

ANALISIS KEBUTUHAN DAN KINERJA JARINGAN KOMPUTER NIRKABEL DENGAN PARAMETER *TIPHON* DI SMK MA'ARIF 1 WATES

REQUIREMENT AND PERFORMANCE ANALYSIS OF WIRELESS COMPUTER NETWORKS WITH TIPHON PARAMETERS AT MA'ARIF 1 WATES VOCATIONAL HIGH SCHOOL

Oleh: Hary Fadly Yusuf, Universitas Negeri Yogyakarta, Email : haryfadly@gmail.com

Abstrak

Jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates memerlukan analisis kebutuhan dan kinerja sesuai Permendiknas No. 40 tahun 2008 karena terdapat masalah yang mengganggu kegiatan belajar mengajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) infrastruktur jaringan, (2) kebutuhan jaringan, (3) kinerja jaringan, dan (4) usulan perbaikan jaringan. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen yang meneliti kinerja jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates terhadap kinerja yang ideal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) jaringan terdiri dari 6 titik akses *wireless*, (2) kebutuhan jaringan belum memenuhi standar Permendiknas No. 40 tahun 2008, (3) terdapat perbedaan kinerja parameter *throughput* dan *jitter* terhadap kinerja yang ideal, namun tidak terdapat perbedaan signifikan parameter *bandwidth*, *delay*, dan *packet loss*. *Quality of Service* menunjukkan *Delay* sedang, *Jitter* bagus, dan *Packet loss* bagus dengan nilai *QoS* sebesar 66,67% atau kurang memuaskan, (4) perbaikan jaringan disarankan dengan menambah *repeater*, *proxy server* dan *firewall* dengan manajemen *user* dan *bandwidth*.

Kata kunci: kinerja jaringan komputer, nirkabel, Permendiknas No 40 tahun 2008, QoS, *TIPHON*

Abstract

Wireless computer network at Ma'arif 1 Wates Vocational High School need a requirement and performance analysis in accordance to Permendiknas No. 40 of 2008 because there are problems that interfere teaching and learning activities. This research aims to determine: (1) network infrastructure, (2) network requirements, (3) network performance, and (4) proposed network improvement. This research uses quasi-experimental method that examines the performance of wireless computer network at Ma'arif 1 Wates Vocational High School on ideal performance. The results showed that: (1) the network consists of 6 wireless access points, (2) network requirements have not met Permendiknas No. 40 of 2008, (3) there are differences in performance throughput and jitter parameters on the ideal performance, but there are no significant differences in bandwidth parameters, delay, and packet loss. Quality of Service shows a good Delay, good Jitter, and good packet loss with a QoS value of 66.67% or less satisfactory, (4) suggested network improvements by adding repeaters, proxy servers and firewalls with user and bandwidth management.

Keywords: computer network performance, wireless, Permendiknas No 40 of 2008, QoS, *TIPHON*

PENDAHULUAN

Kinerja jaringan komputer nirkabel ditentukan oleh beberapa faktor yaitu besar *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. *Bandwidth* untuk *Video On-Demand* atau *Streaming - Instruksional* setidaknya 2 *Mbps*, *throughput* untuk web (*browsing*) setidaknya sebesar 500 *Kbps* (Florwick, 2013:8). *Delay* yang ideal maksimal 149 *ms*, dengan *jitter* dan *packet loss* bernilai 0 (ETSI, 1999:25-26). Kebutuhan ini yang diselaraskan dengan aturan Permendiknas

No 40 tahun 2008 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk SMK/MAK.

SMK Ma'arif 1 Wates adalah sekolah menengah kejuruan di Wates, DIY yang terus berkembang baik dari sisi kualitas maupun kuantitas untuk membentuk alumni dengan kualifikasi dan spesifikasi keterampilan teknis sebagai calon tenaga kerja unggul. SMK Ma'arif 1 Wates dengan 80 orang tenaga pengajar yang dibantu oleh 25 orang tenaga non pengajar saat ini mendidik 1.118 siswa dan siswi di area seluas

6.650 m². SMK Ma'arif 1 Wates terdiri dari 5 gedung utama yang memiliki fasilitas Wi-Fi dengan kapasitas bandwidth jaringan 56 Mbps dan akses internet hingga 10 Mbps yang digunakan untuk kegiatan di sekolah baik oleh siswa, guru, maupun non pengajar.

Masalah yang terjadi di SMK Ma'arif 1 Wates adalah di beberapa area koneksi internet seringkali terputus, kecepatan transfer datanya lambat, hingga beberapa area tidak terjangkau Wi-Fi. Penelitian maupun acuan standar yang mengatur kinerja jaringan di SMK Ma'arif 1 Wates sejauh ini juga belum ada untuk menjamin tersedianya sarana dan prasarana yang memadai. Jaringan komputer nirkabel yang tersedia di SMK Ma'arif 1 Wates perlu dicek berdasarkan standar sarana dan prasarana SMK yang ditetapkan Kemendiknas serta diuji kualitasnya berdasarkan standar kualitas koneksi internet yang berlaku untuk mendukung kualitas pembelajaran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui infrastruktur jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates, mengetahui kebutuhan jaringan komputer nirkabel, menganalisis kinerja jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates, dan memberikan usulan perbaikan jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates. Hasil analisis kinerja jaringan nirkabel ini nantinya diharapkan dapat menjadi acuan untuk memperbaiki jaringan nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dan menjaganya agar tetap optimal agar dapat mendukung sekolah, siswa, dan lulusannya untuk dapat bersaing dan menjawab tantangan perkembangan sesuai dengan visi SMK Ma'arif 1 Wates.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode *Quasi Experimental*. Penelitian ini menggunakan *The Posttest-Only Design with Nonequivalent Control Groups* (Campbell & Stanley, 1959: 34). Desain penelitian ini tidak melakukan pretest, namun dengan kondisi yang berbeda antar kelompok dalam eksperimen yang dijelaskan oleh gambar 6 (Shadish, Cook, Campbell, 2002: 47). Penelitian ini akan meneliti kinerja jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal..

Subyek penelitian ini 6 access point (AP) yang berada di SMK Ma'arif 1 Wates.. Jaringan nirkabel SMK Ma'arif 1 Wates akan diuji dengan Speedtest, Axence NetTools, dan Jperf untuk mendapatkan nilai *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*-nya. Metode sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah Systematic Sampling dimana sampel diambil dengan urutan tertentu dari anggota populasi (Sugiyono, 2016:123). Sampel diambil selama 6 hari disesuaikan dengan jumlah hari penggunaan jaringan komputer dalam satu minggu pembelajaran. Sampel diambil sebanyak 3 kali setiap hari pada pukul 08.00, 12.00, dan 15.00 dengan pertimbangan *peak time* dan *off-peak time* dalam penggunaan internet harian.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan *z test*. Analisis data kinerja jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates terhadap kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal menggunakan *Independent Samples Test* dengan SPSS 23.0 yang digunakan untuk melihat perbedaan kelompok uji berdasarkan nilai *mean*

(Hasibuan, 2007:149).. Tingkat signifikansi dalam pengujian ini adalah $\alpha = 5\%$ atau $alpha = 0,05$. Hipotesis dalam penelitian ini berdasarkan parameter yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bandwidth

H_0 = Tidak terdapat perbedaan *bandwidth* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

H_1 = Terdapat perbedaan *bandwidth* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

2. Throughput

H_0 = Tidak terdapat perbedaan *throughput* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

H_1 = Terdapat perbedaan *throughput* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

3. Delay

H_0 = Tidak terdapat perbedaan *delay* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

H_1 = Terdapat perbedaan *delay* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

4. Jitter

H_0 = Tidak terdapat perbedaan *jitter* antara kelompok *access point* yang berada pada

Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

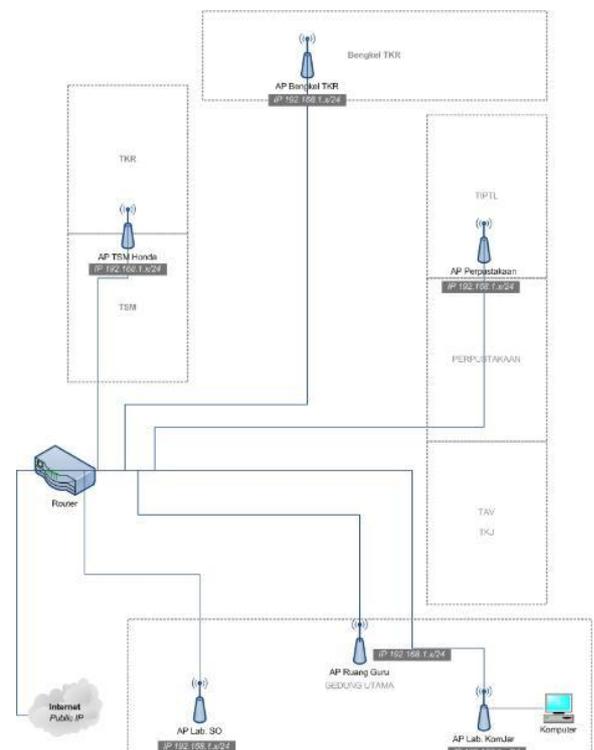
H_1 = Terdapat perbedaan *jitter* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

5. Packet Loss

H_0 = Tidak terdapat perbedaan *packet loss* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

H_1 = Terdapat perbedaan *packet loss* antara kelompok *access point* yang berada pada Laboratorium dengan kelompok *access point* non Laboratorium.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Gambar Infrastruktur Jaringan di SMK Ma'arif 1 Wates

Jaringan komputer di SMK Ma'arif 1 Wates terhubung satu sama lain melalui *switch* menuju *router* yang terhubung ke internet. Semua

komputer yang terhubung dalam jaringan *local* menggunakan *ip address* kelas C 192.168.1.x dengan subnet 255.255.255.0, sehingga perangkat berada di satu *access point* dapat terhubung dengan perangkat lain di *access point* yang berbeda. *Internet Service Provider (ISP)* atau penyedia layanan internet yang digunakan oleh SMK Ma'arif 1 Wates adalah Telkom Speedy dengan *bandwidth* sebesar 10 Mbps.

Hasil uji z untuk setiap parameter beserta pengujian hipotesis dijelaskan sebagai berikut:

1. *Bandwidth*

Group Statistics parameter *bandwidth* disajikan dalam tabel berikut. Tabel *Bandwidth Group Statistics*

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Bandwidth Ideal	1	2,0000		
Real	108	6,9064	5,96112	,57361

Data kelompok kinerja *bandwidth* jaringan komputer nirkabel berjumlah 108 dengan nilai *mean* 6,9064 dan standar deviasi 5,96112. Hasil uji z parameter *bandwidth* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel *Bandwidth Independent Samples Test*

	Levene's Test for Equality of Variances	t-Test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
Bandwidth	Equal variances assumed			-.819	107	.414	-4,90639	5,98866	-16,77821	6,96543
	Equal variances not assumed						-4,90639			

Tabel di atas menunjukkan hasil *p value* sebesar 0,414 ($p > 0,05$) artinya bahwa H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *bandwidth* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

2. *Throughput*

Group Statistics parameter *throughput* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel *Throughput Group Statistics*

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Throughput Ideal	1	500,0000		
Real	108	59,6180	13,57012	1,30579

Data kelompok kinerja *throughput* jaringan komputer nirkabel berjumlah 108 dengan nilai *mean* 59,6180 dan standar deviasi 13,57012. Hasil uji z parameter *throughput* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel *Throughput Independent Samples Test*

	Levene's Test for Equality of Variances	t-Test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
Throughput	Equal variances assumed			32,393	107	,000	440,38203	13,63280	413,35660	467,40746
	Equal variances not assumed						440,38203			

Tabel di atas menunjukkan hasil *p value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$) artinya bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima atau terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *throughput* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

3. *Delay*

Group Statistics parameter *delay* disajikan dalam berikut. Tabel *Delay Group Statistics*

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Delay Ideal	1	149,0000		
Real	108	313,2870	108,74252	10,46375

Tabel *Delay Independent Samples Test*

	Levene's Test for Equality of Variances	t-Test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
Delay	Equal variances assumed			-1,504	107	,136	-164,28704	109,24460	-380,85211	-52,27893
	Equal variances not assumed						-164,28704			

Data kelompok kinerja *delay* jaringan komputer nirkabel berjumlah 108 dengan nilai *mean* 313,2870 dan standar deviasi 108,74252. Hasil uji z parameter *delay* disajikan dalam tabel di atas.

Tabel di atas menunjukkan hasil *p value* sebesar 0,136 ($p > 0,05$) artinya bahwa

Ho diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *delay* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

4. *Jitter*

Group Statistics parameter *jitter* disajikan dalam tabel berikut. Tabel *Jitter Group Statistics*

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Jitter Ideal	1	,0000	.	.
Jitter Real	108	1,2982	,43195	,04156

Data kelompok kinerja *jitter* jaringan komputer nirkabel berjumlah 108 dengan nilai *mean* 1,2982 dan standar deviasi 0,43195. Hasil uji z parameter *jitter* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel *Jitter Independent Samples Test*

	Levene's Test for Equality of Variances	t-Test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
Jitter	Equal variances assumed	2,992	,107	-1,29817	107	,003	-1,29817	,43194	-2,15840	-.43793
	Equal variances not assumed			-1,29817						

Tabel di atas menunjukkan hasil *p value* sebesar 0,003 ($p < 0,05$) artinya bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima atau terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *jitter* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

5. *Packet Loss*

Group Statistics parameter *packet loss* disajikan dalam tabel berikut. Tabel *Packet Loss Group Statistics*

Kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PacketLoss Ideal	1	,0000	.	.
PacketLoss Real	108	12,2778	13,10692	1,26121

Data kelompok kinerja *packet loss* jaringan komputer nirkabel berjumlah 108

dengan nilai *mean* 12,2778 dan standar deviasi 13,10692. Hasil uji z parameter *packet loss* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel *Packet Loss Independent Samples Test*

	Levene's Test for Equality of Variances	t-Test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
PacketLoss	Equal variances assumed			-.302	107	,353	-12,27778	13,16746	-38,36073	13,82517
	Equal variances not assumed						-12,27778			

Tabel di atas menunjukkan hasil *p value* sebesar 0,353 ($p > 0,05$) artinya bahwa H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *packet loss* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini terdiri dari 5 parameter yaitu *bandwidth*, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Berikut ringkasan dari uji hipotesis yang dilakukan:

a. *Bandwidth*

Hasil uji z ($\alpha = 0,05$) untuk parameter *bandwidth* (*p value* = 0,414) menunjukkan H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *bandwidth* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

b. *Throughput*

Hasil uji z ($\alpha = 0,05$) untuk parameter *throughput* (*p value* = 0,000) menunjukkan H_0 ditolak sehingga H_1 diterima atau terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *throughput* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.

c. *Delay*

Hasil uji z ($\alpha = 0,05$) untuk parameter **delay** (p value = 0,136) menunjukkan **H₀ diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja delay jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.**

d. *Jitter*

Hasil uji z ($\alpha = 0,05$) untuk parameter *jitter* (p value = 0,003) menunjukkan **H₀ ditolak sehingga H₁ diterima atau terdapat perbedaan signifikan antara kinerja jitter jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.**

e. *Packet Loss*

Hasil uji z ($\alpha = 0,05$) untuk parameter *packet loss* (p value = 0,353) menunjukkan **H₀ diterima atau tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja packet loss jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal.**

Dari nilai total indeks QoS pada jaringan komputer di SMK Ma'arif 1 Wates didapatkan persentase QoS 66,67% atau secara keseluruhan masuk dalam kategori Kurang Memuaskan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Infrastruktur jaringan komputer nirkabel yang ada di SMK Ma'arif 1 Wates terdiri dari 6 titik yaitu *access point* TSM Honda, Ruang Guru, Perpustakaan, Bengkel TKR, dan Laboratorium Sistem Operasi, serta Laboratorium Komputer dan Jaringan.

Kebutuhan jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates berdasarkan pada Permendiknas No. 40 tahun 2008 yang merinci tentang sarana dan prasarana yang harus tersedia menyebutkan bahwa laboratorium komputer yang ada di sekolah harus memenuhi kelengkapan yang dijabarkan di Lampiran Permendiknas No. 40 tahun 2008. Observasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sebagian besar kebutuhan dan kelengkapan yang ada baik untuk Laboratorium Sistem Operasi maupun Laboratorium Komputer dan Jaringan sama-sama kurang mencukupi kelengkapan yang disyaratkan di mana untuk kategori peralatan pendidikan terdapat kekurangan *stabilizer* untuk setiap komputer karena *stabilizer* hanya tersedia di komputer guru dan untuk kategori perlengkapan lain terdapat kekurangan jam dinding dan tempat sampah untuk setiap ruang tersebut

Analisis kinerja pada jaringan komputer nirkabel menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *throughput* dan *jitter* pada jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal. Namun untuk parameter *throughput*, *delay*, dan *jitter* tidak terdapat perbedaan signifikan antara kinerja *packet loss* jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan kinerja jaringan komputer nirkabel yang ideal. Penilaian kinerja pada jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates dengan parameter *TIPHON* berdasarkan standar Cisco (Florwick, 2013:8) menunjukkan bahwa nilai *Delay* pada kategori Sedang, *Jitter* pada kategori Bagus, dan *Packet loss* pada kategori Bagus. Indeks QoS jaringan komputer nirkabel di SMK

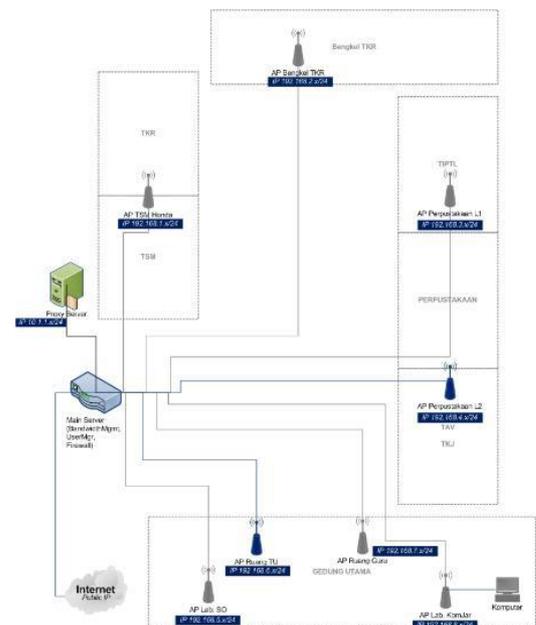
Ma'arif 1 Wates secara keseluruhan berada pada persentase 66,67% atau kurang memuaskan.

Desain optimal jaringan komputer nirkabel di SMK Ma'arif 1 Wates membutuhkan perbaikan di kebutuhan maupun kinerja. Sisi kebutuhan dapat diperbaiki dengan melengkapi kebutuhan sarana dan prasarana berupa *stabilizer* untuk setiap komputer serta melengkapi tempat sampah dan jam dinding untuk Laboratorium Sistem Operasi dan Laboratorium Komputer dan Jaringan. Sisi kinerja dapat diperbaiki dengan melakukan manajemen *bandwidth*, manajemen *user*, manajemen *IP address*, menambah *repeater/access point* tambahan, menyediakan *proxy server*, dan mengatur *firewall rules*.

Beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan antara lain sebagai berikut

1. Mengatur ulang infrastruktur dengan menempatkan beberapa *repeater/access point* tambahan dengan konfigurasi *channel* teratur di gedung TSM Honda dan gedung Perpustakaan yang memiliki lebih dari satu lantai serta Ruang Guru-TU di gedung utama yang memiliki area yang luas agar *hotspot* dapat menjangkau seluruh area kerja atau area belajar.
2. Melengkapi peralatan pendidikan berupa stabilizer untuk komputer dan perlengkapan lainnya berupa jam dinding dan tempat sampah di Laboratorium Sistem Operasi dan Laboratorium Komputer dan Jaringan agar dapat memenuhi standar minimal sarana dan prasarana sesuai Permendiknas No. 40 tahun 2008 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk SMK/MAK.

3. Melakukan manajemen *bandwidth* agar *throughput* yang didapat oleh client lebih efektif dan efisien.
4. Melakukan manajemen *IP address* dengan pengaturan *DHCP* dan *subnetting* yang berbeda di setiap *access point* untuk meningkatkan keamanan jaringan.
5. Menyediakan *proxy server* dan mengatur *firewall rules* untuk menjaga *Quality of Service (QoS)* jaringan komputer di SMK Ma'arif 1 Wates.
6. Usulan perbaikan jaringan yang meliputi manajemen *IP addressing*, manajemen *bandwidth* sesuai pengguna, serta penambahan *proxy server* dan *firewall rules* digambarkan pada berikut.



Gambar Usulan Perbaikan Jaringan

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Donald T., & Stanley, Julian C. (1959). *Experimental and Quasi-Experimental Design for Research*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Campbell, Donald T., Shadish, W., Cook., T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Design for generalized*

- Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- ETSI. (1999). *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*. France: ETSI.
- Florwick, Jim, dkk. (2013). *Wireless LAN Design Guide for High Densun Client Environment in Higher Education*. San Jose: Cisco.
- Hasibuan, Ph.D., Zainal A. (2007). *Metode Penelitian pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*. Jakarta: Fakultas Ilmu Komputer UI.
- Sugiyono, Prof. Dr. (2011). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.