

**STUDI KINERJA PROGRAM SEKUENSIAL
DAN PROGRAM KONKUREN DALAM AKUISISI SENSOR
ROBOT *LINE FOLLOWER***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Ilmu Komputer/
Informatika**

Disusun oleh :

ADRIAN SURYA PERMANA

24010312130048

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2016

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adrian Surya Permana

NIM : 24010312130048

Judul : Studi Kinerja Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor
Robot Line Follower

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 4 September 2016



Adrian Surya Permana
24010312130048

HALAMAN PENGESAHAN
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Studi Kinerja Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor
Robot Line Follower

Nama : Adrian Surya Permana

NIM : 24010312130048

Telah diujikan pada sidang tugas akhir tanggal 2 September 2016 dan dinyatakan lulus pada tanggal 2 September 2016

Semarang, 5 September 2016

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika
FSM LINDIP



Ragil Saputra, S.Si, M.Cs
NIP. 198010212005011003

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

Drs. Putut Sri Wasito, M.Kom
NIP. 195306281980031001

HALAMAN PENGESAHAN
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Studi Kinerja Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor
Robot Line Follower

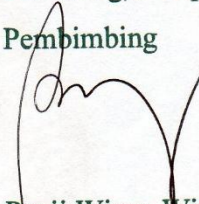
Nama : Adrian Surya Permana

NIM : 24010312130048

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 2 September 2016.

Semarang, 5 September 2016

Pembimbing



Panji Wisnu Wirawan, S.T, M.T
NIP. 198104212008121002

ABSTRAK

Robot *line follower* adalah robot yang berjalan mengikuti lintasan yang dapat berupa garis hitam di atas landasan putih. Pada robot *line follower* dibutuhkan sensor-sensor yang digunakan untuk mendeteksi garis tersebut. Untuk memperoleh nilai pembacaan lintasan dari sensor-sensor tersebut, diperlukan proses akuisisi. Proses akuisisi sensor dimulai dari pengaksesan nilai yang diterima sensor dari pembacaan lintasan untuk kemudian dilakukan *preprocessing* terhadap nilai tersebut. Semakin cepat proses akuisisi sensor-sensor robot *line follower* dieksekusi, semakin responsif robot tersebut. Proses akuisisi sensor pada robot *line follower* dapat diprogram dengan menggunakan program sekuensial maupun program konkuren. Namun, dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menentukan program mana yang dapat membuat robot menjadi lebih responsif. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk membandingkan kinerja program sekuensial dan program konkuren dalam akuisisi sensor robot *line follower*. Dikembangkan satu program sekuensial dan satu program konkuren guna melakukan akuisisi untuk delapan buah sensor. Percobaan dilakukan dengan menjalankan robot *line follower* di atas lintasan sepanjang 29 cm berupa garis hitam di atas landasan putih. Lima percobaan dipilih untuk dianalisis. Setelah analisis selesai dilakukan, diperoleh kesimpulan program akuisisi sensor secara konkuren dapat memperkecil waktu eksekusi dan didapatkan nilai *speed-up* rata-rata global sebesar 1,27388234.

Kata kunci: Sensor, Akuisisi, Robot, *Line follower*, Sekuensial, Konkuren, Thread, *Speed-up*.

ABSTRACT

Line follower robots are robots that follow a track that may be made of black line on a white surface. Line follower robots use sensors to track the line. In order to get track reading value from the sensors, acquisition process has to be executed. Sensor acquisition process starts from accessing values the sensors get from the track reading until preprocessing executed on the values. The faster line follower robots sensor acquisition process gets executed, the more responsive the robots are. Line follower sensor acquisition process can be programmed in either sequential program or concurrent program. However, further researchs have to be conducted to determine which type of program leading to more responsive robots. Therefore, this research was conducted by mean of comparing sequential program and concurrent program in line follower robot sensors acquisition process. One sequential program and one concurrent program had been developed in order to execute acquisition process on eight sensors. Experiments were conducted by running the robot on 29 cm track made of black line on white surface. Five experiments had been chosen to be analyzed. After the analysis had been carried out, it can be concluded that concurrent acquisition process needs less execution time with the global average speed-up value is in the amount of 1,27388234.

Keywords: Sensor, Acquisition, Robot, *Line follower*, Sequential, Concurrent, Thread, Speed-up.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian yang berjudul “Studi Kinerja Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot *Line Follower*”. Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana komputer pada departemen Ilmu Komputer/ Informatika.

Dalam penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bimbingan, binaan, masukan, dan inspirasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ragil Saputra, S.Si, M.Cs, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika.
2. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Koordinator Tugas Akhir yang membantu dalam proses pengurusan tugas akhir.
3. Panji Wisnu Wirawan, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah membantu dalam proses penelitian, bimbingan proposal dan laporan, hingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Orang tua dan saudara penulis atas dampungannya.
5. Teman-teman Integer, teman-teman KKN Tim I 2016 Universitas Diponegoro desa Bulungkulon, serta teman-teman Horehorekore atas pengalamannya.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini mungkin masih terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan baik dalam perihal materi maupun dalam perihal penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat menerima kritik dan saran.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Semarang, 4 September 2016

Penulis,



Adrian Surya Permana
24010312130048

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Program Sekuensial	5
2.2. Program Konkuren.....	5
2.3. Nilai <i>Speed-up</i>	6
2.4. Robot <i>Line Follower</i>	7
2.4.1. Sensor	7
2.4.2. Unit Kontrol.....	8
2.4.3. Aktuator	8
2.5. Pembacaan Nilai Analog	8
2.6. Python	9
2.7. Konsep Pemrograman Berorientasi Objek	10
2.8. Pengembangan Perangkat Lunak.....	11
2.9. Unified Modeling Language (UML)	15
2.9.1. <i>Use Case Diagram</i>	16
2.9.2. <i>Class Diagram</i>	17

2.9.3. <i>Sequence Diagram</i>	20
2.9.4. <i>Component Diagram</i>	23
2.9.5. <i>Deployment Diagram</i>	24
BAB III ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN	26
3.1. Penemuan Kebutuhan	26
3.1.1. Deskripsi Umum Perangkat Lunak.....	26
3.1.2. Karakteristik Pengguna.....	26
3.1.3. Kebutuhan Perangkat Lunak	27
3.1.4. Kebutuhan Perangkat Keras	27
3.1.5. Kebutuhan Fungsional Sistem	27
3.1.6. Kebutuhan Nonfungsional Sistem	28
3.1.7. Skenario	28
3.1.8. Use Case Diagram	29
3.2. Analisis	30
3.2.1. Daftar Objek	30
3.2.2. <i>Class Diagram</i>	30
3.2.3. <i>Sequence Diagram</i>	32
3.3. Perancangan.....	33
3.3.1. Dekomposisi Subsistem.....	33
3.3.2. Pemetaan Perangkat Keras/Perangkat Lunak	34
3.3.3. Kondisi Lingkupan Sistem	34
BAB IV IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN ANALISIS HASIL	35
4.1. Implementasi.....	35
4.1.1. Spesifikasi Perangkat Keras	35
4.1.2. Implementasi Perangkat Lunak	37
4.2. Pengujian	38
4.2.1. Rencana Pengujian.....	39
4.2.2. Hasil Pengujian	40
4.3. Analisis Hasil.....	40
4.3.1. Percobaan Pertama.....	41
4.3.2. Percobaan Kedua	42
4.3.3. Hasil Percobaan	42
BAB V PENUTUP	44

5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Program Sekuensial (Ben-Ari, 2006).....	5
Gambar 2.2. Ilustrasi Program Konkuren (Ben-Ari, 2006).....	6
Gambar 2.3. Sensor TCRT5000	7
Gambar 2.4. Sirkuit yang Digunakan Dalam Teknik <i>Step Response</i> (Monk, 2014).....	8
Gambar 2.5. Siklus Kapasitor (Monk, 2014).....	9
Gambar 2.6. Ilustrasi Pengembangan Perangkat Lunak berbasis Objek (Bruegge & Dutoit, 2010).....	13
Gambar 2.7. Dokumen Analisis Kebutuhan (Bruegge & Dutoit, 2010)	14
Gambar 2.8. Dokumen Perancangan Sistem (Bruegge & Dutoit, 2010).....	15
Gambar 2.9. Contoh <i>Use Case Diagram</i> (Bruegge & Dutoit, 2010)	16
Gambar 2.10. Contoh Notasi Aktor (Kim H., 2006)	16
Gambar 2.11. Contoh Notasi <i>Use Case</i> (Kim H., 2006)	17
Gambar 2.12. Contoh Penggunaan Notasi <i>Communication Line</i> (Kim H., 2006).....	17
Gambar 2.13. Contoh Penggunaan Notasi <i>System Boundaries</i> (Kim H., 2006)	17
Gambar 2.14. Contoh <i>Class Diagram</i> (Bruegge & Dutoit, 2010).....	18
Gambar 2.15. Empat Cara Penulisan Notasi <i>Class</i> (Kim H., 2006).....	18
Gambar 2.16. Klasifikasi Visibilitas (Kim H., 2006).....	18
Gambar 2.17. Penulisan Atribut <i>Class</i> (Kim H., 2006).....	19
Gambar 2.18. Penulisan Operasi <i>Class</i> (Kim H., 2006).....	19
Gambar 2.19. <i>Class Relationship</i> (Kim H., 2006)	19
Gambar 2.20. Contoh <i>Sequence Diagram</i> (Bruegge & Dutoit, 2010)	20
Gambar 2.21. Conoth Notasi Partisipan (Kim H., 2006)	20
Gambar 2.22. Contoh Notasi Waktu (Kim H., 2006).....	21
Gambar 2.23. Penulisan Notasi <i>Message</i> (Kim H., 2006).....	21
Gambar 2.24. Contoh Notasi <i>Activation Bar</i> (Kim H., 2006).....	22
Gambar 2.25. Contoh <i>Message</i> Bersarang (Kim H., 2006).....	22
Gambar 2.26. Lima Tipe Panah <i>Message</i> (Kim H., 2006)	23
Gambar 2.27. Contoh <i>Component Diagram</i> (Bruegge & Dutoit, 2010).....	23
Gambar 2.28. Contoh Notasi Komponen (Kim H., 2006).....	24
Gambar 2.29. Contoh Penggunaan Panah <i>Dependency</i> (Kim H., 2006).....	24
Gambar 2.30. Contoh <i>Deployment Diagram</i> (Bruegge & Dutoit, 2010)	24

Gambar 2.31. Contoh Detail Komponen (Bruegge & Dutoit, 2010)	25
Gambar 3.1. <i>Use Case Diagram</i> Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot <i>Line Follower</i>	29
Gambar 3.2. <i>Class Diagram</i> Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot <i>Line Follower</i>	31
Gambar 3.3. <i>Component Diagram</i> Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot <i>Line Follower</i>	33
Gambar 3.4. <i>Deployment Diagram</i> Robot <i>Line Follower</i>	34
Gambar 4.1. Sirkuit dan Rangkaian Sensor	36
Gambar 4.2. Raspberry Pi 2 Model B	36
Gambar 4.3. Robot <i>Line Follower</i> Tampak Atas	37
Gambar 4.4. Robot <i>Line Follower</i> Tampak Bawah	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Karakteristik Pengguna	27
Tabel 3.2. Kebutuhan Fungsional Sistem	27
Tabel 3.3. Kebutuhan Nonfungsional Sistem	28
Tabel 3.4. Skenario Untuk Memperoleh Hasil Akuisisi Sensor Dari Program Sekuensial.	28
Tabel 3.5. Skenario Untuk Memperoleh Hasil Akuisisi Sensor Dari Program Konkuren..	29
Tabel 3.6. Daftar Objek	30
Tabel 3.7. Perbandingan dan Penjelasan <i>Sequence Diagram</i> Akuisisi Sensor pada Program Sekuensial dan Program Konkuren.....	32
Tabel 4.1. Implementasi Perangkat Lunak	38
Tabel 4.2. Perbandingan dari Potongan-potongan Kode Program	38
Tabel 4.3. Data Waktu Eksekusi Program Akuisisi Sensor Percobaan Pertama.....	41
Tabel 4.4. Data Waktu Eksekusi Program Akuisisi Sensor Percobaan Kedua	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Sequence Diagram</i> Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot <i>Line Follower</i>	46
Lampiran 2. Potongan Kode Program	48
Lampiran 3. Pengujian Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot <i>Line Follower</i>	51
Lampiran 4. Kartu Bimbingan Tugas Akhir	57

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta ruang lingkup pelaksanaan dan penulisan penelitian mengenai Studi Kinerja Program Sekuensial dan Program Konkuren dalam Akuisisi Sensor Robot *Line Follower*.

1.1. Latar Belakang

Pada masa awalnya, komputer hanya menjalankan sebuah program tunggal dari awal hingga akhir (satu proses dalam satu waktu (Goetz, et al., 2006). Alur seperti ini disebut dengan alur sekuensial, yaitu alur dimana program dieksekusi sama seperti hasil kompilasi (Ben-Ari, 2006). Namun, saat menjalankan sebuah program tunggal, terdapat suatu keadaan dimana satu atau lebih sumber daya tidak akan digunakan secara optimal sehingga kegunaan sumber daya tersebut akan terbuang sia sia (Goetz, et al., 2006).

Untuk menangani hal tersebut, maka komputer dikembangkan sehingga menghasilkan ilusi yang membuat beberapa proses terlihat berjalan dalam waktu yang bersamaan. Ilusi ini dikenal dengan nama konkurensi. Sebuah program konkuren pada dasarnya adalah program-program sekuensial yang dijalankan secara paralel (Ben-Ari, 2006). Dalam konkurensi, dibuat beberapa thread yang dapat saling berbagi sumber daya, sehingga dapat mengurangi jumlah sumber daya yang tidak digunakan pada suatu waktu.

Robot *line follower* adalah robot yang berjalan mengikuti lintasan. Bentuk lintasan dapat berupa garis hitam di atas landasan putih, ataupun sebaliknya (Patil, 2006). Pada robot *line follower* dibutuhkan sensor-sensor yang digunakan untuk mendeteksi garis tersebut. Jumlah sensor-sensor ini umumnya lebih dari satu.

Perbandingan kinerja program sekuensial dan program konkuren sudah pernah diterapkan oleh Ardhytia dan Hiryanto. Program yang dibuat adalah program paralel dengan memanfaatkan sejumlah prosesor. Pada pengujian dibandingkan algoritma kompresi fraktal sekuensial dan paralel untuk kompresi citra. Pengujian dilakukan dengan mengamati nilai rasio kompresi, waktu proses sekuensial, waktu komputasi proses paralel, waktu komunikasi proses paralel, rasio waktu komputasi/komunikasi,

total waktu proses paralel, nilai *speed-up*, dan nilai efisiensi tiap prosesor. Pada hasilnya, diketahui bahwa nilai rasio kompresi yang didapatkan sama, tetapi waktu pemrosesan yang dibutuhkan berbeda. Dengan menggunakan program paralel, waktu pemrosesan yang dibutuhkan belum tentu lebih sedikit (Ardhytia & Hiryanto, 2010).

Program konkuren telah diterapkan untuk mengatur proses akuisisi sensor pada robot *line follower* oleh Ferrari, dkk. Pada robot *line follower* tersebut, program konkuren diterapkan untuk mengamati perubahan pembacaan lintasan (Ferrari, et al., 2002).

Pada robot *line follower*, akurasi dalam akuisisi sensor adalah hal yang perlu diperhatikan, karena mempengaruhi pengambilan kontrol yang tepat untuk mengikuti garis oleh robot. Selain ketepatan dalam mengikuti garis, semakin responsif robot *line follower* bergerak, maka semakin baik robot tersebut. Robot akan semakin responsif apabila waktu pemrosesan yang dibutuhkan semakin kecil.

Akuisisi sensor dapat dilakukan menggunakan nilai digital maupun nilai analog. Dalam akuisisi sensor dengan menggunakan nilai analog, akuisisi dimulai dari pengaksesan nilai yang diterima sensor dari lingkungan untuk kemudian dilakukan *preprocessing* terhadap nilai tersebut (Onwubolu, 2005).

Nilai analog memiliki nilai yang setara dengan voltase yang dihasilkan sensor. Nilai analog memiliki rentang yang lebih luas daripada nilai digital, sehingga dapat diolah untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Untuk memperkecil waktu eksekusi dalam akuisisi sensor yang menggunakan nilai analog, digunakan thread. Penggunaan thread dimaksudkan untuk mendapatkan nilai analog dengan waktu seminimum mungkin dengan memanfaatkan sumber daya yang sedang tidak digunakan oleh thread-thread lain dalam proses akuisisi. Namun, penggunaan thread memunculkan *overhead* dalam *context switching* (Goetz, et al., 2006). Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk membandingkan kinerja program sekuensial dan program konkuren dalam akuisisi sensor robot *line follower*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan pada latar belakang, perumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana kinerja program sekuensial dan program konkuren dalam akuisisi sensor robot *line follower*.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dibuatnya penelitian ini adalah mendapatkan data kinerja program sekuensial dan program konkuren pada saat melakukan akuisisi sensor robot *line follower* untuk dikaji dan dibandingkan.

Manfaat dibuatnya penelitian ini adalah memberikan pengetahuan tentang perbandingan kinerja program sekuensial dan program konkuren, khususnya dalam akuisisi sensor robot *line follower*, dan memberikan pertimbangan tentang program sekuensial dan program konkuren sehubungan dengan pembuatan perangkat lunak dalam akuisisi sensor robot *line follower*.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada ketentuan-ketentuan berikut.

1. Robot *line follower* menggunakan 8 buah sensor garis TCR5000 yang disusun sejajar.
2. Lintasan yang akan dilalui berupa garis hitam diatas landasan putih.
3. Dibuat program sekuensial dan program konkuren dalam akuisisi sensor robot *line follower* yang selanjutnya akan digunakan sebagai input dalam logika *fuzzy* Sugeno.
4. Pengembangan sistem ini menggunakan model proses pengembangan perangkat lunak berbasis objek.
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python.
6. Dalam penelitian ini, tidak dibahas masalah jumlah core yang digunakan.
7. Pengujian dilakukan dengan membuat lintasan menggunakan lakban hitam pada kertas putih berukuran A4.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan suatu gambaran yang urut dan jelas mengenai penyusunan penelitian ini, berikut dipaparkan sistematika penulisannya.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan penelitian ini, rumusan permasalahan yang dikerjakan, tujuan dan manfaat yang diharapkan, ruang lingkup yang membatasi, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas kajian teori secara cermat. Bab ini mencakup pemaparan teori-teori dan pendapat-pendapat yang sejalan maupun menentang, sehingga mendukung penggunaan teori dalam penelitian.

BAB III ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas analisis kebutuhan dan rancangan yang dibuat berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Bab ini mencakup pemaparan rancangan solusi dari permasalahan, gambaran arsitektur aplikasi, rancangan alur program dalam bentuk flowchart, rancangan algoritma program.

BAB IV IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN ANALISIS HASIL

Bab ini membahas implementasi, pengujian, dan analisis hasil penelitian. Bab ini mencakup spesifikasi perangkat keras yang digunakan, implementasi perangkat lunak, tahap-tahap beserta hasil pengujian yang dilakukan, dan analisis yang dilakukan terhadap hasil yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh serta saran yang dapat diberikan mengenai hasil penelitian.