

**SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN
SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI
DI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

Skripsi



oleh

ADITYA OKKE SUGIARSO

71110028

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2015

**SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN
SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI
DI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh

ADITYA OKKE SUGIARSO

71110028

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI
INFORMASI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI DI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 12 Juni 2016



ADITYA OKKE SUGIARSO
71110028

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN
SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI DI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

Nama Mahasiswa : ADITYA OKKE SUGIARSO

N I M : 71110028

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

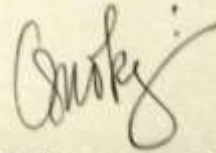
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 12 Juni 2016

Dosen Pembimbing I



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Gani Indriyanta, Ir. M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI DI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

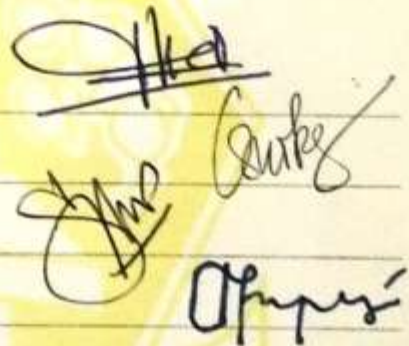
Oleh: ADITYA OKKE SUGIARSO / 71110028

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 3 Juni 2016

Yogyakarta, 12 Juni 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
2. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
3. Hendro Setiadi, M.Eng
4. Joko Purwadi, M.Kom



Dekan

Ketua Program Studi



(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)



(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih dan rahmatNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul. Ucapan terimakasih diberikan kepada semua pihak yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini, diantaranya :

1. Tuhan Yesus Kristus yang melimpahkan kasih dan berkatnya
2. Keluarga yang senantiasa memberi dukungan dan dorongan semangat serta pengertian terhadap hambatan-hambatan yang selama pelaksanaan penelitian
3. Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs. dan Bapak Ir. Gani Indriyanta, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah mendukung dan memberi berbagai masukan terkait pengerjaan penelitian
4. Bapak Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku dosen yang telah memberi masukan dan pencerahan terkait dengan algoritma yang dipakai dalam penelitian
5. Tirta Arta Graha yang telah bersedia meminjamkan handphone android untuk dipakai sebagai alat penelitian
6. Klaudius Jemly Naban yang banyak memberi masukan dan penjelasan mengenai pemrograman android
7. Teman-teman lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah bersama-sama memberikan masukan dan dorongan semangat
8. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu jalannya pelaksanaan penelitian

Yogyakarta, 11 Mei 2016



Aditya Okke Sugiarto

KATA PENGANTAR

Penulisan laporan ini merupakan salah satu kelengkapan dan pemenuhan dari syarat kelulusan. Dalam penyelesaian laporan ini, penulis menyadari banyak masukan dan kritik dari berbagai pihak yang sangat membantu dalam memberikan ide serta pemecahan masalah. Berdasarkan implementasi sistem yang dilakukan dalam Universitas Kristen Duta Wacana ini diharapkan bisa bermanfaat dan mampu menjadi referensi untuk penelitian serupa di masa yang akan datang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pada topik dalam skripsi ini dan penulisannya yang masih banyak terdapat kekurangan.

Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan skripsi di masa yang akan datang. Penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini.

Yogyakarta, 11 Mei 2016



Aditya Okke Sugiarto

INTISARI

SISTEM PENENTUAN LOKASI BERDASARKAN SINYAL WIFI DENGAN IMPLEMENTASI DI UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

Indoor Positioning System (IPS) merupakan suatu teknik pelacakan otomatis posisi suatu obyek yang sedang dikembangkan. IPS telah berkembang dengan menggunakan berbagai macam teknologi, salah satunya adalah dengan memanfaatkan jaringan Wi-Fi.

IPS menerapkan teknologi Wi-Fi dengan mengukur kekuatan sinyal tiap *Access Point (AP)* yang ada dalam jaringan Wi-Fi UKDW. Dalam teknologi ini terdapat metode yaitu *fingerprinting* dengan menggunakan *Radial Basis Function (RBF)*. Penelitian menggunakan *Directional Mean* pada pengumpulan data akan meningkatkan hasil dari experiment menjadi lebih baik. Terdapat K-means clustering yang akan digunakan untuk mengelompokkan data per ruang yang menghasilkan nilai center. Center tersebut kemudian diolah ke dalam jaringan RBF menggunakan fungsi Gaussian dan persamaan linear yang menghasilkan nilai beta dan bobot.

Penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat dengan sukses mengenali ruang dengan kisaran 81.25%. Proses pengidentifikasian mengalami akurasi terbaik ketika mendeteksi ruang dengan jumlah sinyal AP terbanyak. Faktor utama yang mempengaruhi hasil akurasi adalah perbedaan nilai kekuatan sinyal, jumlah sinyal yang ditangkap saat pemindaian.

Kata Kunci : *indoor positioning system, WLAN, received signal strength, directional mean, k-means clustering, radial basis network*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	I
HALAMAN JUDUL	II
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	III
HALAMAN PERSETUJUAN.....	IV
HALAMAN PENGESAHAN	V
UCAPAN TERIMA KASIH.....	I
KATA PENGANTAR	VII
INTISARI	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR GAMBAR	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 <i>Indoor Positioning System</i>	6
2.2.2 Wi-Fi	8
2.2.3 <i>Fingerprinting</i>	8
2.2.4 <i>Directional Mean</i>	9

2.2.5	<i>K-means Clustering</i>	10
2.2.6	Jaringan Saraf Tiruan	14
2.2.7	<i>Radial Basis Function</i>	16
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM		25
3.1	Kebutuhan Sistem	25
3.1.1	Kebutuhan Fungsional	25
3.1.2	Kebutuhan Non Fungsional	26
3.2	Sample Pengujian.....	26
3.3	Perancangan Sistem	27
3.3.1	Diagram <i>Use Case</i>	27
3.3.2	Blok diagram dan diagram alir.....	29
3.3.3	Rancangan Basis Data.....	34
3.3.4	Rancangan Antarmuka	35
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM		40
4.1	Implementasi Sistem	40
4.1.1	Antarmuka Sistem.....	40
4.1.2	Implementasi <i>K-means Clustering</i>	45
4.1.3	Implementasi Pelatihan <i>Radial Basis Function</i>	48
4.1.4	Implementasi Pengujian <i>Radial Basis Function</i>	51
4.2	Analisis Sistem.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ragam teknologi pada IPS.....	7
Tabel 2.2 Contoh kumpulan data pelatihan	11
Tabel 2.3 Contoh <i>centroid</i> awal pada kategori 2	11
Tabel 2.4 Contoh iterasi proses <i>k-means clustering</i>	13
Tabel 2.5 Contoh hasil <i>k-means clustering</i>	13
Tabel 2.6 Contoh hasil akhir <i>k-means clustering</i>	14
Tabel 2.7 Tabel contoh hasil akhir <i>beta</i>	18
Tabel 2.8 Berbagai macam fungsi basis	19
Tabel 2.9 Contoh hasil akhir dari fungsi basis.....	20
Tabel 2.10 Contoh bobot akhir	21
Tabel 3.1 Use case : Mengumpulkan data	28
Tabel 3.2 Use case : Mengolah data	28
Tabel 3.3 Use case : Melihat posisi aktor	29
Tabel 3.4 Keterangan rancangan basis data	35
Tabel 4.1 Keterangan Gambar 4.11	52
Tabel 4.2 Hasil pengujian tiap ruangan	53
Tabel 4.3 Akurasi pengujian	54

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2.1 Jaringan saraf manusia (kiri) dan jaringan saraf tiruan (kanan)</i>	15
<i>Gambar 2.2 Arsitektur feed-forward dan recurrent</i>	15
<i>Gambar 2.3 Arsitektur jaringan saraf tiruan RBF</i>	16
<i>Gambar 2.4 Contoh proses perhitungan RBF</i>	23
<i>Gambar 3.1 Denah gedung Didaktos lantai 2 dan 3</i>	26
<i>Gambar 3.2 Diagram use case pengumpulan data</i>	27
<i>Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Pelatihan</i>	30
<i>Gambar 3.4 Diagram Alir Pengumpulan Data Sistem</i>	31
<i>Gambar 3.5 Diagram Alir K-means Clustering</i>	32
<i>Gambar 3.6 Diagram alir pelatihan radial basis function</i>	33
<i>Gambar 3.7 Rancangan basis data pengumpulan data</i>	34
<i>Gambar 3.8 Rancangan antarmuka home (kiri) dan sidebar (kanan)</i>	36
<i>Gambar 3.9 Rancangan antarmuka pengumpulan data (kiri) dan pengolahan (kanan)</i>	37
<i>Gambar 3.10 Rancangan antarmuka pengujian data</i>	38
<i>Gambar 3.11 Rancangan antarmuka halaman web daftar ruang</i>	38
<i>Gambar 3.12 Rancangan antarmuka halaman web daftar ruang</i>	39
<i>Gambar 4.1 Halaman home (kiri) dan sidebar android (kanan)</i>	41
<i>Gambar 4.2 Halaman kumpul sebelum selesai (kiri) dan saat selesai memindai seluruh arah (kanan)</i>	42
<i>Gambar 4.3 Halaman olah (kiri) dan uji (kanan)</i>	43
<i>Gambar 4.4 Halaman daftar ruang</i>	44
<i>Gambar 4.3 Halaman tambah ruang</i>	45
<i>Gambar 4.4 Kode algoritma K-means</i>	46
<i>Gambar 4.5 Kode Fungsi findClosestCentroids</i>	47

<i>Gambar 4.6</i> Kode fungsi computeCentroids	47
<i>Gambar 4.8</i> Kode fungsi trainOuputWeight	50
<i>Gambar 4.9</i> Kode fungsi getRBFActivations.....	50
<i>Gambar 4.10</i> Kode fungsi evaluateRBFN.....	51
<i>Gambar 4.11</i> Denah gedung Didaktos.....	52
<i>Gambar 4.12</i> Data yang Didapat Pada Ruang D2.3	55

©UKPDW

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permintaan publik untuk mengetahui posisi seseorang secara bertahap terus naik, tidak hanya di luar bangunan tapi juga di dalam. Penentuan posisi seseorang di dalam sebuah bangunan atau yang biasa disebut sebagai *Indoor Positioning System* (IPS). Menurut Tarr (2015), banyak orang berlomba-lomba untuk melakukan pengembangan terhadap IPS, bahkan perusahaan besar seperti Google, Microsoft, dan Apple mulai melakukan pengembangan terhadap sistem ini. Salah satu contoh dari minat perusahaan besar itu dengan Microsoft mengadakan lomba *Microsoft Indoor Localization Competition* pada April 2015 lalu. Alasan banyak orang yang berminat dalam pengembangan sistem ini karena sistem ini masih belum memiliki mekanisme yang pasti dalam penerapannya. Dengan adanya sistem ini, seseorang dapat mengetahui posisinya berada dibagian sebelah mana di dalam suatu area tertutup

IPS sendiri dapat diterapkan dengan menggunakan berbagai macam metode (Liu, Darabi, Banerjee, & Liu, 2007), namun dalam penelitian ini akan diajukan sebuah metode, untuk memperkirakan posisi seseorang berdasarkan kekuatan sinyal *Access Point* (AP) di sekitarnya dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Dalam penelitian, sistem akan diuji coba pada sebuah tempat yaitu Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW). Pemilihan tempat ini didasarkan atas denah gedung UKDW yang luas dan cukup rumit, serta memiliki banyak AP di tiap gedung.

Jaringan saraf tiruan sendiri memiliki banyak jenis, RBF sendiri dipilih sebagai metode berdasarkan penelitian sebelumnya (Mehmood, Tripathi , & Tipdecho, 2010) mengenai IPS dengan menggunakan jaringan saraf tiruan *Multi Layer Perceptron* (MLP) atau yang biasa disebut sebagai *Backpropagation*. Hasil

penelitian menyebutkan bahwa penelitian dapat dikembangkan lebih luas dengan menggunakan jaringan saraf tiruan yang memakai bobot dan diterapkan pada tempat yang lebih luas. RBF merupakan jaringan saraf tiruan yang menggunakan bobot dalam arsitekturnya dan juga telah terbukti memiliki beberapa kelebihan daripada *Backpropagation* dalam hal efisiensi, toleransi pada *noised input*, dan akurasi (Xie, Yu, & Wilamowski, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dituliskan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana penerapan *Indoor Positioning System* dengan metode radial basis function neural network pada aplikasi *smartphone* untuk melacak keberadaan seseorang dalam area kampus UKDW menggunakan *Access Point* yang ada?
2. Bagaimana performa IPS dengan metode *Radial Basis Function* dalam segi keakuratan dalam menentukan lokasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem akan menggunakan kekuatan sinyal dari AP dari jaringan Wi-Fi dengan *Service Set Identifier* (SSID) bernama ukdw dan @wifi.id yang tidak berpindah-pindah
2. Sistem hanya akan bekerja pada lorong ruangan di gedung Didaktos lantai 2 dan 3

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan sebuah IPS dengan teknologi Wi-Fi yang menggunakan jaringan saraf tiruan *radial basis function* untuk diimplementasikan di UKDW.
2. Mengembangkan *indoor positioning system* yang dapat menunjang fasilitas sebuah gedung dengan sebuah radar yang dapat memberitahu pengguna dirinya berada di ruangan apa pada gedung.

1.5 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah studi literatur. Bahan-bahan referensi dikumpulkan untuk mendukung penelitian mendalam mengenai sistem penentuan lokasi, algoritma yang akan dipakai, dan data-data yang dibutuhkan dalam sistem.

Langkah berikutnya melakukan pengumpulan data di berbagai titik lokasi dan ruangan dalam area UKDW dari tiap AP yang sinyalnya menjangkau sistem. Data tersebut kemudian disimpan dan diolah oleh sistem untuk memprediksi posisi pengguna. Data dari AP yang digunakan untuk mendukung proses prediksi lokasi dalam penelitian ini meliputi : kekuatan sinyal dari AP, *Media Access Control Address* (MAC address), *Service Set Identifier* (SSID)

Pada tahap pengembangan sistem, dilakukan penulisan *source code* program, penelusuran kesalahan sistem, dan perbaikan kesalahan sistem sehingga sistem dapat dikembangkan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pada tahap pengujian, sistem akan diuji di gedung Didaktos pada lantai 2 dan 3. Yang kemudian akan diukur performa dari segi akurasi dan presisinya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terdiri dari lima bab, dimana secara garis besar masing-masing bab membahas hal-hal sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan, berisi penjelasan umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Bab ini terdiri dari tujuh bagian, yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode/pendekatan dan sistematika penelitian.

Bab 2 Landasan Teori, bab ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka digunakan sebagai acuan untuk menguraikan teori-teori dari berbagai sumber pustaka untuk mendukung proses pemecahan masalah pada penelitian. Landasan teori berisi teori-teori yang relevan dan dapat digunakan untuk menjelaskan variable-variabel penelitian

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem, berisi pengidentifikasian masalah, peluang dan tujuan dengan berpedoman pada teori-teori yang ada dan bagaimana menerjemahkannya ke dalam suatu sistem yang hendak dibuat. Pada dasarnya bab ini memuat perancangan sistem secara keseluruhan

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, berisi penjelasan bagaimana rancangan pada bab 3 diimplementasikan dan diuji, beserta hasil dari sistem yang dijalankan dan analisis dari sistem yang dibuat

Bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan apa saja yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah selesai dilakukan dan saran untuk memberikan hasil yang lebih baik dalam penelitian yang sejenis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisa sistem, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Implementasi *Algoritma Radial Basis Function* dengan menggunakan *K-means Clustering* dan *Directional Mean* memiliki akurasi tertinggi sebesar 81.25%
2. Proses pengidentifikasi mengalami tingkat akurasi terbaik ketika mendeteksi ruang yang berada di ujung. Hal ini dikarenakan jumlah sinyal AP yang ditangkap lebih banyak jumlah nya dibandingkan dengan ruang yang berada di sebelahnya
3. Faktor utama yang mempengaruhi hasil akurasi adalah perbedaan jumlah sinyal AP yang ditangkap pada masing-masing ruang dan nilai kekuatan masing-masing sinyal AP hal ini dibuktikan ketika sistem mendeteksi ruang yang di tengah maka sistem memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk mengalami *error* untuk menghasilkan deteksi ruang di sebelahnya.

5.2 Saran

Melalui penelitian yang dilakukan, penulis memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya,

1. Menambah jumlah *dataset* pada saat pelatihan untuk menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik terutama untuk tempat yang berada pada batas antar ruang
2. Memodifikasi proses klustering (mengubah nilai *k* pada proses klustering) dan *dataset* sehingga sistem dapat mengenali lebih jelas untuk ruang yang berdekatan

DAFTAR PUSTAKA

- Hong, D. (t.thn.). *Pattern Recognition Lecture Notes*. Dipetik February 27, 2016, dari Personal Web Pages University of Reading: <http://www.personal.reading.ac.uk/~sis01xh/teaching/CY2D2/Pattern8.pdf>
- Krenker, A., Bešter, J., & Kos, A. (2011). *Introduction to the Artificial Neural Networks*. Ljubljana: InTech Europe.
- Laoudias, C., Panayiotou, C. G., & Kemppi, P. (2010). On the RBF-based Positioning using WLAN Signal Strength Fingerprints. *IEEE*, 93-98.
- Liu, H., Darabi, H., Banerjee, P., & Liu, J. (2007). Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS*, 1067-1080.
- Maja Stella, Mladen Russo, & Matko Šarić . (2014). RBF Network Design for Indoor Positioning based on WLAN and GSM. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CIRCUITS, SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING* , 116-122.
- Mautz, D. R. (2012). *Indoor Positioning Technologies*. Zürich: ETH Zürich.
- McCaffrey, J. (2013, Desember). *Test Run - Radial Basis Function Network Training*. Dipetik November 22, 2015, dari MSDN Magazine: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn532201.aspx>
- McCaffrey, J. (2013, Oktober). *Test Run - Radial Basis Function Networks for Programmers*. Dipetik November 22, 2015, dari MSDN Magazine: <https://msdn.microsoft.com/magazine/dn451445>
- McCormick, C. (2013, August 15). *RADIAL BASIS FUNCTION NETWORK (RBFN) TUTORIAL*. Dipetik September 12, 2015, dari CHRIS MCCORMICK Computer Vision and Machine Learning Projects and Tutorials:

<https://chrisjmccormick.wordpress.com/2013/08/15/radial-basis-function-network-rbfn-tutorial/>

McCulloch, J. (2009). *k-Means: Step-By-Step Example*. Dipetik November 23, 2015, dari <http://mnemstudio.org/>: <http://mnemstudio.org/clustering-k-means-example-1.htm>

Mehmood, H., Tripathi , N. K., & Tipdecho, T. (2010). Indoor Positioning System Using Artificial Neural Network. *Journal of Computer Science*, 1219-1225.

Microsoft. (2015, April 17). *Microsoft Indoor Localization Competition - IPSN 2015*. Dipetik November 24, 2015, dari Microsoft Research: <http://research.microsoft.com/en-us/events/indoorloccompetition2015/>

Orr, M. J. (1996, April). *Introduction to Radial Basis Function Network*. Dipetik December 16, 2015, dari Georgia Institute of Technology: <http://www.cc.gatech.edu/~isbell/tutorials/rbf-intro.pdf>

Xie, T., Yu, H., & Wilamowski, B. (2011). Comparison between Traditional Neural Networks and Radial Basis Function Networks. *IEEE*, 1194-1199.