

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Ahmad Sujana tahun 2018 “Aplikasi *Monitoring* Data Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Deteksi Dini Potensi Kebakaran Berbasis Android”. Studi ini memberikan konsekuensi dari jenis pembangunan struktur keselamatan terhadap bencana kebakaran, khususnya struktur keselamatan aktif dan pasif. Pasif adalah adanya sistem deteksi dini terhadap potensi kebakaran, sistem deteksi ini berperan penting karena dapat menghindari proses kebakaran yang lebih meluas, seperti bangunan rumah atau harta benda. Salah satu teknologi wi-fi yang sedang dikembangkan adalah jaringan sensor wi-fi atau biasanya disebut WSN. Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) termasuk teknologi yang memiliki kapasitas luas yang meliputi pemantauan lingkungan, pencarian barang, estimasi dan observasi medis, pengelolaan pengunjung dan lain-lain [3].

Penelitian Dani Kurniawan pada tahun 2023 berjudul “Inovasi Sistem Pemadam Kebakaran dan Alarm Berbasis Arduino Menggunakan *Smartphone* Dengan Metode TRIZ”. Penulis menjelaskan bahwa banyak kejadian kebakaran yang terjadi di kawasan pemukiman di Kabupaten Gresik, sehingga peneliti bertujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi dan pemadam kebakaran skala kecil yang dapat dipantau menggunakan telepon pintar. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino dengan metode evaluasi *Theory Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch* (TRIZ). menggunakan *survey* menyebar kuisisioner kepada 80 responden [4].

Penelitian ETechnoG pada tahun 2022 dengan judul “*What is Addressable Fire Alarm Sistem? Wiring Diagram*” memaparkan hasil perbedaan utama antara sistem alarm kebakaran yang dapat dialamatkan dan sistem alarm kebakaran konvensional. Sistem alarm kebakaran konvensional tidak dapat mengetahui jumlah pasti dari detektor atau lokasi yang tepat, dari tempat yang tidak disengaja tetapi dalam sistem alarm kebakaran yang dapat dialamatkan dapat mencari tahu lokasi yang tepat dari tempat kecelakaan. Pada dasarnya, sistem alarm kebakaran

konvensional menggunakan sinyal analog untuk pengoperasiannya sedangkan sistem alarm kebakaran beralamat menggunakan sinyal digital untuk pengoperasiannya [5].

Penelitian N N Mahzan pada tahun 2018 dengan judul “*Design of an Arduino-based home fire alarm sistem with GSM Module*”. Penelitian ini melakukan perancangan alarm kebakaran rumah dengan sistem berbasis Arduino melalui Modul GSM. Penelitian ini bertujuan untuk keamanan rumah dengan tujuan utamanya untuk menghindari kecelakaan kebakaran yang terjadi pada penghuni dan juga properti di dalam rumah. Pada penelitian ini penulis menggunakan papan Arduino Uno bersama dengan *chip* ATmega328, sebagai pengontrol utama yang mengontrol peringatan kebakaran rumah yang dikenai sensor suhu [6].

Penelitian terakhir adalah penelitian yang dilakukan oleh Nur Widiya pada tahun 2019 dengan judul “Penerapan Ijin Kerja Panas (*Hot Work Permit*) Sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran dan Peledakan di PT. Terminal Petikemas Surabaya Jawa Timur”. Penelitian ini memaparkan hasil yaitu untuk mencegah kebakaran dan peledakan akibat pekerjaan panas perusahaan menerapkan ijin kerja panas (*hot work permit*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan ijin kerja panas (*hot work permit*) sebagai salah satu upaya pencegahan kebakaran dan peledakan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu dengan menggambarkan penerapan ijin kerja panas (*hot work permit*). Teknik pengumpulan data mengenai penerapan ijin kerja panas dilakukan melalui observasi langsung ke lapangan, wawancara, dan studi kepustakaan [7]. Ringkasan beberapa penelitian terkait sistem pemantauan kebakaran tertulis dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka Penelitian Terdahulu

No	Jurnal	Keterangan
1	Ahmad Sujana, “Aplikasi Monitoring Data <i>Wireless</i> Sensor <i>Network</i> Untuk Deteksi Dini Potensi Kebakaran Berbasis Android” 2018.	Hasil penelitian dengan menggunakan metode ekperimental dengan beberapa hasil informasi melalui studi subjek, studi literatur. Sedangkan untuk perbaikan perangkat digunakan metode <i>Waterfall</i> . Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, masing-masing perangkat sensor (asap, api, suhu) menghasilkan nilai informasi sensor minimum dan maksimum sesuai dengan nilai variabel yang ditentukan dalam proses penelitian ini, sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk mendeteksi kebakaran untuk membantu pengembangan aplikasi monitoring data <i>wireless</i> sensor network untuk deteksi dini kebakaran
2	Dani Kurniawan, “Inovasi Pemadam Kebakaran Dan Sistem <i>Alarm</i> Berbasis <i>Arduino</i> Menggunakan <i>Smartphone</i> Dengan Metode TRIZ” 2023.	Hasil penelitian dengan sistem menggunakan mikrokontroler <i>Arduino</i> dengan metode evaluasi <i>Theoryya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch</i> (TRIZ). Melakukan survei melalui cara menyebarkan kuesioner kepada delapan puluh responden, mempelajari validitas dan reliabilitas fakta dari hasil kuesioner.
3	ETechnoG, “ <i>What is Addressable Fire Alarm Sistem? Wiring Diagram</i> ” 2022	Hasil penelitian ini menjelaskan perbedaan utama antara sistem alarm kebakaran yang dapat dialamatkan dan sistem alarm kebakaran konvensional adalah sistem alarm kebakaran konvensional tidak dapat mengetahui jumlah pasti dari detektor atau lokasi yang tepat dari tempat yang tidak disengaja tetapi dalam sistem alarm kebakaran yang dapat dialamatkan dan

		dapat mencari tahu lokasi yang tepat dari tempat kecelakaan. Pada dasarnya, sistem alarm kebakaran konvensional menggunakan sinyal analog untuk pengoperasiannya sedangkan sistem <i>alarm</i> kebakaran beralamat menggunakan sinyal digital untuk pengoperasiannya.
4	N N Mahzan, “ <i>Design of an Arduino-based home fire alarm sistem with GSM Module</i> ” 2018.	Memaparkan hasil penelitian yaitu perancangan alarm kebakaran rumah dengan sistem berbasis Arduino melalui Modul GSM dengan menggunakan papan Arduino Uno bersama dengan <i>chip</i> ATmega328. Pengontrol utama yang digunakan tentunya untuk mengontrol peringatan kebakaran rumah yang dikenai sensor suhu. Sensor suhu LM35 digunakan untuk mendeteksi panas dari api. Pesan peringatan akan dikirim ke pengguna melalui layanan pesan singkat (SMS) melalui modul GSM.
5	Nur Widiya, “Penerapan Ijin Kerja Panas (<i>Hot Work Permit</i>) Sebagai Upaya Pencegahan Kebakaran dan Peledakan di PT. Terminal Petikemas Surabaya Jawa Timur” 2019.	Hasil penelitian ini menggunakan prosedur ijin kerja panas yang harus diketahui oleh pekerja, kontraktor, dan penyedia. Melibatkan pihak yang mempunyai kewajiban dalam pelaksanaan penegakan ijin kerja panas, pemantauan, dokumentasi dan pencatatan, pelatihan dan sanksi, pusat dan prasarana yang terkait dengan kerja panas yang dilakukan melalui observasi langsung ke lapangan, wawancara, dan studi literatur.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Kebakaran

Kebakaran umumnya terjadi di kawasan pemukiman padat penduduk akibat bangunan yang tidak rata dan tidak teratur serta tidak sesuai dengan standar keselamatan kebakaran. Pertambahan jumlah penduduk mendorong meningkatnya jumlah pemukiman padat penduduk yang menimbulkan bahaya kebakaran. Wilayah DKI Jakarta merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia dan merupakan pusat kegiatan pemerintahan dan perekonomian [8].

Pada September 2020, jumlah penduduk DKI Jakarta mencapai 10,56 juta jiwa dan bertambah sebanyak 954,3 juta jiwa dalam kurun waktu sepuluh tahun. Tingginya jumlah penduduk di Jakarta tentunya menambah kepadatan penduduk di wilayah seluas 664,01 km³ ini. Kepadatan penduduk mencapai 15.906 jiwa/km³, dan persentase rumah tangga kumuh sebesar 42,73% (Badan Pusat Statistik, 2020). Tahun 2020, terdapat 1.505 kasus kebakaran di DKI Jakarta. Jakarta Selatan menjadi wilayah dengan jumlah kejadian kebakaran tertinggi dengan 397 kasus. Kebakaran disebabkan gangguan listrik, ledakan dan kebocoran gas, pembakaran sampah, lilin, dan lain-lain. Dalam kebakaran listrik terjadinya panas disebabkan karena arus listrik yang mengalir pada media tahanan penghantar dan diubah menjadi energi panas sehingga pada besaran arus listrik tertentu menimbulkan kebakaran listrik. Peristiwa kebakaran listrik dapat dieliminir jika pemasangan instalasi listrik sesuai aturan dan penggunaannya sesuai dengan kaidah yang berlaku [9].

2.2.2. *Hydrant Control Panel*

Hydrant merupakan sebuah sistem proteksi kebakaran pada gedung dengan menggunakan air bertekanan. Umumnya site mini digunakan untuk memadamkan api berskala besar. Dalam sistem ini terdapat berbagai macam komponen utama yang mendukung pengoperasian *hydrant*, seperti tandon air (*reservoir*), *hydrant pump*, *hydrant pillar*, *hydrant box*, *control panel*, dan lain-lain. Sistem *hydrant* dioperasikan secara manual dengan beberapa komponen tambahan yang dapat diaktifkan dengan

melakukan *setting* secara manual atau otomatis. *Hydrant* system pada dasarnya dapat ditemukan di dalam banyak gedung-gedung tinggi atau bangunan publik

Fire hydrant kebakaran disebut sebagai salah satu sistem pemadam kebakaran menggunakan media pemadam air bertekanan yang di alirkan melalui pipa-pipa dan selang kebakaran. Sistem *hydrant* terdiri dari sistem persediaan air pompa, perpipaan, kopleng *outlet* dan *inlet* serta selang dan *nozzle*. Ada dua jenis *hydrant* yang di golongkan berdasarkan jenis dan penempatannya yaitu *hydrant* gedung dan *hydrant* halaman. *Hydrant* gedung biasanya terletak di dalam suatu bangunan/gedung [10]. Pada gambar 2.2 menggambarkan perangkat *hydrant* yang umumnya ada pada gedung-gedung.



Gambar 2. 1 Perangkat *Hydrant*

Mengacu pada standar NFPA (*National Fire Protection Association*) NFPA (*National Fire Protection Association*) spesifikasi *fire hydrant pillar* dibagi dalam empat kategori:

1. *Fire hydrant* dengan kapasitas pompa lebih dari 1500 gpm masuk sebagai katagori kelas AA, biasanya ditandai dengan cap berwarna biru.
2. *Fire hydrant* dengan kapasitas pompa antara 1000 sampai 1499 gpm digolongkan katagori A, ditandai dengan cap berwarna hijau.
3. *Fire hydrant* dengan kapasitas pompa antara 500 hingga 999 gpm digolongkan katagori B, ditandai dengan cap hydrant berwarna *orange*.
4. *Fire hydrant* katagori C kapasitas pompa antara 0 hingga 499 gpm, ditamandai dengan bagian cap berwarna merah.

Komponen dan fungsi dari *hydrant* adalah hal yang sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan instalasi *hydrant* untuk proteksi bangunan atau aset. *Fire hydrant* adalah sistem instalasi/jaringan perpipaan berisi air bertekanan yang digunakan sebagai sarana untuk pemadam kebakaran.

a. Penampungan air (*Reservoir*)

Reservoir biasanya ditemukan di bawah tanah (*ground tank fire hydrant*) atau di atas tanah (*water tank*) dengan menyesuaikan ketersediaan tempat dan instalasi. *Reservoir* berfungsi dan mampu mengatasi persediaan air minimal 30 menit dari penggunaan *hydrant* dengan kapasitas penampungan minimum pompa 500 galon untuk setiap menitnya.

b. Ruang Pompa

Ruang pompa berfungsi sebagai suatu ruangan atau konstruksi yang berisi perangkat utama untuk pemasangan *hydrant*, dengan pompa *hydrant* dan panel kontrol perangkat *hydrant*. Isi atau komponen dari ruang pompa meliputi pompa *hydrant*, panel kontrol, *header*, pipa hisap, dan *pressure tank*.

c. Pompa *Hydrant*

Pompa *hydrant* berfungsi untuk mengangkut air dari *reservoir* menuju sistem distribusi *hydrant*. Pompa hidrant terdapat tiga jenis, yaitu pompa joki yang berfungsi menjaga tegangan statik di dalam jaringan *hydrant*, pompa primer kedua (pompa primer bertenaga listrik) merupakan penggerak utama air di dalam sistem *hydrant*, dan pompa 0,33 merupakan pompa cadangan (pompa *diesel*) yang berfungsi sebagai penggerak cadangan sistem *hydrant*.

d. Panel Kontrol

Panel kontrol berfungsi untuk mengatur dan mengatur sistem pengoperasian pompa *hydrant* agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Pompa *hydrant* bekerja berdasarkan tekanan yang ada pada instalasi pipa. Untuk mengatur sistem kerja pompa yaitu berdasarkan tekanan pada panel kontrol dan menerima input dari tekanan saklar (*pressure switch*).

e. *Header*

Pipa *header* berfungsi sebagai penghubung utama antara pipa pengeluaran dari pompa *hydrant* ke jaringan sistem distribusi *hydrant*. Diameter pipa yang digunakan biasanya lebih besar dibandingkan pipa lainnya.

f. *Suction* (pipa hisap)

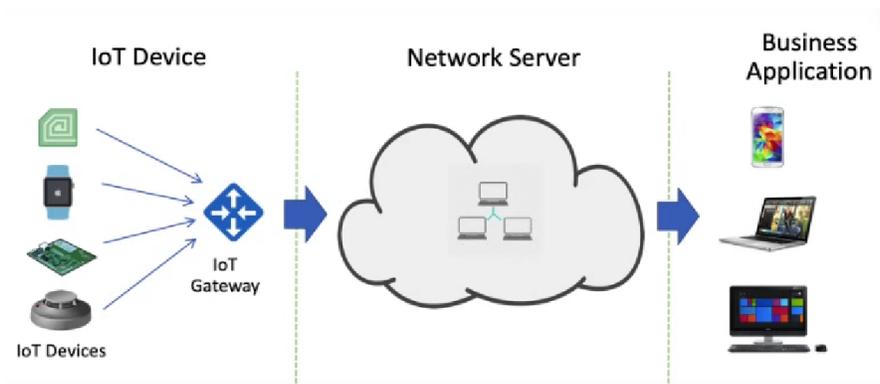
Suction (pipa hisap) adalah suatu rangkaian perpipaan yang berfungsi untuk menghubungkan air dari *reservoir* ke pompa [11].

2.2.3 Teknologi IoT

Arsitektur dasar sistem pencegah kebakaran mengikuti arsitektur umum IoT atau rantai nilai, yang terdiri dari empat elemen: perangkat, jaringan, *platform*, dan aplikasi. *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi untuk meningkatkan konsumsi energi terbarukan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi efek lingkungan dari penggunaan energi. *Internet of Things* (IoT) adalah konsep di mana objek fisik atau perangkat elektronik dapat terhubung dan berkomunikasi dengan *internet* atau satu sama lain secara langsung, tanpa interaksi manusia.

Konsep ini memungkinkan objek atau perangkat untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan, membuka peluang untuk berbagai aplikasi dan layanan yang cerdas dan terhubung. Secara luas, IoT melibatkan integrasi teknologi, sensor, perangkat keras, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan untuk menciptakan ekosistem di mana segala sesuatu dapat saling berinteraksi dan berkomunikasi. Inovasi IoT mencakup berbagai bidang, termasuk rumah pintar (*smart home*), kota pintar (*smart city*), otomatisasi industri, kesehatan digital, transportasi pintar, pertanian pintar, dan banyak lagi. Melalui konsep IoT, banyak aspek kehidupan sehari-hari dapat ditingkatkan melalui integrasi teknologi yang cerdas dan terhubung, membuka peluang baru dalam berbagai bidang dan industri.

Pada tugas akhir ini penulis melakukan penelitian yaitu penggunaan *hydrant* panel merek Tornatech sebagai elemen perangkat dari *system* IoT yang dibangun. Data yang dikumpulkan adalah tekanan air, status daya utama, dan cadangan status daya (generator *diesel*) [12].



Gambar 2. 2 Arsitektur IoT

Pada Gambar 2.3 merupakan arsitektur IoT dalam bentuk sederhana dengan 3 aspek yaitu *iot device*, *network server*, *application*. Sebagai contoh dari *IoT device* yaitu *RFID tag*, *Wearable device*, *mini computer*, dan *sensor*. *IoT perangkat* merupakan perangkat jaringan yang mengumpulkan data dari perangkat IoT dan mengirimkannya ke *server*. Pada *device* terdapat *network* yang terkhusus dari *sensor* atau *device* ke *perangkat*. Pada *network server* terdapat koneksi yaitu *broadband access*, *3G/4G/5G*, dan *satelit*. *IoT platform* adalah kumpulan dari beberapa komponen yang membantu untuk membuat aplikasi, *remote data* dan konektivitas aman dengan beberapa fungsi tambahan seperti *device* atau *sensor management* dan akan terkoneksi ke *big data*.

2.2.4 Quality of Service dengan standar TR 101 329 V1.2.5

TIPHON adalah standar penilaian dari parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). *Quality of service* (QoS) bertujuan untuk mengelola lalu lintas data untuk mengurangi *packet loss*, *latency* atau *delay*, dan *jitter* pada jaringan. QoS juga berfungsi untuk mengatur dan mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada jaringan.

Model *monitoring* QoS terdiri dari komponen *monitoring application*, *QoS monitoring*, *monitor*, dan *monitoring objects*. ETSI TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) telah mengembangkan standar untuk *Quality of Service* (QoS) yang memfokuskan pada penjaminan kualitas layanan

end-to-end dalam sistem TIPHON. Standar ini tertuang dalam ETSI TR 101 329 V1.2.5, yang secara spesifik membahas metodologi pengukuran QoS. Dokumen ini memberikan kerangka kerja untuk memastikan bahwa layanan telekomunikasi dan *internet* memenuhi standar kualitas tertentu yang diperlukan untuk aplikasi yang bergantung pada konektivitas seperti VoIP dan *video* konferensi (*Internet Archive*).

TR 101 329 V1.2.5 adalah standar yang diterbitkan oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) berjudul "*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*". Standar ini berfokus pada kualitas layanan (QoS) dalam hal panggilan suara pada jaringan IP yang menerapkan skenario TIPHON. Secara umum, TR 101 329 V1.2.5 membahas hal-hal yaitu informasi umum tentang kualitas *end-to-end* dan bagaimana kualitas tersebut dipengaruhi oleh berbagai komponen dalam sistem TIPHON.

Definisi kelas-kelas QoS yang berlaku untuk performa *end-to-end*, tidak termasuk performa akustik terminal. Kelas-kelas ini mendeskripsikan kualitas suara searah *non-interaktif*, *delay* (penundaan) *end-to-end*, waktu untuk melakukan panggilan, hubungan antara performa terminal dan jaringan TIPHON dengan kelas-kelas QoS TIPHON *end-to-end* dan untuk mengukur performa sistem TIPHON, terminal, dan jaringan [13].

Monitoring application merupakan sebuah antarmuka bagi *administrator* jaringan. Komponen ini berfungsi mengambil informasi lalu lintas paket data dari monitor, kemudian melakukan analisis dan mengirimkan hasil analisis kepada *user*. Hasil analisis tersebut nantinya akan menjadi catatan untuk administrator jaringan yang bertugas serta dapat melakukan operasi-operasi lainnya. QoS *monitoring* menggunakan mekanisme dengan mengambil informasi nilai parameter QoS dari lalu lintas paket data, dengan cara mengumpulkan dan mencatat informasi lalu lintas paket data yang selanjutnya akan dikirimkan ke *monitoring application*.

Monitor mengukur aliran paket data secara *real time* dan melaporkan hasilnya ke aplikasi *monitoring*. Objek yang dipantau berisi informasi seperti atribut dan aktivitas yang di monitor di dalam jaringan. Di dalam konteks QoS *monitoring*,

informasi tersebut berupa aliran paket data yang dimonitor secara *real-time*. Jenis aliran paket data dapat diketahui dari alamat sumber (*source*) dan tujuan (*destination*) di *layer-layer* IP, *port* yang digunakan misalnya UDP atau TCP, dan parameter yang ada di dalam paket RTP [14].

Tabel 2. 2 Indeks Parameter TIPHON

<i>Value</i>	<i>Percentage (%)</i>	<i>Index</i>
3.8 – 4	95 – 100	Very Good
3 – 3.79	75 – 94.75	Good
2 – 2.99	50 – 74.75	Not Good
1 – 1.99	25 – 49.75	Bad

Tabel ini dapat diisi setelah kualitas semua parameter diselidiki. Pertama, untuk parameter *bandwidth*, Tabel 2.1 menjadi acuan untuk menentukan QoS untuk aspek ini, namun untuk parameter *bandwidth*, dalam banyak hal dapat diabaikan karena saat ini kualitas akses *internet* sudah baik. Selanjutnya untuk parameter *throughput*, rumus *throughput* ditunjukkan pada persamaan 1 di bawah ini.

$$Throughput (kbps) = \frac{Packet\ received\ (kb)}{Transmit\ time\ (s)} \quad (1)$$

Nilai *throughput* dari persamaan 1 dapat dikonversi menjadi persentase dengan membandingkan *bandwidth* yang tersedia di jaringan (Persamaan 2).

$$Throughput(\%) = \frac{Throughput\ (kbps)}{Bandwidth\ (kbps)} \times 100\% \quad (2)$$

Dari rumus *throughput* persamaan dua diatas dapat disimpulkan bahwa jika data yang dikirim relatif kecil (khas dalam kasus penggunaan IoT) ke *bandwidth* internet, maka hasil *throughput* akan selalu kecil. Standar *throughput* untuk indeks QoS dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 3 Indeks Parameter Throughput

Throughput	Category	Index
76% – 100%	Very Good	4
51% – 75%	Good	3
26% – 50%	Fair	2
0 – 25%	Bad	1

Selanjutnya adalah untuk parameter *packet loss* standarnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2. 4 Indeks Parameter Packet Loss

Packet Loss	Category	Index
0 – 2%	Very Good	4
3% – 14%	Good	3
15% – 24%	Fair	2
$\geq 25\%$	Bad	1

Sedangkan standar parameter *delay* dapat ditunjukkan pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2. 5 Indeks Parameter Delay

Delay (ms)	Category	Index
<150	Very Good	4
150 – 300	Good	3
300 – 450	Fair	2
>450	Bad	1

Standar parameter *jitter* dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini.

Tabel 2. 6 Indeks Parameter Jitter

Jitter (ms)	Category	Index
0	Very Good	4
0 – 75	Good	3
75 – 125	Fair	2
125 – 225	Bad	1

Untuk mengetahui QoS sistem, parameter pertama yang diperiksa adalah *bandwidth*. Karena sistem menggunakan akses internet 10 Mbps, maka nilai indeks untuk parameter ini adalah “4” atau sangat baik.