

Analisa Simulasi Unjuk Kerja Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Pengamatan Temperatur Lingkungan

By Helmy Fitriawan

Analisa Simulasi Unjuk Kerja Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Pengamatan Temperatur Lingkungan

Helmy Fitriawan[†], Fadil Hamdani dan Herlinawati

Jurusan Teknik Elektro,

FT Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35148

Email: fitriawan@unila.ac.id

Abstract – Many physical phenomena and process found in the environment must be monitored and controlled, for example temperature monitoring. This is commonly performed with many sensors and actuators connected into fixed wired network, which has complicated design, installation and administration and high cost. This problem can be solved with ad-hoc wireless sensor network (WSN) which is possible implemented by the availability of low cost electronics components and effective wireless networks. This research discusses modeling and simulation of WSN Micaz Mote on 500 m2 area based on IEEE 802.15.4. Modeling and simulation is performed using Network Simulator (NS-2) with Mannasim. Simulation scenario is carried out based on technical specification of WSN device, channel type and other basic simulation parameters. Simulation results four parameters of quality of service (QoS), i.e. throughput, delay, jitter and packet loss. Research results showed the most optimum designed WSN is resulted from implementation of 64 nodes sensor on 500 m2 area.

Keywords: Sensor Networks, Modeling and Simulation, NS-2, QoS

1. PENDAHULUAN

Fenomena fisik merupakan variabel tak terduga dari alam yang mempengaruhi suatu sistem yang dibuat oleh manusia. Salah satu fenomena fisik yang memerlukan pemantauan untuk suatu aplikasi sistem tertentu adalah temperatur. Aplikasi pemantauan temperatur dapat ditemukan pada berbagai tempat, diantaranya yaitu pemantauan temperatur di hutan, pertambangan bawah tanah, saluran pipa transmisi, eksplorasi minyak dan gas, pendeteksian kebakaran di terowongan, dll [1].

Sensor merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran dan pemantauan temperatur. Pemantauan temperatur pada cakupan daerah yang luas tentu saja memerlukan penggunaan sejumlah sensor yang dapat bekerjasama dan membentuk jaringan. Hal ini dapat dikerjakan dengan adanya banyak

sensor yang terhubung ke jaringan kabel tetap, akan tetapi perencanaan, instalasi dan pengelolaan sistem tersebut kadang-kadang rumit dan membutuhkan biaya mahal [2]. Masalah ini dapat dipecahkan dalam bentuk jaringan sensor nirkabel (JSN) berbasis jaringan *ad-hoc* yang menggunakan komponen elektronika berdaya rendah dan komunikasi nirkabel yang efisien.

Sampai saat ini sudah banyak penelitian yang telah berhasil merancang dan membuat prototipe sensor nirkabel. Diantaranya yaitu UCB Motes [3] yang dikembangkan oleh department of computer science, university of California Berkeley. Kemudian uAMPS [4] di kembangkan oleh MIT. Kemudian PC104 [5]. Sementara UCLA telah mengembangkan WINS [6].

Sebelum sebuah JSN diimplementasikan, perlu diperhitungkan tingkat performansi JSN tersebut agar usaha yang dilakukan lebih efisien serta dapat menghemat biaya dalam

[†] : Corresponding Author

pembangunan JSN tersebut. Usaha ini dapat dilakukan dengan perancangan sistem JSN pada perangkat lunak dan menyimulasikan rancangan tersebut untuk memperoleh pendekatan tingkat performansi dari JSN yang akan diimplementasikan. Pemodelan dan simulasi pada media komputasi merupakan solusi yang tepat untuk melakukan perhitungan yang sangat kompleks terhadap berbagai parameter JSN yang akan dibangun. Tingkat performansi yang diperoleh dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pertimbangan, sebelum dilakukan pengambilan keputusan dalam implementasi JSN.

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan dan simulasi jaringan sensor nirkabel menggunakan perangkat lunak NS-2 [7] yang telah ditambah dengan modul manasim [8]. Beberapa parameter kualitas layanan (*Quality of Service*) dihitung untuk menentukan tingkatan unjuk kerja jaringan sensor nirkabel tersebut [9]. Beberapa parameter tersebut diantaranya yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan persentase *packet loss*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) merupakan sebuah jaringan terdistribusi yang terdiri dari sensor-sensor dalam suatu cakupan area tertentu yang dihubungkan melalui kanal komunikasi nirkabel untuk saling bekerjasama melakukan pemantauan satu atau beberapa fenomena fisik seperti temperatur, suara, getaran, tekanan, gerakan, dll [10]. Setidaknya terdapat empat komponen dasar pembentuk JSN, yaitu (1) sejumlah nodal sensor, (2) media nirkabel sebagai interkoneksi jaringan, (3) gateway sebagai pusat pengumpulan informasi dari sensor, dan (4) perangkat pengguna sebagai komponen yang melakukan permintaan dan pengolahan data dari sensor.

Kemampuan JSN dalam menyediakan suatu penanganan terhadap permintaan data hasil pemantauan menentukan tingkat performansi JSN. Pengembangan JSN ditujukan untuk melakukan pemantauan terhadap fenomena fisik, seperti temperatur, tekanan, kelembaban, atau lokasi dari suatu objek. Untuk aplikasi tersebut, mayoritas JSN didesain hanya untuk mendapatkan hasil berupa data (nilai hasil

perhitungan dari pemantauan) dengan *delay* yang dapat ditoleransi dan menggunakan ukuran *bandwidth* yang minimal atau kecil.

Untuk mengetahui unjuk kerja suatu JSN, perlu dilakukan pengukuran terhadap parameter kualitas layanan yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan persentase *packet loss*. Pengukuran *throughput* dilakukan dengan mengukur besaran paket data yang dikirimkan dari suatu tempat ke tempat lain pada suatu satuan waktu tertentu. Pada umumnya pengukuran *throughput* dilakukan dalam satuan *bits per second* (bps). Perhitungan *throughput* tidak mengikutsertakan *frame header* namun hanya memperhitungkan *payload* yang dikirimkan. Hal ini dikarenakan *throughput* merupakan nilai dari data aktual (*payload*) yang sampai kepada penerima tanpa mengikutsertakan nilai besarnya paket *header* yang disisipkan selama pengiriman data. Pengukuran *Delay* dinyatakan sebagai rata-rata perbedaan antara waktu penerimaan dan waktu pengiriman paket-paket. *Jitter* merupakan variasi delay dari delay rata-rata dari sejumlah paket yang berhasil dikirimkan dari satu tempat ke tempat lainnya. *Packet loss* merupakan suatu nilai yang menyatakan jumlah paket yang gagal disampaikan kepada tujuannya. *Packet loss* dapat disebabkan oleh berbagai faktor termasuk degradasi sinyal pada kanal jaringan, paket yang rusak (*corrupt*) menyebabkan ditolakannya paket pada transit, kegagalan pada perangkat jaringan, dan kegagalan dalam *routing* jaringan.

Network Simulator versi dua (NS-2) adalah sebuah perangkat lunak simulasi *event-driven* berbasis sumber terbuka (*open source*) [7]. NS-2 dikembangkan sebagai perangkat lunak untuk mendukung penelitian pada jaringan komunikasi dan komputer. NS-2 merupakan sebuah simulator *event-driven simulator* di mana kemunculan suatu kejadian (*event*) tidak berhubungan atau disebabkan oleh waktu, namun disebabkan oleh kejadian-kejadian lainnya. Pada *event-driven simulator*, interval waktu di antara dua kejadian tidak konstant, sebagaimana pada *time-driven simulator*. Gambar 1 memperlihatkan arsitektur dasar dari NS. Untuk melakukan simulasi JSN, salah satu simulator NS-2 yang dapat digunakan adalah versi terpadu 2.29 yaitu ns-allinone-2.29. Namun NS-2 membutuhkan modul-modul tambahan untuk memungkinkan melakukan simulasi JSN tersebut. Salah satu modul

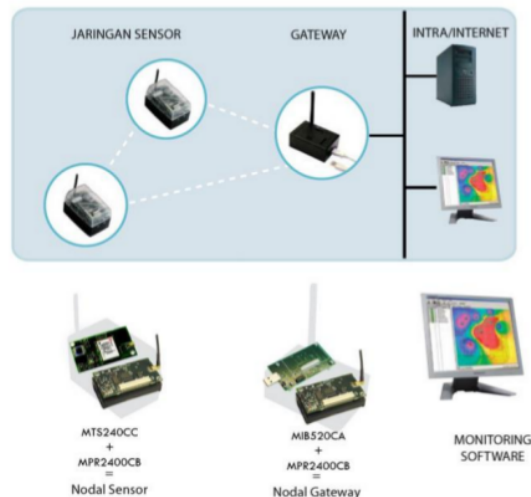
tersebut adalah modul-modul tambahan dari Mannasim. Modul-modul tambahan ini ditanamkan pada NS-2 sebelum proses instalasi NS-2 dilakukan. Setelah proses penanaman ini berhasil, barulah dilakukan instalasi simulator NS-2 agar modul-modul Mannasim dapat difungsikan dalam simulasi.

3. MODEL DAN SIMULASI

Proses pemodelan JSN merupakan proses yang dapat dilakukan setelah proses instalasi NS-2 berhasil dilakukan. Pemodelan JSN ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Tcl. Simulator NS-2 menjalankan simulasi berdasarkan konfigurasi jaringan yang terdapat pada file skrip simulasi Tcl. Sebuah *trace file* akan dihasilkan sebagai keluaran simulasi. File ini berisikan seluruh kejadian yang terjadi pada saat simulasi JSN dilakukan. Analisa hasil simulasi dilakukan terhadap *trace file* yang dihasilkan dari simulasi. Penganalisaan ini dapat dilakukan dengan melakukan visualisasi simulasi dengan menggunakan perangkat lunak iNSpect [11], dimana *trace file* dijadikan sebagai masukan perangkat lunak visualisator ini. Visualisator iNSpect akan menerjemahkan setiap baris pada *trace file* dan memvisualisasikannya untuk menunjukkan gejala atau kejadian yang terjadi selama simulasi berlangsung. Penganalisaan hasil simulasi juga dapat dilakukan dengan penerjemahan *trace file* menggunakan perangkat lunak bahasa Awk [12]. Dengan pemrograman ini dapat diperoleh data keluaran metrik performansi JSN yang dirancang.

Pada penelitian ini model yang dirancang mendeskripsikan tingkah laku dari sistem JSN yang mengimplementasikan standar IEEE 802.15.4 [13] dengan komponen nodal dari jaringan tersebut dimodelkan berdasarkan perangkat MICAz Mote [14-16], seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Protokol perutean yang digunakan dalam simulasi JSN ini yaitu AODV [17]. Pada protokol perutean ini suatu nodal sensor melakukan pemancaran pesan awal (pesan halo) untuk mencari saluran menuju ke nodal *gateway* melalui nodal-nodal sensor di sekitarnya. Jika dimungkinkan terbangunnya saluran melalui suatu nodal sensor (nodal sensor penjembatani) di sekitar nodal sumber

pengiriman data ini, maka pesan tersebut akan diteruskan oleh nodal sensor penjembatani tersebut kepada nodal sensor lain hingga mencapai nodal *gateway*. Jika tidak dimungkinkan terbangunnya saluran melalui suatu nodal sensor yang berada di sekitar nodal sensor sumber, nodal sensor tersebut akan memberikan umpan balik kepada nodal sensor sumber yang memberitahukan bahwa tidak terdapat saluran yang memungkinkan untuk penransmisian. Dengan demikian, nodal sensor sumber akan melakukan perubahan tujuan pengiriman pesan (pesan halo) kepada nodal sensor lainnya disekitar nodal sensor sumber tersebut. Jika nodal proses perutean tersebut telah mencapai nodal *gateway*, maka nodal *gateway* akan memberikan umpan balik berupa pesan penerimaan kepada nodal sensor. Pengiriman pesan penerimaan ini dilakukan berdasarkan saluran yang telah dibangun pada proses perutean awal. Dengan demikian, mengacu pada rute yang telah dibangun saat pengiriman pesan (pesan halo) kepada nodal *gateway*, dapat dibangun rute balik dari nodal *gateway* menuju nodal sensor.

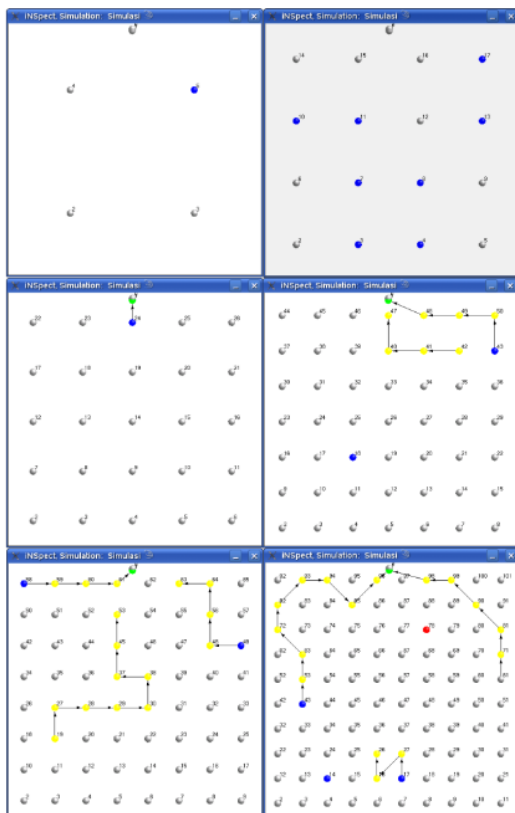


Gambar 1: Arsitektur Jaringan Sensor Nirkabel berdasarkan MICAz Mote.

Simulasi dibuat untuk bidang simulasi berbentuk bujur sangkar dengan luas 2500m² (500m x 500m). Simulasi JSN dilakukan dengan

mengikutsertakan satu nodal *gateway* dan beberapa variasi jumlah nodal sensor yaitu 4, 16, 25, 49, 64 dan 100. Pada setiap simulasi JSN yang dilakukan, nodal *gateway* terletak pada posisi yang tetap yaitu pada koordinat (250, 495). Jangkauan nodal *gateway* adalah sejauh 80 m. Nodal *gateway* merupakan nodal tujuan pengiriman paket-paket data yang berisikan data hasil penyensoran oleh nodal sensor. Posisi nodal *gateway* dan nodal sensor diasumsikan memenuhi keadaan *Line of Sight* (LoS) serta dalam posisi statis dan tersebar merata dalam area simulasi.

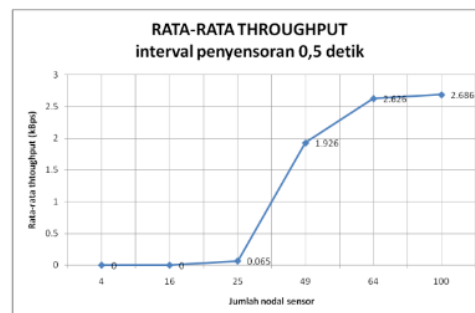
4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2: Tampilan simulasi JSN dengan satu nodal *gateway* dan (dari kiri atas searah jarum jam) 4, 16, 25, 49, 64, dan 100 nodal sensor.

Hasil simulasi terhadap model JSN ini akan memberikan suatu file catatan simulasi JSN yang terjadi dalam bentuk *trace file*. File ini akan dianalisa untuk mendapatkan nilai performansi JSN. Gambar 2 memperlihatkan visualisasi simulasi dengan perangkat lunak iNSpect untuk satu nodal *gateway* dengan beberapa nodal sensor yaitu 4, 16, 25, 49, 64 dan 100.

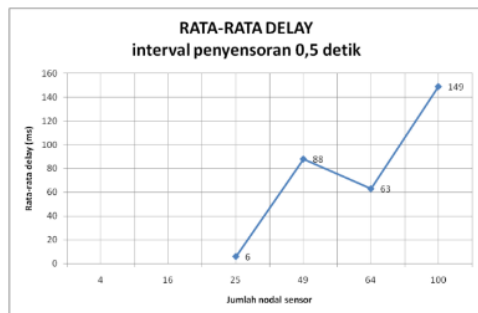
Pada simulasi ini, pengiriman data hasil penyensoran oleh nodal sensor kepada nodal *gateway* dilakukan dalam interval 0,5 detik. Gambar 3 memperlihatkan rata-rata throughput pada simulasi JSN dimana rata-rata throughput meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah nodal sensor pada simulasi. Terkecuali pada simulasi dengan 4 dan 16 nodal sensor, nilai throughput adalah nol dikarenakan pada simulasi dengan jumlah sensor tersebut tidak terjadi penransmisian data karena letak nodal sensor di luar jangkauan *gateway* untuk dapat mengirimkan data. Dengan bertambahnya nodal sensor yang melakukan penyensoran dalam bidang simulasi, maka pada simulasi ini, setiap 0,5 detik akan diperoleh data hasil penyensoran. Dengan makin banyaknya nodal yang membangkitkan data, jumlah paket data yang dikirimkan akan semakin besar. Dengan demikian, jika tidak terjadi *packet loss* yang terlalu besar pada suatu simulasi, dengan jumlah nodal sensor yang lebih banyak akan menghasilkan nilai *throughput* yang lebih besar pula.



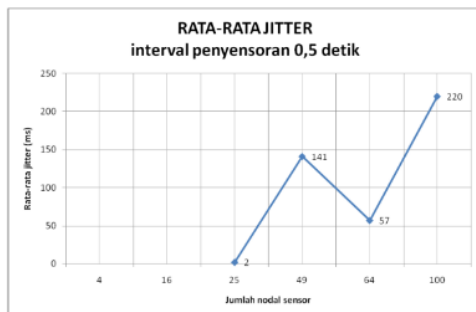
Gambar 3: Rata-rata throughput untuk interval penyensoran 0,5 detik.

Sementara hasil perhitungan rata-rata delay seperti terlihat pada Gambar 4 menunjukkan

bahwa secara umum, semakin banyak sensor maka rata-rata delay yang terjadi akan semakin tinggi, kecuali untuk jumlah sensor 64 memperlihatkan penurunan delay yang signifikan. Pada simulasi dengan 100 nodal sensor, jumlah paket yang dikirimkan pada simulasi ini lebih banyak dari pada pada simulasi dengan jumlah nodal sensor lainnya. Mayoritas nilai *delay* untuk masing-masing paket tersebut lebih besar dari pada nilai *delay* pada paket-paket yang ditransmisikan dalam simulasi menggunakan variasi nodal sensor lainnya. Hasil ini juga konsisten dengan hasil perhitungan *jitter* yang merupakan variasi nilai delay seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 4: Rata-rata delay untuk interval penyensoran 0,5 detik.



Gambar 5: Rata-rata *jitter* untuk interval penyensoran 0,5 detik.

Pada simulasi ini, tidak semua paket yang dikirim berhasil diterima di sisi penerima dengan sukses. Jika terdapat paket yang tidak sampai kepada penerima, protokol UDP tidak melakukan penranmisian ulang terhadap paket tersebut.

Hal ini menjadi salah satu penyebab tingginya persentase *packet loss* pada simulasi JSN ini. Pada simulasi dengan interval penyensoran 0,5 detik dan jumlah nodal sensor 4 dan 16 nodal sensor, tidak terdapat paket yang berhasil sampai kepada penerima. Hal ini disebabkan karena jarak pemisahan antara suatu nodal sensor dengan nodal sensor lainnya diluar jangkauan nodal sensor tersebut dan tidak terdapat nodal sensor yang berada pada wilayah jangkauan nodal *gateway*. Persentase *packet loss* terkecil yaitu 33,16% yang diperoleh pada simulasi dengan 64 nodal sensor. Persentase *packet loss* untuk setiap simulasi ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa jumlah paket terbanyak yang dikirimkan adalah pada skenario simulasi dengan menggunakan 100 nodal sensor. Namun dari sejumlah paket tersebut kurang dari setengahnya sukses sampai tujuan, yang ditunjukkan dengan persentase *packet loss* yang lebih dari 50%.

Table 1: Persentase *packet loss* untuk setiap simulasi dengan beberapa variasi jumlah nodal sensor

Jumlah Nodal	Paket Dikirim	Paket diterima	Paket drop	Packet Loss (%)
4	73	0	73	100.00%
16	296	0	296	100.00%
25	438	19	419	95.66%
49	891	575	316	35.47%
64	1170	782	388	33.16%
100	1828	802	1026	56.13%

5. KESIMPULAN

Kinerja JSN optimum mayoritas dicapai pada simulasi dengan jumlah nodal sensor sebanyak 64 nodal. Hal ini disebabkan karena rata-rata *throughput* yang diperoleh pada simulasi dengan 64 nodal sensor hampir mencapai nilai maksimum rata-rata *throughput* dengan nilai rata-rata *delay* dan *jitter* yang minimum serta pencapaian persentase *packet loss* yang paling rendah dibandingkan dengan simulasi menggunakan jumlah nodal sensor lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Estrin, L. Girod, G. Pottie, M. Srivastava, (2001) *Instrumenting The World With Wireless Sensor Networks*, Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2001).
- [2] A. Kopke, V. Handziski, H. Karl, (2002) *Making Sensor Networks Intelligent*, Proc. of 7th World Wireless Research Forum, Eindhoven, NL.
- [3] J. Hill, R. Szewczyk, A. Woo, S. Hollar, D. Culler, K. Pister, (2000) *System Architecture Directions for Networked Sensors*, ASPLOS 2000.
- [4] <http://www-mtl.mit.edu/research/icsystems/uamps/>
- [5] <http://www.isi.edu/scadds/pc104testbed/guideline.html>
- [6] G. J. Pottie, W. J. Kaiser, (2000) *Wireless Integrated Network Sensors*, Communications of ACM, 43(5).
- [7] Network Simulator, www.isi.edu/nsnam/ns/
- [8] *Mannasim Framework*, <http://www.mannasim.dcc.ufmg.br>.
- [9] H. Fitriawan, (2003) *Pengukuran Trafik Jaringan*, Prosiding Dies Natalis Unila.
- [10] H. Karl, A. Willig, (2005) *Protocol and Architectures for Wireless Sensor Networks*, John Wiley and Sons.
- [11] S. Kurkowski, Tracy Camp, and Michael Colagrosso, (2004) *A Visualization and Animation Tool for NS-2 Wireless Simulations: iNSpect*, Colorado School of Mines.
- [12] Arnold D. Robbins. "GAWK: Effective AWK Programming", Free Software Foundation, Boston, 2009.
- [13] IEEE Computer Society, (2006) *IEEE Standard 802.15.4a-2006 : Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)*, New York.
- [14] Crossbow, *MIB520 USB Interface Board Datasheet*, Doc. 6020-0091-03 Rev A.
- [15] Crossbow, *MPR2400CA Processor and Radio Platform Datasheet*, Doc. 6020-0060-04 Rev A.
- [16] Crossbow, *MTS420/400 Environmental Sensor Board Datasheet*, Doc. 6020-0053-04 Rev A.
- [17] Perkins, C. E., Royer, E. M., (1999) *Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing*, Proc. 2nd IEEE Workshop on Mobile Computer Systems and Applications, pp. 90-100.

Analisa Simulasi Unjuk Kerja Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Pengamatan Temperatur Lingkungan

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	id.123dok.com Internet	129 words — 5%
2	docplayer.info Internet	89 words — 4%
3	www.freewebs.com Internet	29 words — 1%
4	link.springer.com Internet	26 words — 1%
5	jes.eurasipjournals.com Internet	25 words — 1%
6	path.berkeley.edu Internet	22 words — 1%
7	Jean Mehat. "Energy Efficient Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks", 2006 International Conference on Wireless and Mobile Communications (ICWMC 06), 07/2006 Crossref	18 words — 1%
8	www-tkn.ee.tu-berlin.de Internet	18 words — 1%
9	repository.unila.ac.id Internet	17 words — 1%
10	S. Gandham, M. Dawande, R. Prakash. "An integral flow-based	

energy-efficient routing algorithm for wireless sensor networks", 2004 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE Cat. No.04TH8733), 2004

Crossref

16 words — 1%

11 Ming Ma. "<![CDATA[Adaptive Triangular Deployment Algorithm for Unattended Mobile Sensor Networks]]>", IEEE Transactions on Computers, 7/2007

Crossref

16 words — 1%

12 retis.sssup.it

Internet

14 words — 1%

13 fr.scribd.com

Internet

14 words — 1%

14 Youssouf Zatout. "WSN-HM: Energy-efficient Wireless Sensor Network for home monitoring", 2009 International Conference on Intelligent Sensors Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 12/2009

Crossref

13 words — 1%

15 stress.swan.ac.uk

Internet

8 words — < 1%

16 ptprimatama.co.id

Internet

8 words — < 1%

17 aribahsan.blogspot.com

Internet

8 words — < 1%

18 foreign-languages.karazin.ua

Internet

8 words — < 1%

19 www.vtt.fi

Internet

8 words — < 1%

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY

ON