusnya lebih besar jika dibandingkan dengan radiasi alpha dan beta.³

Radiasi non-pengion adalah jenis radiasi yang tidak akan menyebabkan efek ionisasi jika berinteraksi dengan materi. Yang termasuk dalam jenis radiasi ini antara lain gelombang radio, gelombang mikro, sinar inframerah, cahaya tampak, sinar ultraviolet.

Terdapat dua sifat radiasi yang digunakan untuk mengetahui keberadaan sumber radiasi pada suatu tempat atau bahan. Pertama, radiasi tidak dapat dideteksi oleh indra manusia sehingga untuk mengenalinya diperlukan alat bantu deteksi yang disebut detektor radiasi. Kedua, radiasi dapat berinteraksi dengan materi yang dilaluinya melalui proses ionisasi, eksistensi dan lain-lain. Dengan menggunakan sifat-sifat tersebut, kemudian dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat detektor radiasi.

³ Arya, Wisnu. 2007. *Teknologi Nuklir Proteksi Radiasi dan Aplikasinya*. Penerbit Andi, Yogyakarta

Radiasi dapat membahayakan keselamatan makhluk hidup walaupun banyak manfaat yang dapat dipergunakan untuk kesejahteraan manusia. Tubuh manusia yang terkena radiasi seperti radioaktif nuklir memiliki gejala sebagai berikut pusing, muntah, rambut rontok, gigi tanggal dan penuaan dini. Zat radioaktif juga akan sangat berbahaya jika masuk ke dalam rantai makanan.

Radioaktivitas merupakan kemampuan inti atom yang tak-stabil untuk memancarkan radiasi dan berubah menjadi inti stabil. Proses perubahan ini disebut peluruhan dan inti atom yang tidak stabil disebut radionuklida. Materi yang mengandung radionuklida inilah yang disebut dengan zat radioaktif.⁴

Bagian terbesar dari radioaktivitas lingkungan akibat percobaan nuklir berasal dari percobaan di udara, sedangkan yang berasal dari percobaan di bawah tanah relatif kecil. Radioaktivitas yang terjadi pada percobaan di udara pertama-tama akan masuk ke lapisan atas udara, setelah itu berpindah ke lapisan di bawahnya dan akhirnya mencapai lingkungan hidup manusia melalui proses jatuhan. Radionuklida jatuhan dikelompokkan menjadi jatuhan lokal, jatuhan lapisan konvektif dan jatuhan lapisan stratosfer. Jatuhan lokal turun di daerah yang jaraknya kurang dari 100 km dari tempat percobaan nuklir, jatuhan lapisan konvektif tersebar ke wilayah yang lebih luas karena aliran angin, dan jatuhan lapisan stratosfer menyebabkan pencemaran bumi untuk waktu lama.⁵

⁴ <http://www.scribd.com/doc/49360179/radioaktivitas>

⁵ <http://www.batan.go.id>

2.3.1 Intensitas Sumber Radiasi Nuklir

Radiasi yang dipancarkan oleh suatu zat radioaktif bersifat acak atau *random*. Oleh karena itu, cacah radiasi yang diterima oleh detektor hasilnya tidak tetap bila dilakukan pada waktu yang berbeda. Jika pencacahan radiasi dilakukan secara berulang-ulang terhadap suatu sumber radiasi tertentu, hasil pencacahan radiasi merupakan hasil rata-rata pencacahan yang diperoleh secara statistik.

Pada umumnya, semua alat ukur memiliki batas kemampuan pengukuran. Demikian halnya dengan detektor yang memiliki batas kemampuan pengukuran pada laju cacah yang rendah. Untuk sumber radiasi yang lemah, laju cacah sumber radiasi dan laju cacah latar sulit dibedakan. Untuk itu, perlu diketahui batas kemampuan pengukuran suatu detektor atau berapa deteksi minimum yang dapat dicapai oleh detektor nuklir.

Intensitas radiasi didefinisikan sebagai laju energi yang dipancarkan dari satuan luas permukaan melalui sudut unit padat. Radiasi dari permukaan memiliki intensitas yang berbeda dalam arah yang berbeda⁶.

Detektor Geiger-Muller dan detektor sintilasi NaI(Tl) memiliki kepekaan yang cukup tinggi terhadap radiasi sehingga dapat digunakan untuk pemantauan di daerah yang laju dosis radiasinya rendah. Surveimeter yang menggunakan detektor jenis kamar ionisasi digunakan pada daerah yang laju dosis radiasinya tinggi. Seringkali, surveimeter radiasi juga dilengkapi dengan sistem yang dapat mengeluarkan suara peringatan (*alarm*) jika radiasi yang terukur relatif tinggi melampaui batas-batas tertentu. Sistem suara peringatan ini dimaksudkan untuk

⁶ <http://www.taftan.com/thermodynamics/INTENRAD.HTM>

mempermudah pemantauan radiasi di lapangan karena dapat memberikan peringatan dini jika radiasi di daerah itu cukup tinggi.

Sistem pengukur radiasi selalu terdiri atas detektor dan peralatan penunjang yang biasanya merupakan rangkaian elektronik. Detektor berfungsi untuk mengubah energi nuklir menjadi energi lain yang lebih mudah untuk diolah, seperti energi listrik, sedangkan peralatan penunjang berfungsi untuk mengolah sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor menjadi suatu informasi yang mempunyai arti bagi pekerja.

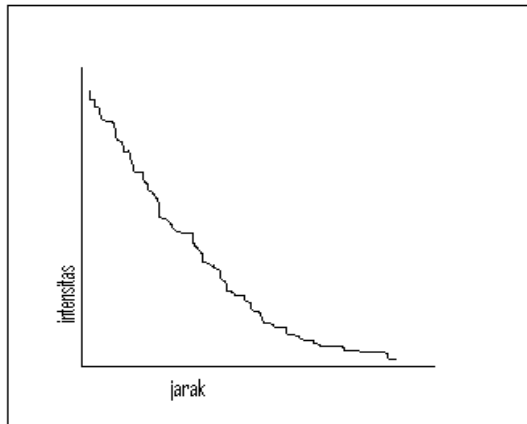
Pencacahan secara integral merupakan suatu cara untuk mengukur jumlah (kuantitas) radiasi yang memasuki detektor tanpa memperhatikan tingkat energi radiasinya (*gross activity*). Sistem pencacah akan menampilkan suatu nilai yang sebanding dengan kuantitas radiasi yang memasuki detektor.

Pencacah diferensial digunakan untuk mengukur jumlah radiasi dalam selang energi tertentu. Sebagai contoh, dua jenis zat radioaktif yang berbeda akan memancarkan radiasi dengan tingkat energi yang berbeda sehingga bila ingin mengukur aktivitas salah satu zat radioaktif tersebut maka diperlukan suatu sistem pencacah diferensial. Bila menggunakan pencacah integral, aktivitas kedua zat radioaktif tersebut tidak dapat dibedakan.⁷

Sumber radioaktif yang memancarkan radiasi gamma atau sinar-X akan mengakibatkan intensitas berupa ionisasi di udara. Dengan menggunakan sensor, seperti detektor GM misalnya, besarnya intensitas tersebut dapat diukur. Semakin besar aktifitas radiasi dari sumber tersebut, intensitas akan semakin besar. Semakin

⁷www.batan.go.id/pusdiklat/elearning/Pengukuran_Radiasi/_private/Sistem-Pencacah.pdf

dekat jarak dari sumber tersebut, intensitas akan semakin besar pula. Bandingkan dengan gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik Hubungan antara Intensitas dengan Jarak dari Sumber Radiasi

Rumus yang digunakan dalam perancangan simulasi ini adalah :

$$I = \frac{R^j}{j}$$

I adalah intensitas dengan satuan cacah/menit; R adalah jarak dari sumber; dan j adalah bilangan terurut membesar (0,1,2,3,4,...dst).

Pada gambar 2.1, puncak paparan tertinggi atau nilai intensitas terbesar menyatakan jarak terdekat dengan sumber radiasi, sedangkan nilai intensitas terkecil menyatakan jarak terjauh dari sumber radiasi. Jarak di sumbu x dimulai dari angka 0 terurut membesar ke kanan. Intensitas di sumbu y dimulai dari angka 0 dan terurut membesar ke atas. Jika angka di sumbu x adalah 1, berarti nilai intensitas di sumbu y dapat mencapai nilai 10. Sebaliknya, jika angka intensitas di sumbu y adalah 1, berarti jarak di sumbu x dapat mencapai angka 10. Dengan demikian, dapat

disimpulkan bahwa nilai intensitas sumber radiasi berbanding terbalik dengan jarak dari sumber radiasi.

2.3.2 Proteksi Radiasi

2.3.2.1 Keselamatan Radiasi

Keselamatan radiasi atau sering disebut proteksi radiasi merupakan cabang ilmu pengetahuan atau teknik yang mempelajari masalah kesehatan manusia maupun lingkungan dan berkaitan dengan pemberian perlindungan kepada seseorang atau sekelompok orang ataupun keturunannya terhadap kemungkinan yang merugikan kesehatan akibat pancaran radiasi.

Para penguasa instalasi nuklir sesuai dengan ketentuan yang berlaku wajib menyusun program proteksi radiasi sejak proses perencanaan, tahap pembangunan instalasi, dan pada tahap operasi. Program proteksi radiasi ini dimaksudkan untuk menekan serendah mungkin kemungkinan terjadinya kecelakaan radiasi. Dalam penyusunan program ini, diperlukan penerapan prinsip keselamatan radiasi dalam pengoperasian suatu instalasi nuklir sesuai dengan rekomendasi Komisi Internasional untuk Perlindungan Radiologi (ICRP).⁸

2.3.2.2 Acuan Dasar Proteksi Radiasi

Acuan dasar proteksi radiasi baik untuk pekerja radiasi maupun anggota masyarakat, sesuai dengan rekomendasi ICRP adalah dalam setiap kegiatan proteksi terdapat standar nilai batas dan tingkat acuan. Nilai batas terdiri dari nilai batas dasar,

⁸ Akadi, Mukhlis. 2007. *Dasar-dasar Proteksi Radiasi*. Rineka Cipta, Jakarta

nilai batas turunan, dan nilai batas ditetapkan. Untuk tingkat acuan, terdiri dari tingkat pencatatan, tingkat penyelidikan dan tingkat intervensi.

Nilai batas dasar untuk tujuan proteksi radiasi tidak dapat diukur secara langsung. Nilai batas dasar ini berhubungan langsung dengan nilai batas turunan dan hasil pengukuran. Nilai batas turunan adalah besaran terukur yang dapat dihubungkan dengan nilai batas dasar dengan menggunakan metode model. Dengan demikian, hasil pengukuran yang sesuai dengan batas turunan, akan sesuai dengan nilai batas dasar. Nilai batas ditetapkan oleh pemerintah maupun peraturan lokal suatu instalasi.

Terdapat tiga tingkat acuan yang secara operasional sangat membantu penguasa instalasi atom dalam upaya mencapai tujuan proteksi radiasi yaitu :

- a. Tingkat pencatatan merupakan suatu tingkat yang jika dilampaui, maka suatu hasil pengukuran harus dicatat.
- b. Tingkat penyelidikan merupakan suatu tingkat yang jika dilampaui, maka penyebab atau implikasi suatu hasil pengukuran harus diselidiki.
- c. Tingkat intervensi merupakan suatu tingkat yang jika dilampaui, beberapa tindakan penanggulangan harus diambil.

2.3.2.3 ALARA

ALARA adalah kependekan dari *As Low As Reasonably Achievable*. ALARA ini merupakan sebuah filosofi tentang penggunaan bahan radioaktif secara aman dari hari ke hari. Dengan menerapkan filosofi ALARA, seseorang dapat secara aktif mencari metode-metode untuk memperkecil padanan radiasi. Pencarian metode ini berlandaskan pada inti dari ALARA sendiri yaitu *reasonable* yaitu cara yang masuk

akal dan diketahui dapat digunakan untuk menurunkan dosis serap ketika berhubungan dengan radiasi.

Rekomendasi pemanfaatan sumber radiasi menurut metode ALARA:

a. Justifikasi atau pembenaran.

Asas ini menghendaki agar setiap kegiatan yang dapat mengakibatkan paparan radiasi hanya boleh dilakukan setelah dilakukan pengkajian yang cukup mendalam dan diketahui manfaat dari kegiatan tersebut cukup besar dibandingkan dengan kerugian yang ditimbulkan.

b. Optimasi.

Asas ini menghendaki supaya paparan radiasi yang berasal dari kegiatan harus ditekan serendah mungkin dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial. Dengan demikian, setiap komponen dalam program telah dipertimbangkan dengan seksama, termasuk besarnya biaya yang terjangkau.

c. Limitasi atau pembatasan dosis perorangan.

Asas ini menghendaki agar dosis radiasi yang diterima oleh seseorang dalam menjalankan suatu kegiatan tidak boleh melebihi nilai batas yang telah ditetapkan oleh instansi yang berwenang.

ALARA dapat diimplementasikan jika terjalin komitmen bersama. Terlebih ketika diterapkan untuk para pekerja yang berhubungan langsung dengan sumber radiasi. Komitmen ini bergantung pada kebijakan pihak manajemen perusahaan apakah memegang filosofi ALARA atau tidak.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Konsep Perancangan

Konsep perancangan yang diambil didasarkan pada filosofi proses perancangan itu sendiri yaitu mengemukakan suatu solusi, membangun model dari solusi, evaluasi model terhadap spesifikasi kebutuhan yang ada, dan menjabarkan kerincian atas solusi tersebut.

Perancangan simulasi ini digunakan untuk mendeteksi dua sumber radiasi. Robot mobil sebagai pendeteksi dimampukan untuk menghitung jarak kedua sumber radiasi tersebut dari posisi awal robot mobil. Dari kedua jarak tersebut, dipilih jarak yang terpendek sebagai acuan untuk tujuan awal robot mobil. Setelah mencapai sumber radiasi pertama, robot mobil bergerak menuju sumber radiasi kedua.

Selain itu, simulasi dirancang agar posisi robot mobil dan kedua sumber radiasi dapat dipindahkan sesuai dengan keinginan *user*. Hal ini terkait dengan permasalahan bahwa robot mobil dapat ditempatkan di mana saja. Karena perancangan ini untuk simulasi, sumber radiasi pun dapat diletakkan di sembarang tempat di kanvas sebagai representasi posisi sebenarnya sumber-sumber radiasi tersebut.

Setelah proses penentuan jarak masing-masing sumber radiasi terhadap robot mobil, setiap gerakan mobil menuju sumber radiasi dihitung tingkat intensitas

radiasinya. Semakin dekat dengan sumber radiasi, intensitas radiasi akan semakin besar.

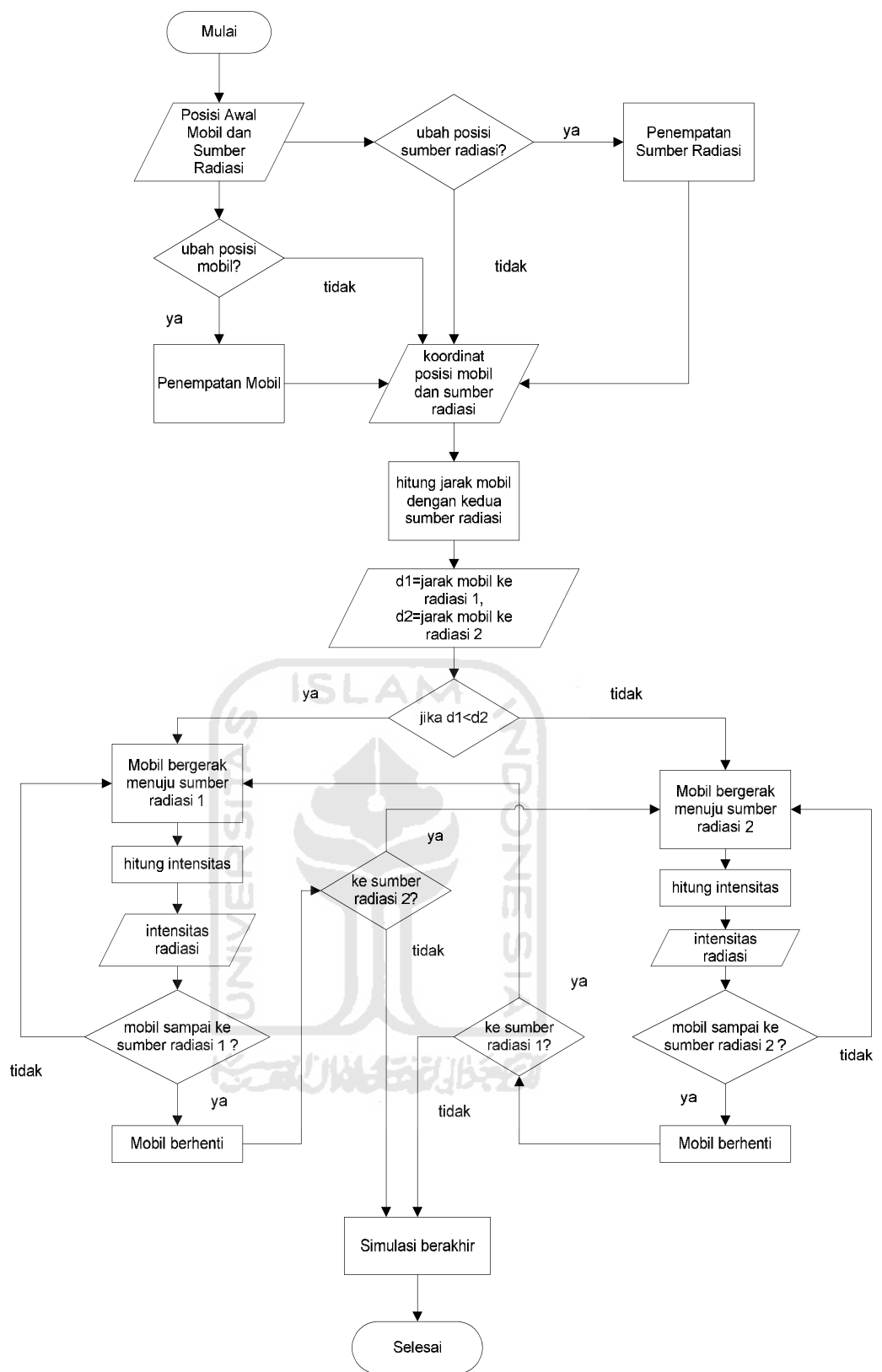
3.2 Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan dalam simulasi ini adalah metode *Flow Chart*.

3.2.1 Perancangan Diagram Alir (*Flow Chart*)

Diagram alir digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah kerja dari sistem yang akan dibuat. Diagram alir pada simulasi robot mobil pencari sumber radiasi dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2.2 Perancangan Simulasi

Simulasi ini dirancang untuk memberikan kemudahan kepada *user* dalam mempelajari tentang penanganan bahaya radiasi dengan bantuan robot sehingga memberikan pemahaman dalam pengembangan robotnya kelak. Oleh karena itu, simulasi ini dirancang agar mudah dipahami dan digunakan oleh *user* dan hanya dilengkapi dengan tombol perintah yang sekiranya dibutuhkan oleh *user*.

3.2.3 Perancangan Gerakan

Perancangan gerakan robot diatur sebagai berikut :

1. Mobil akan menghadap ke kanan ketika simulasi dimulai pertama kali.
2. Kedua sumber Radiasi dan Robot mobil dapat diletakkan sembarang dalam *form*.
3. Robot akan menghitung terlebih dahulu jarak kedua sumber radiasi. Kemudian, menentukan sumber radiasi yang terpendek sebagai urutan tujuan Robot.
4. Mobil akan melakukan gerakan melebihi jarak yang harus ditempuh untuk memberitahukan bahwa data jarak berubah mengikuti mobil menjauh lalu kembali lagi.
5. Mobil akan menabrak radiasi dan mengakhiri perhitungan pada simulasi.
6. Setelah tujuan pertama tercapai, pengguna mengklik kembali tombol Go agar Robot mobil bergerak ke sumber radiasi yang kedua.

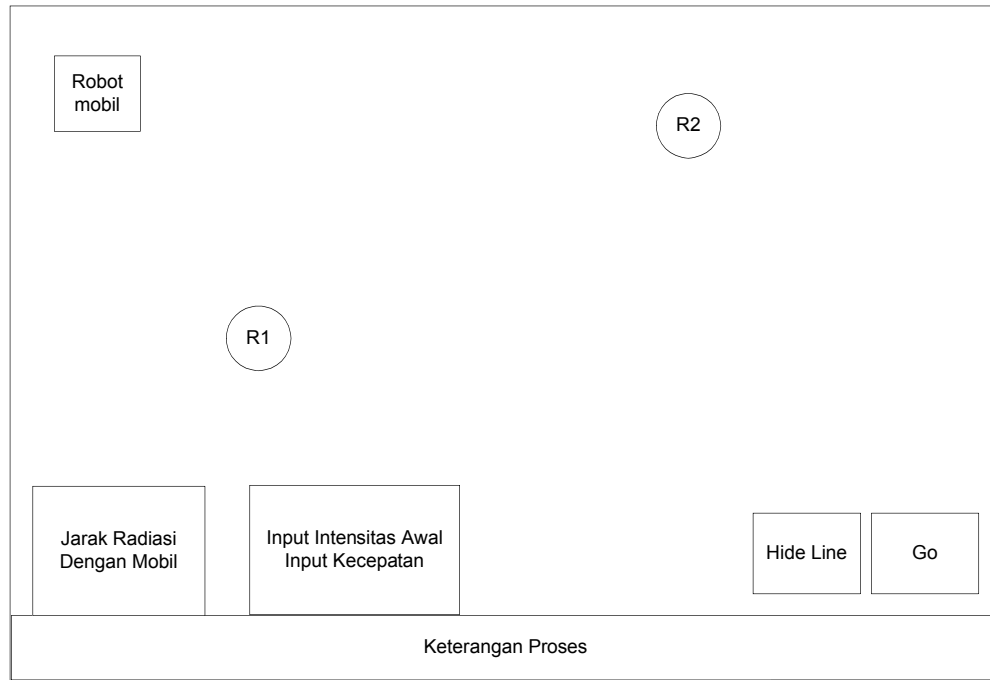
3.2.4 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka dalam perancangan simulasi ini merupakan sebuah faktor yang cukup penting. Antarmuka harus dirancang agar memudahkan *user* untuk memahami sistem dan menggunakan simulasi secara interaktif.

Antarmuka dibuat sederhana, tetapi tetap menarik. Hal ini dapat dilakukan dengan pemilihan bentuk simulasi dan tombol yang ada dalam sistem. Selain itu, pemilihan desain serta warna yang baik juga akan mendukung penampilan antarmuka simulasi sehingga menjadi lebih menarik.

Perancangan simulasi ini hanya memiliki sebuah desain antarmuka sebagai halaman utama. Semua proses dan hasil ditampilkan dalam satu antarmuka. Gambar 3.2 menjelaskan desain antarmuka perancangan simulasi ini.





Gambar 3.2 Perancangan Antarmuka

Penjelasan gambar:

Background peta lokasi : merupakan perancangan simulasi lokasi lahan untuk Robot mobil dan kedua sumber Radiasi.

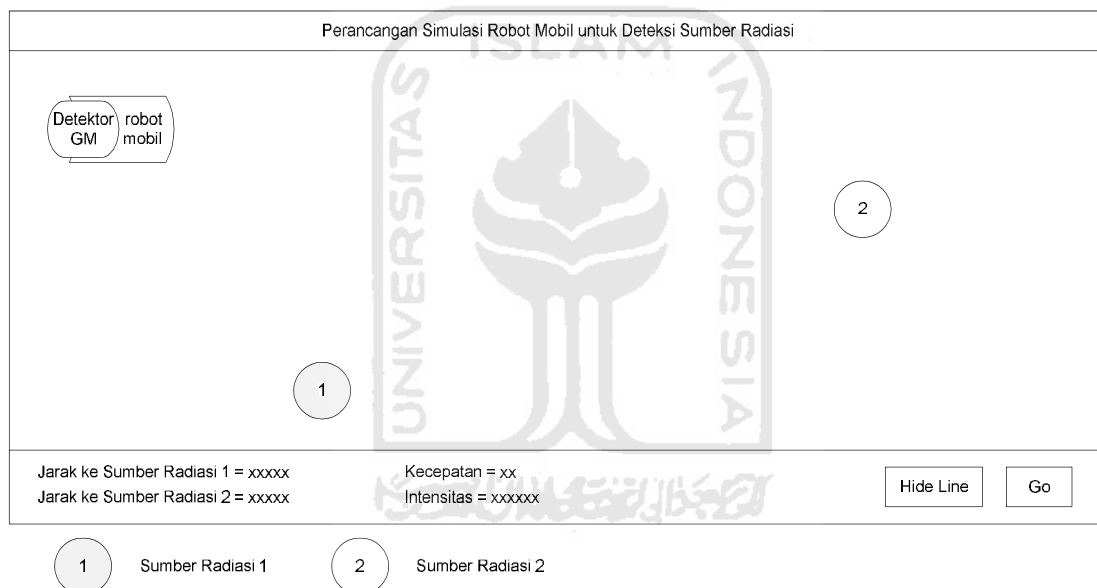
1. Mobil pencari sumber radiasi yang sudah dilengkapi detektor.
2. Sumber radiasi dan Robot mobil yang dapat dipindah-pindahkan dengan tetikus
3. Data keluaran/keterangan berupa jarak (r) dan besar intensitas (I) saat ini.
4. Informasi jalannya simulasi berupa teks.
5. Tombol untuk menyembunyikan atau memunculkan garis bantu.
6. Tombol GO untuk memulai jalannya simulasi dari sumber Radiasi terdekat dilanjutkan dengan sumber Radiasi berikutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

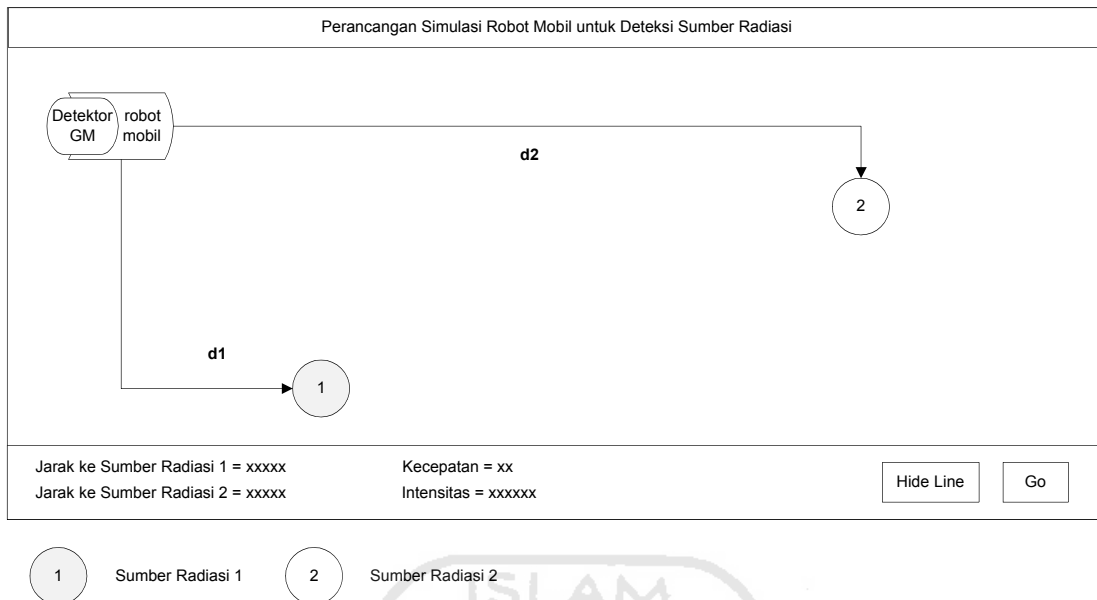
Gambar 4.1 menunjukkan tampilan perancangan simulasi robot mobil dengan dua sumber radiasi yaitu sumber radiasi 1 dan sumber radiasi 2. Robot mobil diasumsikan telah dilengkapi dengan detektor GM. Penempatan robot mobil dan kedua sumber radiasi sudah ditentukan untuk penempatan awal. Perubahan posisi dapat dilakukan *user* sebelum proses dimulai.



Gambar 4.1 Tampilan Perancangan Simulasi

Terdapat informasi tentang jarak robot mobil ke sumber radiasi 1 dan jarak robot mobil ke sumber radiasi ke 2. Kecepatan robot mobil untuk pergerakannya di

simulasi dapat ditentukan oleh *user*. Demikian pula, intensitas awal dapat ditentukan oleh *user*.



Gambar 4.2 Penghitungan Jarak oleh Robot Mobil

Gambar 4.2 menunjukkan proses penghitungan jarak sumber radiasi 1 dan sumber radiasi 2 dari posisi awal robot mobil. Jarak robot mobil ke sumber radiasi 1 diberikan simbol d_1 , sedangkan jarak robot mobil ke sumber radiasi 2 disimbolkan dengan d_2 . Robot mobil, sumber radiasi 1 dan sumber radiasi 2 diambil koordinatnya masing-masing disesuaikan dengan koordinat kanvas tempat simulasi diimplementasikan.

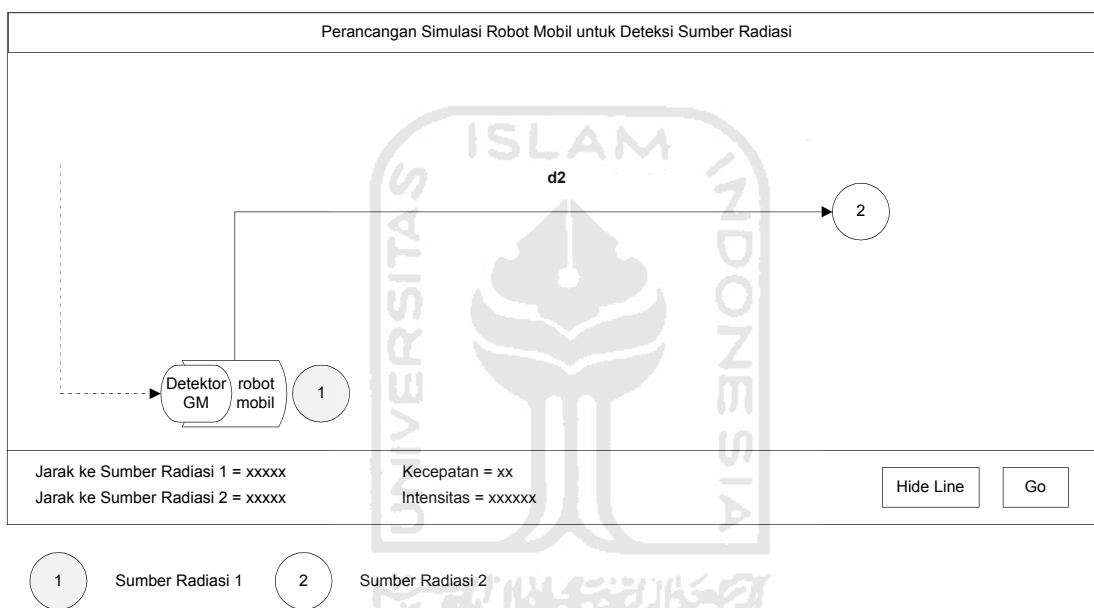
Misalkan maksimal sumbu x adalah 20 dan maksimal sumbu y adalah 10. Koordinat awalan untuk robot mobil adalah (3,8) dan koordinat sumber radiasi 1

adalah (5,2) sedangkan koordinat sumber radiasi 2 adalah (15,6). Berdasarkan rumus penghitungan jarak antar koordinat yaitu :

$$= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

maka dapat dihitung jarak robot mobil ke sumber radiasi 1 atau d1 adalah 6,324555, sedangkan jarak robot mobil ke sumber radiasi 2 atau d2 adalah 12,16553.

Berdasarkan hasil penghitungan jarak, dapat diketahui bahwa sumber radiasi 1 berjarak lebih pendek daripada sumber radiasi 2 dari robot mobil. Gambar 4.3 menunjukkan robot mobil bergerak menuju sumber radiasi 1 terlebih dahulu.



Gambar 4.3 Pergerakan Robot Mobil ke Sumber Radiasi 1

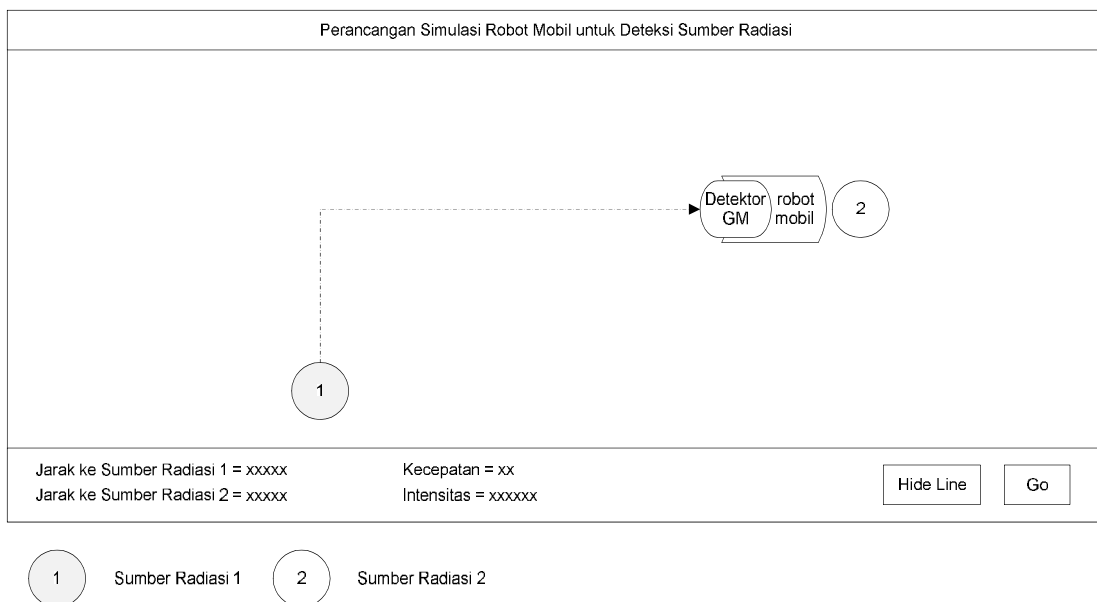
Ketika robot mobil bergerak menuju sumber radiasi 1, besaran intensitas radiasi dihitung sampai dengan kondisi *infinite* atau robot mobil telah mencapai sumber radiasi 1. Besar intensitas awal yang digunakan bernilai 2. Besaran intensitas

bertambah seiring dengan berkurangnya jarak awal robot mobil ke sumber radiasi 1 atau dengan kata lain, robot mobil semakin mendekati sumber radiasi 1 sampai kondisi *infinite*. Kondisi *infinite* ini menunjukkan bahwa robot mobil telah sampai ke sumber radiasi yang dituju. Penghitungan intensitas dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk pergerakan robot mobil ke sumber radiasi 1.

Tabel 4.1 Penghitungan Intensitas untuk Sumber Radiasi 1

I_{i-1}	R_i	R_{i-1}	I_i
2	6,3245	5,3245	2,821790238
2,82179	5,3245	4,3245	4,277702589
4,277703	4,3245	3,3245	7,238185599
7,238186	3,3245	2,3245	14,80550715
14,80551	2,3245	1,3245	45,60143026
45,60143	1,3245	0,3245	Infinite

Setelah robot mobil berhenti ke sumber radiasi 1 yang berarti sumber radiasi 1 telah ditemukan, robot mobil bergerak menuju sumber radiasi 2. Robot mobil bergerak secara vertikal terlebih dahulu dan kemudian secara horizontal membentuk sudut siku-siku 90° ke arah sumber radiasi 2. Robot mobil berhenti ketika berdekatan dengan sumber radiasi 2.



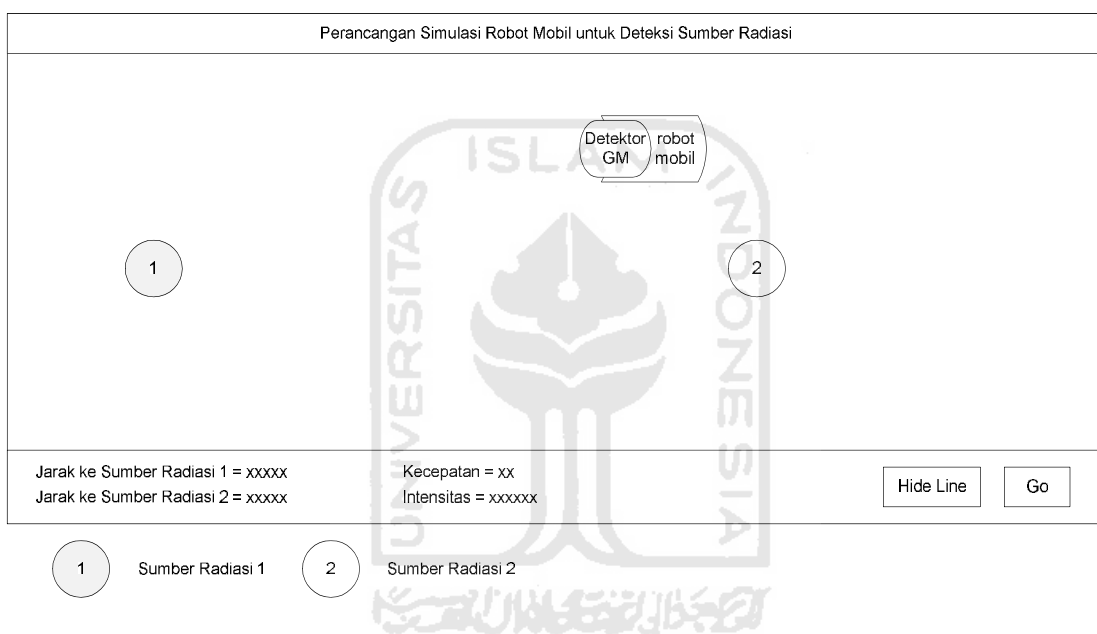
Gambar 4.4 Pergerakan Robot Mobil ke Sumber Radiasi 2

Penghitungan intensitas sumber radiasi 2 tidak menggunakan jarak robot mobil awal ke sumber radiasi 2, tetapi menggunakan jarak robot mobil dari sumber radiasi 1 ke sumber radiasi 2. Dengan demikian, jarak awal yang digunakan adalah 10,7703. Tabel 4.2 menunjukkan hasil penghitungan intensitas robot mobil mulai dari sumber radiasi 1 menuju sumber radiasi 2.

Tabel 4.2 Penghitungan Intensitas untuk Sumber Radiasi 2

I_{i-1}	R_i	R_{i-1}	I_i
2	10,7703	9,7703	2,430355466
2,430355	9,7703	8,7703	3,016176126
3,016176	8,7703	7,7703	3,842465912
3,842466	7,7703	6,7703	5,061389621
5,06139	6,7703	5,7703	6,96768985
6,96769	5,7703	4,7703	10,1951639
10,19516	4,7703	3,7703	16,32051205
16,32051	3,7703	2,7703	30,2295716
30,22957	2,7703	1,7703	74,02729118
74,02729	1,7703	0,7703	Infinite

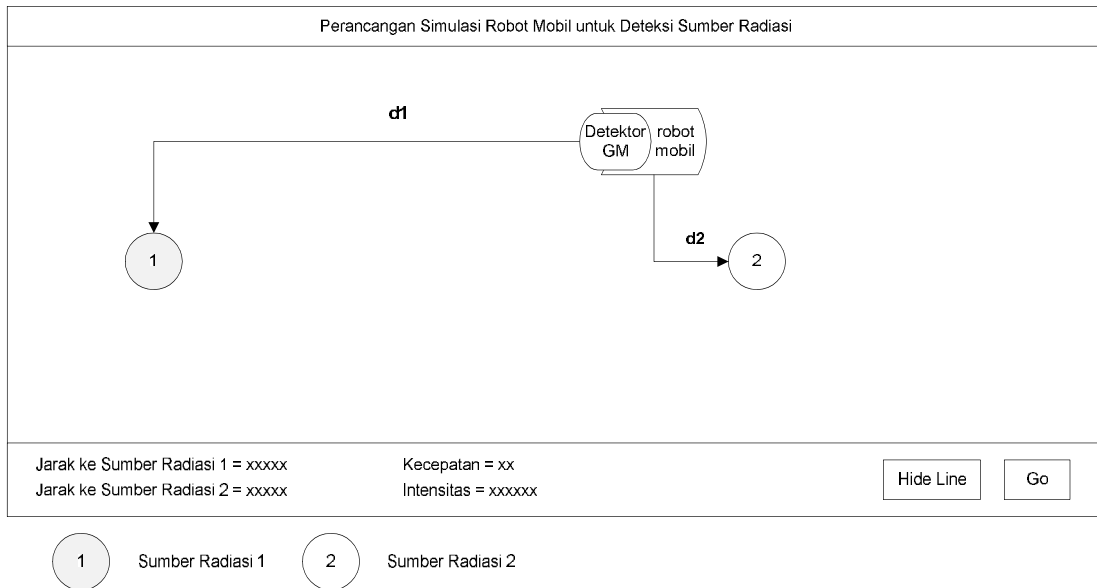
Robot mobil dan kedua sumber radiasi dapat dipindahkan dari masing-masing posisi awal selama tidak keluar dari area kanvas/simulasi. Fleksibilitas pemindahan ini untuk menunjukkan kemampuan robot mobil dalam menentukan jarak terdekat ke sumber radiasi, serta pergerakan robot mobil jika tidak berada di posisi awal. Gambar 4.5 menunjukkan penempatan robot mobil dan sumber radiasi yang berbeda dari penempatan awal.



Gambar 4.5 Penempatan Robot Mobil dan Sumber Radiasi

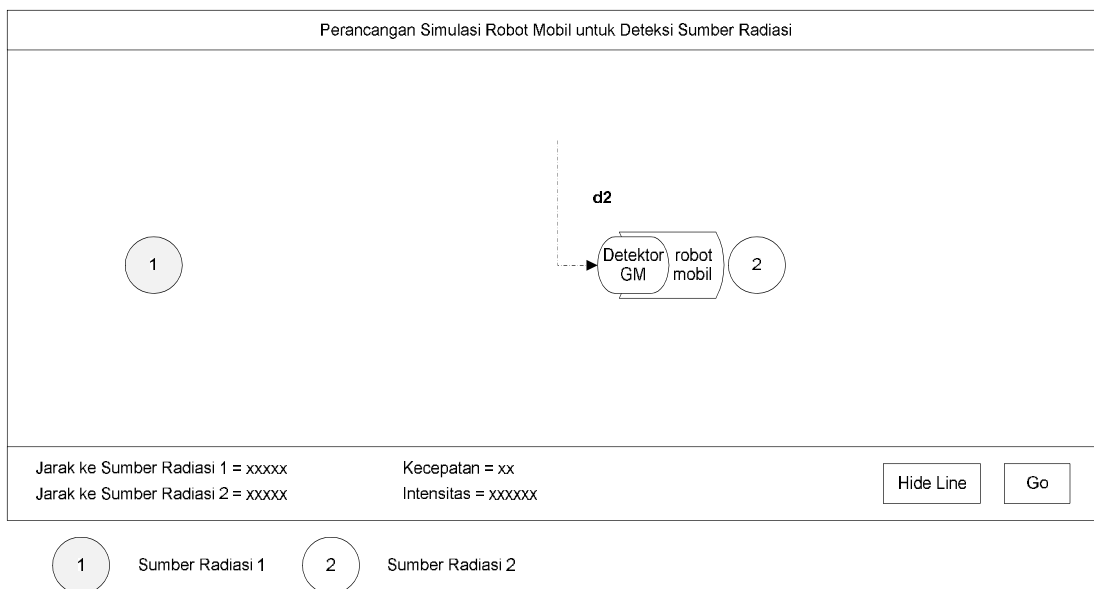
Robot mobil melakukan deteksi penghitungan jarak terlebih dahulu seperti terlihat pada gambar 4.6. Setelah didapat d_1 dan d_2 , robot mobil akan menentukan sumber radiasi mana yang lebih dekat dengan dirinya. Misalkan, koordinat robot mobil adalah (13,8), sumber radiasi 1 adalah (3,4), dan sumber radiasi 2 adalah

(17,3). Berarti jarak robot mobil ke sumber radiasi 1 adalah 10,7703, sedangkan ke sumber radiasi 2 adalah 6,4031.



Gambar 4.6 Penghitungan Jarak Kedua Sumber Radiasi

Gambar 4.7 memperlihatkan pergerakan robot mobil ke sumber radiasi 2 karena jarak sumber radiasi 2 lebih dekat ke robot mobil dibandingkan ke sumber radiasi 1. Robot mobil berhenti setelah dekat dengan sumber radiasi 2 atau intensitas bernilai null.



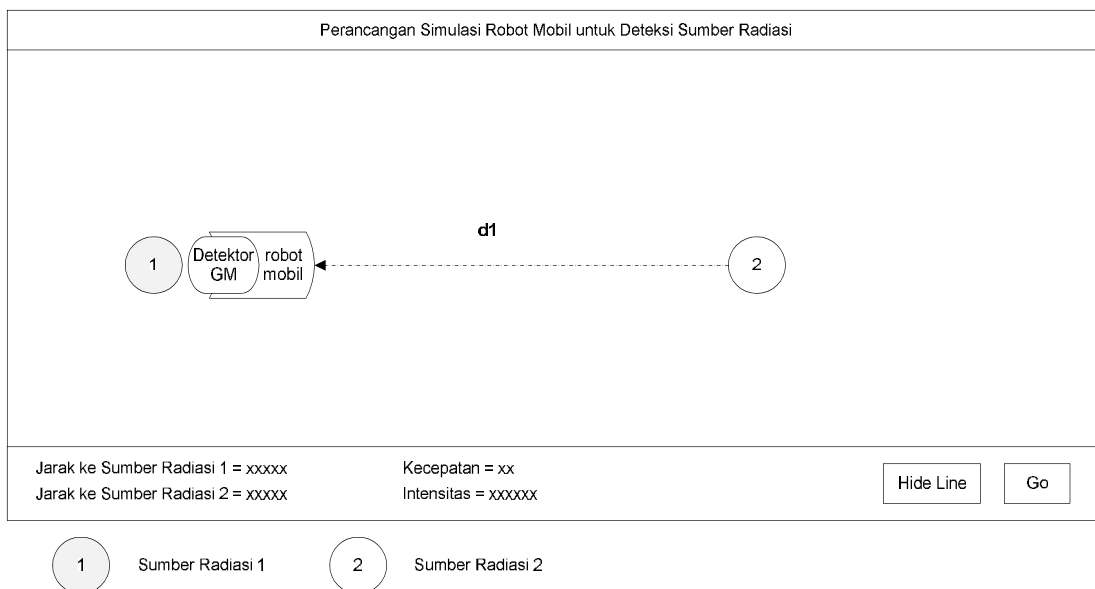
Gambar 4.7 Pergerakan Robot Mobil ke Sumber Radiasi 2

Besaran intensitas dapat dihitung ketika terjadi pergerakan mobil. Untuk melihat hasil intensitas radiasi 1, dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penghitungan Intensitas untuk Posisi Baru Sumber Radiasi 2

I_{i-1}	R_i	R_{i-1}	I_i
2	6,4031	5,4031	2,80882417
2,808824	5,4031	4,4031	4,229543215
4,229543	4,4031	3,4031	7,080454602
7,080455	3,4031	2,4031	14,19929813
14,1993	2,4031	1,4031	41,65175597
41,65176	1,4031	0,4031	504,6438306
504,6438	0,4031	-0,5969	230,1481068

Selanjutnya, mobil robot bergerak ke sumber radiasi 1 (gambar 4.8). Robot mobil akan berhenti di sumber radiasi 1 atau intensitas bernilai null. Simulasi dapat dimulai kembali dengan penempatan robot mobil dan kedua sumber radiasi di sembarang tempat seputar area kanvas.



Gambar 4.8 Pergerakan Robot Mobil ke Sumber Radiasi 1

Tabel 4.4 Penghitungan Intensitas untuk Posisi Baru Sumber Radiasi 1

I_{j-1}	R_j	R_{j-1}	I_j
2	14,0356	13,0356	2,318621774
2,318622	13,0356	12,0356	2,719922126
2,719922	12,0356	11,0356	3,235192002
3,235192	11,0356	10,0356	3,912057915
3,912058	10,0356	9,0356	4,825896103
4,825896	9,0356	8,0356	6,101763083
6,101763	8,0356	7,0356	7,959571361
7,959571	7,0356	6,0356	10,81561107
10,81561	6,0356	5,0356	15,53779945
15,5378	5,0356	4,0356	24,19222063
24,19222	4,0356	3,0356	42,75657145
42,75657	3,0356	2,0356	95,08391975
95,08392	2,0356	1,0356	367,3735439
367,3735	1,0356	0,0356	310879,4145
310879,4	0,0356	-0,9644	Infinite

4.2 Analisis Hasil Perancangan

Robot Mobil dan kedua sumber Radiasi dapat dipindah lokasinya sesuai dengan keinginan *user*. Selain itu, *user* juga dapat memasukkan nilai intensitas awal dan kecepatan simulasi yang berbeda-beda. Kecepatan ini mempengaruhi laju dari robot mobil ke sumber radiasi yang dituju. Dengan demikian, sistem dan *user* dapat berinteraksi dan dapat melihat hasil simulasi secara interaktif.

Robot Mobil memiliki kemampuan untuk menentukan urutan sumber Radiasi yang akan dituju terlebih dahulu berdasarkan jarak terpendek. Hal ini ditunjukkan dari hasil perancangan pada gambar 4.3 dan gambar 4.7. Untuk gambar 4.3, sumber Radiasi 1 memiliki jarak yang lebih pendek dari sumber Radiasi 2. Maka, Robot Mobil akan melaju ke sumber Radiasi 1 terlebih dahulu baru kemudian ke sumber Radiasi 2. Demikian halnya dengan gambar 4.7. Karena jarak sumber Radiasi 2 lebih pendek daripada sumber Radiasi 1, Robot Mobil melaju ke sumber Radiasi 2 terlebih dahulu sebelum ke sumber Radiasi 1.

Intensitas radiasi sebagai representasi besar kecilnya radiasi ditampilkan nilai perubahannya ketika Robot Mobil bergerak menuju lokasi sumber Radiasi. Besaran intensitas semakin besar ketika Robot Mobil semakin mendekati sumber Radiasi.

Perancangan simulasi ini berorientasi pada kemampuan Robot Mobil dalam mendeteksi dan bertindak secara cepat dan cerdas ketika terjadi kebocoran radiasi. Dalam penelitian ini, kecerdasan sistem Robot Mobil masih dibatasi hanya untuk mendeteksi dua sumber Radiasi dan bergerak hanya berdasarkan urutan jarak yang terpendek dari Robot Mobil. Dengan demikian, dapat dibuat lagi bentuk-bentuk kecerdasan sistem walaupun masih terbatas dalam bentuk simulasi.



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan perancangan simulasi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Perancangan simulasi untuk pencarian sumber Radiasi lebih dari satu sumber Radiasi dapat dibangun dan dikembangkan lebih lanjut.
- b. Sistem dan *user* dapat berinteraksi dengan baik yaitu dengan memberikan keleluasaan *user* dalam mengisikan nilai awal intensitas, mengubah kecepatan

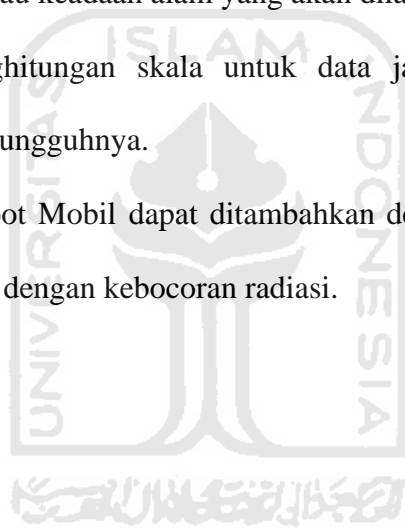
Robot Mobil, dan memindahkan lokasi Robot Mobil serta kedua sumber Radiasi secara bebas.

- c. Sistem Robot Mobil dapat dibuat cerdas dengan kemampuannya memilih terlebih dahulu sumber radiasi yang terdekat dengan dirinya sendiri dan dilanjutkan ke sumber radiasi berikutnya.

5.2 Saran

Untuk pengembangan perancangan simulasi, diberikan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Dilakukan perancangan untuk gerakan robot mobil sesuai dengan jalur sesungguhnya atau keadaan alam yang akan dilalui oleh robot mobil
- b. Dilakukan penghitungan skala untuk data jarak sehingga mendekati dengan jarak sesungguhnya.
- c. Kecerdasan Robot Mobil dapat ditambahkan dengan menambah variabel lain yang terkait dengan kebocoran radiasi.





Daftar Pustaka

- Akadi, Mukhlis. 2007. *Dasar-dasar Proteksi Radiasi*. Rineka Cipta, Jakarta
- Arya, Wisnu. 2007. *Teknologi Nuklir Proteksi Radiasi dan Aplikasinya*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Data, Taftan. 2010. Intensity of Radiation,
<http://www.taftan.com/thermodynamics/INTENRAD.HTM>
- Dwi Wahyu Prasetyo, Tugas Akhir,. *Robot Mobil Pencari Sumber Radiasi*, Yogyakarta, 2009
- Napitupulu, Humala L. 2009. *Simulasi Sistem Pemodelan dan Analisis*. USU Press, Medan
- Nugroho, Sigit. 2009. *Simulasi*, <http://sutanto.staff.uns.ac.id/files/2009/03/ikhwan.pdf>

Pusdiklat, Batan. 2009. *Sistem Pencacah dan Spektroskopi*,
http://www.batan.go.id/pusdiklat/elearning/Pengukuran_Radiasi/_private/Sistem%20Pencacah.pdf

Trisanyoto, Nugroho. 2008. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta,.



Lampiran *Listing Program*

1. *Drag and Drop* dan Inisialisasi Awal

```
function jarpar(faktor, sumber, jarak) {
```

```
    resul = faktor*(sumber/(jarak*jarak));
```

```
    return (resul);
```

```
}
```

```
function inten(awal, jarak, currJarak) {
```

```
    intensitas = awal*(jarak*jarak)/(currJarak*currJarak);
```

```
    return (intensitas);
```

```
}
```

```
Go2._visible=false;
```

```
show_btn._visible = false;
```



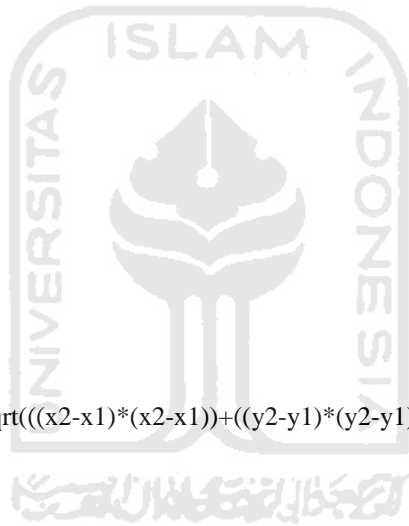
```

_global.garis = "show";
radiasi.onPress = function() {
    this.startDrag();
    //removeMovieClip(canvas_mc);
    x1 = mobil._x;
    y1 = mobil._y;
    x2 = radiasi._x;
    y2 = radiasi._y;
    jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));
};

radiasi.onRelease = function() {
    this.stopDrag();
    x1 = mobil._x;
    y1 = mobil._y;
    x2 = radiasi._x;
    y2 = radiasi._y;
    jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));
};

//
radiasi2.onPress = function() {
    this.startDrag();
    //removeMovieClip(canvas_mc);
    x1 = mobil._x;
    y1 = mobil._y;

```



```

        x2 = radiasi2._x;

    y2 = radiasi2._y;

    jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));
};

radiasi2.onRelease = function() {

    this.stopDrag();

    x1 = mobil._x;

    y1 = mobil._y;

    x2 = radiasi2._x;

    y2 = radiasi2._y;

    jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));
};

function jarpar(faktor, sumber, jarak) {

    resul = faktor*(sumber/(jarak*jarak));

    return (resul);

}

mobil.onPress = function() {

    this.startDrag();

    //removeMovieClip(canvas_mc);

    x1 = mobil._x;

    y1 = mobil._y;

};

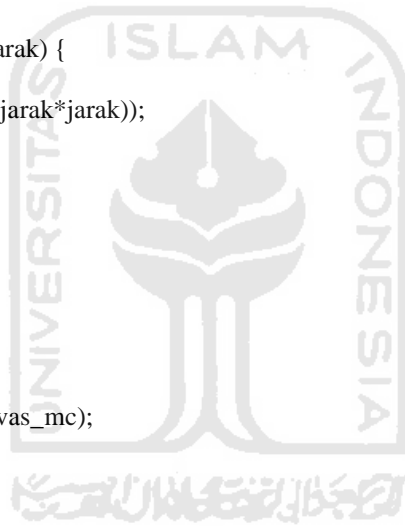
mobil.onRelease = function() {

    this.stopDrag();

    x1 = mobil._x;

    y1 = mobil._y;

```



```

};

jaraknya_txt.text="";
jaraknya2_txt.text="";

if (_global.tambahKec == undefined){
    _global.tambahKec = 4;
    kecep.text = _global.tambahKec;
}

```

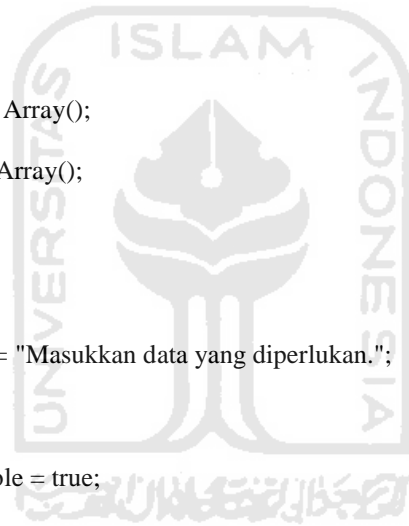
2. Tombol Go

```

on(release){

if(_global.urut=="R1"){
    var simpanJarak = new Array();
    var simpanInten = new Array();
stopInten = undefined;
    if (inten1.text == "") {
        result_txt.text = "Masukkan data yang diperlukan.";
    } else {
        hide_btn._visible = true;
        x1 = mobil._x;
        y1 = mobil._y;
        x2 = radiasi._x;
        y2 = radiasi._y;
        trace("x1="+x1);
        trace("x2="+x2);
        trace("y1="+y1);
    }
}

```



```

trace("y2="+y2);

result_txt.text = "Sedang menuju arah radiasi dan menghitung jarak";

this.createEmptyMovieClip("canvas_mc",999);

canvas_mc.moveTo(x1,y1);

_global.hitSekali = "belum";

kelebihan = "init";

y_asal = mobil._y;

radiasi.onEnterFrame = function() {

    x1 = mobil._x;

    y1 = mobil._y;

    x2 = radiasi._x;

    y2 = radiasi._y;

    //removeMovieClip(canvas_mc);

    canvas_mc.lineStyle(2,0xFF0000,20);

    canvas_mc.lineTo(x1,y1);

    canvas_mc.lineTo(x2,y2);

    if (_global.garis == "show") {

        canvas_mc._visible = true;

    } else {

        canvas_mc._visible = false;

    }

    jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));

    if (stopInten == undefined) {

        if (arrayz == undefined) {

            arrayz = 1;

        } else {

            arrayz++;

        }

    }

}

```

```

    }
    simpanJarak[arrayz] = jarak_txt.text;
    if (arrayz == 1) {
        inten2.text = inten(inten1.text, jarak_txt.text, jarak_txt.text);
        simpanInten[1] = inten2.text;
    } else {
        prev = arrayz-1;
        trace(arrayz+" intensitas =
"+simpanInten[prev]+"x(""+simpanJarak[prev]+")kuadrat/(""+jarak_txt.text+"")kuadrat = ");
        simpanInten[arrayz] = inten(simpanInten[prev], simpanJarak[prev],
jarak_txt.text);

        trace(simpanInten[arrayz]);
        inten2.text = simpanInten[arrayz];
    }
}

if (mobil.hitTest(radiasi) == true and _global.hitSekali != "udah") {
    delete mobil.onEnterFrame;
    jarak_txt.text = 0;
    laju.text = jarpar(faktor.text, sumber.text, jarak_txt.text);
    result_txt.text = "Sumber radiasi kedua ditemukan";
    mySound.attachSound("found");
    mySound.start(0,1);
    _global.hitSekali = "udah";
    ladang_x._visible = false;
    Go2._visible = false;
    Go._visible = true;
}

```

```

        if (mobil.hitTest(radiasi)) {
            jarak_txt.text = 0;
            inten2.text = simpanInten[arrayz] =
inten(simpanInten[prev], simpanJarak[prev], jarak_txt.text);
            stopInten = "yes";
            arrayz = undefined;
        }
};

if ((x1<x2) and (y1>y2)) {
    mobil._rotation = -90;
    mobil.onEnterFrame = function() {
        if (kelebihan == undefined) {
            kelebihan = "init";
        }
        if (mobil._y !== radiasi._y and kelebihan == "init") {
            mobil._y -= _global.tambahKec;
        }
        mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+"," +Math.round(mobil._y);
        radiasi_txt.text = Math.round(radiasi._x)+"," +Math.round(radiasi._y);
        if (mobil._y<=radiasi._y-50 and kelebihan == "init") {
            mobil._y = radiasi._y-50;
            kelebihan = true;
        }
        if (kelebihan == true) {
            mobil._y += _global.tambahKec;
            if (mobil._y>=radiasi._y) {
                mobil._y = radiasi._y;
            }
        }
    }
}

```

```

        kelebihan = false;

        mobil._rotation = 0;
    }
}

if (mobil._x !== radiasi._x and kelebihan == false) {

    mobil._x += _global.tambahKec;

    if (mobil._x >= radiasi._x) {

        delete mobil.onEnterFrame;

    }

}

};

kelebihan = "init";

} else if ((x1 < x2) and (y1 < y2)) {

mobil.onEnterFrame = function() {

    if (kelebihan == undefined) {

        kelebihan = "init";

    }

    if (upFirst == undefined) {

        upFirst = "yes";

        mobil._rotation = -90;

    }

    if (mobil._y >= y_asal - 50 and upFirst == "yes") {

        mobil._y -= _global.tambahKec;

    } else {

        upFirst = "no";

        if (muter == undefined) {

```

```

        mobil._rotation = 90;

        muter = "yes";

    }

}

if (mobil._y !== radiasi._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {

    mobil._y += _global.tambahKec;

}

mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+","+Math.round(mobil._y);
radiasi_txt.text = Math.round(radiasi._x)+","+Math.round(radiasi._y);

if (mobil._y>=radiasi._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {

    mobil._y = radiasi._y+50;

    kelebihan = true;
}

if (kelebihan == true) {

    mobil._y -= _global.tambahKec;

    if (mobil._y<=radiasi._y) {

        mobil._y = radiasi._y;

        kelebihan = false;

        mobil._rotation = 0;

    }

}

if (mobil._x !== radiasi._x and kelebihan == false) {

    mobil._x += _global.tambahKec;

    if (mobil._x>=radiasi._x) {

        delete mobil.onEnterFrame;

    }

}

```



```

    }
};
kelebihan = "init";
upFirst = undefined;
muter = undefined;
} else if ((x1>x2) and (y1<y2)) {

mobil.onEnterFrame = function() {
    if (kelebihan == undefined) {
        kelebihan = "init";
    }
    if (upFirst == undefined) {
        upFirst = "yes";
        mobil._rotation = -90;
    }
    if (mobil._y >= y_asal-50 and upFirst == "yes") {
        mobil._y -= _global.tambahKec;
    } else {
        upFirst = "no";
        if (muter == undefined) {
            mobil._rotation = 90;
            muter = "yes";
        }
    }
}

if (mobil._y != radiasi._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
    mobil._y += _global.tambahKec;
}

mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+", "+Math.round(mobil._y);

```

```

radiasi_txt.text = Math.round(radiasi._x)+"," +Math.round(radiasi._y);
if (mobil._y>=radiasi._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
    mobil._y = radiasi._y+50;
    kelebihan = true;
}
if (kelebihan == true) {
    mobil._y -= _global.tambahKec;
    if (mobil._y<=radiasi._y) {
        mobil._y = radiasi._y;
        kelebihan = false;
        mobil._rotation = 180;
    }
}
if (mobil._x !== radiasi._x and kelebihan == false) {
    mobil._x -= _global.tambahKec;
    if (mobil._x<=radiasi._x) {
        delete mobil.onEnterFrame;
    }
}
};
kelebihan = "init";
upFirst = undefined;
muter = undefined;
} else if ((x1>x2) and (y1>y2)) {
    mobil._rotation = -90;
    mobil.onEnterFrame = function() {
        if (kelebihan == undefined) {
            kelebihan = "init";

```

```

    }
    if (mobil._y !== radiasi._y and kelebihan == "init") {
        mobil._y -= _global.tambahKec;
    }
    mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+","+Math.round(mobil._y);
    radiasi_txt.text = Math.round(radiasi._x)+","+Math.round(radiasi._y);
    if (mobil._y<=radiasi._y-50 and kelebihan == "init") {
        mobil._y = radiasi._y-50;
        kelebihan = true;
    }
    if (kelebihan == true) {
        mobil._y += _global.tambahKec;
        if (mobil._y>=radiasi._y) {
            mobil._y = radiasi._y;
            kelebihan = false;
            mobil._rotation = 180;
        }
    }
    if (mobil._x !== radiasi._x and kelebihan == false) {
        mobil._x -= _global.tambahKec;
        if (mobil._x<=radiasi._x) {
            delete mobil.onEnterFrame;
        }
    }
};
kelebihan = "init";
}
kelebihan = "init";

```

```
    }  
  
}else{  
  
var simpanJarak = new Array();  
var simpanInten = new Array();  
stopInten = undefined;  
    if (inten1.text == "") {  
        result_txt.text = "Masukkan data yang diperlukan.";  
    } else {  
        hide_btn._visible = true;  
        x1 = mobil._x;  
        y1 = mobil._y;  
        x2 = radiasi2._x;  
        y2 = radiasi2._y;  
        trace("x1="+x1);  
        trace("x2="+x2);  
        trace("y1="+y1);  
        trace("y2="+y2);  
        result_txt.text = "Sedang menuju arah radiasi dan menghitung jarak";  
        this.createEmptyMovieClip("canvas_mc",999);  
        canvas_mc.moveTo(x1,y1);  
        _global.hitSekali = "belum";  
        kelebihan = "init";  
        y_asal = mobil._y;  
        radiasi.onEnterFrame = function() {  
            x1 = mobil._x;  
            y1 = mobil._y;
```

```

x2 = radiasi2._x;
y2 = radiasi2._y;
//removeMovieClip(canvas_mc);
canvas_mc.lineStyle(2,0xFF0000,20);
canvas_mc.lineTo(x1,y1);
canvas_mc.lineTo(x2,y2);
if (_global.garis == "show") {
    canvas_mc._visible = true;
} else {
    canvas_mc._visible = false;
}
jarak_txt.text = Math.sqrt(((x2-x1)*(x2-x1))+((y2-y1)*(y2-y1)));

```

```

if (stopInten == undefined) {
    if (arrayz == undefined) {
        arrayz = 1;
    } else {
        arrayz++;
    }
    simpanJarak[arrayz] = jarak_txt.text;
    if (arrayz == 1) {
        inten2.text = inten(inten1.text, jarak_txt.text, jarak_txt.text);
        simpanInten[1] = inten2.text;
    } else {
        prev = arrayz-1;
        trace(arrayz+" intensitas =
"+simpanInten[prev]+"x(""+simpanJarak[prev]+")kuadrat/(""+jarak_txt.text+"")kuadrat = ");

```

```

simpanInten[arrayz] = inten(simpanInten[prev], simpanJarak[prev],
jarak_txt.text);

trace(simpanInten[arrayz]);
inten2.text = simpanInten[arrayz];
}
}

if (mobil.hitTest(radiasi2) == true and _global.hitSekali != "udah") {
delete mobil.onEnterFrame;
jarak_txt.text = 0;
laju.text = jarpar(faktor.text, sumber.text, jarak_txt.text);
result_txt.text = "Sumber radiasi kedua ditemukan";
mySound.attachSound("found");
mySound.start(0,1);
_global.hitSekali = "udah";
ladang_x._visible = false;
Go2._visible = false;
Go._visible = true;
}
if (mobil.hitTest(radiasi2)) {
jarak_txt.text = 0;
inten2.text = simpanInten[arrayz] = inten(simpanInten[prev], simpanJarak[prev],
jarak_txt.text);

stopInten = "yes";
arrayz = undefined;
}
};

```

```

if ((x1<x2) and (y1>y2)) {
    mobil._rotation = -90;
    mobil.onEnterFrame = function() {
        if (kelebihan == undefined) {
            kelebihan = "init";
        }
        if (mobil._y !== radiasi2._y and kelebihan == "init") {
            mobil._y -= _global.tambahKec;
        }
        mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+","+Math.round(mobil._y);
        radiasi_txt.text = Math.round(radiasi2._x)+","+Math.round(radiasi2._y);
        if (mobil._y<=radiasi2._y-50 and kelebihan == "init") {
            mobil._y = radiasi2._y-50;
            kelebihan = true;
        }
        if (kelebihan == true) {
            mobil._y += _global.tambahKec;
            if (mobil._y>=radiasi2._y) {
                mobil._y = radiasi2._y;
                kelebihan = false;
                mobil._rotation = 0;
            }
        }
        if (mobil._x !== radiasi2._x and kelebihan == false) {
            mobil._x += _global.tambahKec;
            if (mobil._x>=radiasi2._x) {
                delete mobil.onEnterFrame;
            }
        }
    }
}

```

```

    }
};
kelebihan = "init";
} else if ((x1<x2) and (y1<y2)) {

mobil.onEnterFrame = function() {
    if (kelebihan == undefined) {
        kelebihan = "init";
    }

    if (upFirst == undefined) {
        upFirst = "yes";
        mobil._rotation = -90;
    }
    if (mobil._y>=y_asal-50 and upFirst == "yes") {
        mobil._y -= _global.tambahKec;
    } else {
        upFirst = "no";
        if (muter == undefined) {
            mobil._rotation = 90;
            muter = "yes";
        }
    }

    if (mobil._y !== radiasi._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
        mobil._y += _global.tambahKec;
    }

    mobil_txt.text = Math.round(mobil._x)+","+Math.round(mobil._y);
    radiasi_txt.text = Math.round(radiasi2._x)+","+Math.round(radiasi._y);

```



```

if (mobil._y>=radiasi2._y+50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
    mobil._y = radiasi2._y+50;

    kelebihan = true;
}
if (kelebihan == true) {
    mobil._y -= _global.tambahKec;
    if (mobil._y<=radiasi2._y) {
        mobil._y = radiasi2._y;
        kelebihan = false;
        mobil._rotation = 0;
    }
}
if (mobil._x !== radiasi._x and kelebihan == false) {
    mobil._x += _global.tambahKec;
    if (mobil._x>=radiasi2._x) {
        delete mobil.onEnterFrame;
    }
}
};
kelebihan = "init";
upFirst = undefined;
muter = undefined;
} else if ((x1>x2) and (y1<y2)) {

mobil.onEnterFrame = function() {
    if (kelebihan == undefined) {

```

```

        kelebihan = "init";
    }
    if (upFirst == undefined) {
        upFirst = "yes";
        mobil._rotation = -90;
    }
    if (mobil._y >= y_asal - 50 and upFirst == "yes") {
        mobil._y -= _global.tambahKec;
    } else {
        upFirst = "no";
        if (muter == undefined) {
            mobil._rotation = 90;
            muter = "yes";
        }
    }
    if (mobil._y !== radiasi._y + 50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
        mobil._y += _global.tambahKec;
    }
    mobil_txt.text = Math.round(mobil._x) + "," + Math.round(mobil._y);
    radiasi_txt.text = Math.round(radiasi2._x) + "," + Math.round(radiasi._y);
    if (mobil._y >= radiasi2._y + 50 and kelebihan == "init" and upFirst == "no") {
        mobil._y = radiasi2._y + 50;

        kelebihan = true;
    }

    if (kelebihan == true) {
        mobil._y -= _global.tambahKec;

        if (mobil._y <= radiasi2._y) {
            mobil._y = radiasi2._y;

```

```

        kelebihan = false;

        mobil._rotation = 180;

    }

}

if (mobil._x !== radiasi2._x and kelebihan == false) {

    mobil._x -= _global.tambahKec;

    if (mobil._x <= radiasi2._x) {

        delete mobil.onEnterFrame;

    }

}

};

kelebihan = "init";

upFirst = undefined;

muter = undefined;

} else if ((x1 > x2) and (y1 > y2)) {

    mobil._rotation = -90;

    mobil.onEnterFrame = function() {

        if (kelebihan == undefined) {

            kelebihan = "init";

        }

        if (mobil._y !== radiasi2._y and kelebihan == "init") {

            mobil._y -= _global.tambahKec;

        }

        mobil_txt.text = Math.round(mobil._x) + "," + Math.round(mobil._y);

        radiasi_txt.text = Math.round(radiasi2._x) + "," + Math.round(radiasi2._y);

        if (mobil._y <= radiasi2._y - 50 and kelebihan == "init") {

            mobil._y = radiasi2._y - 50;

            kelebihan = true;


```



```

on(release){
    _global.tambahKec -= 2;
    if (_global.tambahKec <= 4) {
        _global.tambahKec = 4;
    }
    kecep.text = _global.tambahKec;
}

```

5. Tambah Kecepatan

```

on(release){
    _global.tambahKec += 2;
    kecep.text = _global.tambahKec;
}

```

6. Hide Line

```

on (release){
    canvas_mc._visible = false;
    show_btn._visible = true;
    hide_btn._visible = false;
    _global.garis = "hide";
}

```



7. Show Line

```

on (release) {
    canvas_mc._visible = true;
    hide_btn._visible = true;
    show_btn._visible = false;
    _global.garis = "show";
}

```

8. Mobil

```

onClipEvent (load) {
    stopposisi = "stopkanan"
}

onClipEvent (enterFrame) {
    if(Key.isDown(Key.RIGHT))
        {stopposisi = "stopkanan"
        this.gotoAndStop("movkanan")
        this._x += 10}
    else if (Key.isDown(Key.LEFT))
        {stopposisi = "stopkiri"
        this.gotoAndStop("movkiri")
        this._x -= 10}
    else if (Key.isDown(Key.UP))
        {stopposisi = "stopatas"
        this.gotoAndStop("movatas")
        this._y -= 10}
    else if (Key.isDown(Key.DOWN))
        {stopposisi = "stopbawah"
        this.gotoAndStop("movbawah")
        this._y += 10} else
        this.gotoAndStop(stopposisi)
}

```

