NASKAH INOVASI PEMBELAJARAN

WaveLink: Simulator Interaktif Berbasis HTML untuk Pembelajaran Perancangan Link Nirkabel Jarak Jauh

Aliyudin
Guru Mata Pelajaran Produktif TKJ
SMKS Ciledug Al Musaddadiyah Garut

Ringkasan

WaveLink adalah media pembelajaran interaktif dalam satu berkas HTML yang membantu peserta didik Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) berlatih merancang link radio jarak jauh. Siswa menggeser parameter seperti jarak, daya pancar, tinggi menara, jenis antena, dan kanal, lalu melihat hasil hitung berubah seketika. Pembelajaran disusun dalam delapan pos praktikum, masing-masing dengan satu misi terukur, dan ditutup dengan laporan yang dapat dicetak ke PDF. Karena berjalan di peramban tanpa koneksi internet, tanpa instalasi, dan tanpa biaya lisensi, WaveLink cocok untuk laboratorium sekolah dengan fasilitas terbatas.

A. Latar Belakang

Wilayah perbukitan seperti Garut menyulitkan penarikan kabel optik. Biayanya besar dan medannya berat. Link radio nirkabel pada pita 5 GHz menjadi alternatif yang realistis, tetapi perancangannya menuntut ketelitian. Tinggi menara yang kurang, antena yang meleset beberapa derajat, kanal yang padat, hingga hujan lebat dan petir dapat membuat link gagal bekerja.

Di sisi pembelajaran, kompetensi ini sulit dilatihkan secara langsung. Perangkat radio sungguhan mahal dan berisiko rusak jika salah pasang. Praktik di lapangan juga sulit diulang berkali-kali, padahal pemahaman teknis tumbuh dari percobaan yang berulang. Akibatnya, siswa cenderung menghafal rumus tanpa merasakan bagaimana setiap parameter saling memengaruhi.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana siswa dapat berlatih merancang link nirkabel jarak jauh tanpa bergantung pada perangkat mahal dan berisiko?
2. Bagaimana konsep seperti FSPL, link budget, Zona Fresnel, fade margin, dan SNR dapat dipahami lewat pengalaman, bukan hafalan?
3. Bagaimana media pembelajaran dapat dipakai di laboratorium sekolah yang tidak memiliki koneksi internet memadai?

C. Tujuan Inovasi

1. **Memahami konsep.** FSPL, link budget, Zona Fresnel, fade margin, dan SNR dipahami lewat angka yang bisa digeser.
2. **Berlatih merancang.** Siswa memilih tinggi tiang, jenis antena, dan kanal agar link memenuhi syarat teknis.
3. **Menguji dan menilai.** Siswa mengukur throughput, latensi, dan uptime, lalu melihat pos mana yang sudah tercapai.
4. **Membiasakan praktik aman.** Grounding, arrester, dan kesadaran terhadap regulasi frekuensi ditanamkan sejak dini.

WaveLink dirancang sebagai bekal sebelum siswa memegang perangkat sungguhan, bukan sebagai pengganti praktik nyata.

D. Deskripsi Inovasi

WaveLink adalah aplikasi simulasi yang dikemas dalam satu berkas HTML. Cukup dibuka di peramban, dan siswa langsung dapat berlatih. Aplikasi ini mencakup link Point-to-Point (PtP) dan Point-to-Multipoint (PtMP) pada pita 5 GHz. Beberapa karakteristik utamanya:

- **Interaktif.** Setiap parameter dapat digeser dan hasil hitung berubah seketika, sehingga siswa belajar dengan mencoba.
- **Berbasis model fisika.** Perhitungan FSPL, Zona Fresnel, fade margin, grounding, dan pemilihan modulasi (MCS) mengikuti rumus yang konsisten dengan video panduan, sehingga yang dilihat siswa sama dengan yang dijelaskan guru.
- **Berjalan offline.** Tidak memerlukan internet, instalasi, maupun lisensi.
- **Bermisi dan terukur.** Setiap pos memiliki satu misi, dan lingkaran pos berubah hijau ketika misi tercapai.
- **Berujung pada laporan.** Siswa mengisi nama dan kelas, lalu mencetak hasil ke PDF sebagai bukti capaian.

E. Delapan Pos Praktikum

1. **Pos 1, FSPL dan link budget.** Siswa menghitung redaman ruang bebas lalu menjumlahkan seluruh penguatan dan rugi sepanjang link. *Misi: link sejauh 10 km atau lebih dengan fade margin ideal minimal 10 dB.*
2. **Pos 2, Zona Fresnel dan tinggi menara.** Siswa menaikkan tiang agar bukit, pohon, dan lengkung bumi tidak mengganggu zona Fresnel pertama. *Misi: clearance minimal 60% di seluruh lintasan.*
3. **Pos 3, pemilihan jenis antena.** Siswa membandingkan dish, grid, sektoral, dan omni, serta memahami kapan PtP atau PtMP lebih tepat. *Misi: memilih antena PtP di sisi CPE hingga fade margin ideal minimal 25 dB.*

4. **Pos 4, pemindaian spektrum.** Siswa memindai penggunaan frekuensi lalu memilih kanal dengan interferensi terendah. *Misi: kanal dengan noise floor maksimal −90 dBm.*
5. **Pos 5, penyelarasan antena.** Siswa menggerakkan azimut dan elevasi sampai beam tepat di pusat target. *Misi: rugi misalignment maksimal 1 dB.*
6. **Pos 6, fade margin dan hujan lebat.** Siswa menguji cadangan daya agar link bertahan saat hujan deras dan fading multipath. *Misi: margin sisa minimal 10 dB pada hujan 100 mm/jam.*
7. **Pos 7, surge arrester dan grounding.** Siswa melindungi jalur PoE di kedua ujung dan menurunkan resistansi pentanahan. *Misi: arrester di kedua sisi, bonding kabel, dan resistansi grounding maksimal 10 Ω.*
8. **Pos 8, uji throughput dan latensi.** Modulasi (MCS) otomatis mengikuti SNR hasil rancangan siswa. *Misi: menjalankan tes 24 sampel hingga throughput stabil dan latensi rendah.*

F. Langkah Pembelajaran

Alur belajar dapat dikerjakan berurutan, atau dilompati sesuai kebutuhan lewat menu di sisi kiri aplikasi.

1. **Pelajari dasar.** Siswa membuka Ruang Latihan yang berisi analogi dan kuis untuk membangun pemahaman awal.
2. **Hitung.** Pada Pos 1, siswa menghitung FSPL dan link budget.
3. **Rancang.** Pada Pos 2 sampai 5, siswa menentukan menara, antena, kanal, dan penyelarasan.
4. **Perkuat.** Pada Pos 6 dan 7, siswa mengantisipasi hujan dan petir melalui fade margin dan grounding.
5. **Uji dan laporkan.** Pada Pos 8 dan menu Cetak hasil, siswa menguji throughput, mengisi nama dan kelas, lalu menyimpan laporan sebagai PDF.

Sebagai pendamping, tersedia video panduan penggunaan berdurasi sekitar 4 menit 18 detik dengan narasi dan subtitle, sehingga siswa dapat belajar mandiri maupun mengulang materi di rumah.

G. Contoh Hasil Rancangan

Video panduan memakai satu contoh link sebagai acuan: jarak 12 km pada kanal 161 (5.805 MHz), daya pancar 24 dBm, dengan antena dish 30 dBi di kedua sisi. Dari rancangan ini diperoleh:

- redaman ruang bebas (FSPL) sekitar 129,3 dB,
- RSSI sekitar −47,3 dBm, dan
- fade margin sekitar 40,7 dB, jauh di atas batas ideal.

Contoh ini menunjukkan alur berpikir yang ingin ditanamkan: setiap keputusan perancangan, mulai dari jenis antena hingga pemilihan kanal, tercermin langsung pada angka hasil.

H. Kebaruan dan Keunggulan

1. **Belajar dengan mencoba tanpa risiko.** Kesalahan rancangan tidak merusak perangkat, sehingga siswa berani bereksperimen.
2. **Konsep abstrak menjadi terlihat.** Zona Fresnel, fade margin, dan SNR divisualkan dan dapat dimanipulasi.
3. **Satu berkas, tanpa internet.** Mudah dibagikan, mudah dipakai, dan tidak membebani infrastruktur sekolah.
4. **Capaian terlihat.** Misi per pos, skor, dan laporan PDF memudahkan guru memantau dan menilai.
5. **Menanamkan budaya keselamatan.** Grounding dan arrester menjadi bagian dari misi, bukan tambahan.

I. Manfaat

Bagi siswa: memahami konsep teknis lewat pengalaman, berlatih berulang kali, dan siap menghadapi praktik perangkat nyata.

Bagi guru: memperoleh media praktik yang siap pakai di kelas, dengan capaian siswa yang terlihat dari skor dan laporan, serta menghemat alat dan waktu persiapan.

Bagi sekolah: solusi yang berjalan offline, cocok untuk laboratorium terbatas, tanpa instalasi atau biaya lisensi, dan menyiapkan siswa sebelum praktik perangkat nyata.

J. Rencana Evaluasi

Keberhasilan penerapan dapat dipantau melalui indikator berikut:

- jumlah pos yang berhasil dituntaskan setiap siswa,
- jumlah percobaan yang dibutuhkan hingga misi tercapai,
- ketepatan dan kelengkapan laporan hasil yang dicetak,
- kesiapan siswa saat melanjutkan ke praktik perangkat nyata, dan
- tanggapan siswa dan rekan guru melalui angket sederhana atau diskusi.

Catatan penulis: bagian ini dapat dilengkapi dengan data nyata hasil penerapan di kelas, misalnya persentase siswa yang menuntaskan seluruh pos, perbandingan nilai sebelum dan sesudah, serta kutipan tanggapan siswa.

K. Penutup

WaveLink lahir dari keinginan sederhana: agar siswa dapat belajar merancang jaringan nirkabel dengan aman, berulang, dan bermakna, bahkan di sekolah dengan alat yang terbatas. Inovasi ini masih terus disempurnakan. Masukan dan koreksi dari Bapak/Ibu guru maupun siswa sangat kami nantikan.

Terima kasih. Selamat belajar, dan jangan ragu untuk mencoba kembali.

Aliyudin
Guru Mata Pelajaran Produktif TKJ
SMKS Ciledug Al Musaddadiyah Garut