

Sistem Tata Suara Berbasis Komunikasi Digital dan Wireless

Redi Maulana^{1*}, Asep Nandang², Firmansyah Maulana SN³

Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi^{1,2,3}

*e-mail: 207002013@student.unsil.ac.id

ABSTRAK

Sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan nirkabel telah berkembang menjadi solusi inovatif dalam memenuhi kebutuhan audio pada berbagai jenis kegiatan, mulai dari forum akademik hingga pertunjukan berskala besar. Integrasi teknologi digital dengan sistem nirkabel memungkinkan peningkatan fleksibilitas operasional, efisiensi instalasi, serta kualitas suara yang lebih stabil dan jernih dibandingkan sistem konvensional yang masih bergantung pada kabel. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji prinsip kerja serta keunggulan sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan nirkabel dalam mendukung efektivitas penyampaian audio. Metode yang digunakan adalah studi deskriptif-analitis melalui pengamatan sistem, analisis karakteristik teknis, serta perbandingan dengan sistem tata suara berbasis kabel. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan komunikasi digital dan nirkabel mampu meningkatkan mobilitas perangkat, mempermudah proses konfigurasi, serta meminimalkan gangguan sinyal akibat keterbatasan fisik kabel. Selain itu, sistem ini juga memberikan kualitas audio yang konsisten dan andal pada berbagai kondisi penggunaan. Dengan demikian, sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan nirkabel dinilai relevan dan efektif untuk diterapkan pada kebutuhan audio di era modern yang menuntut kepraktisan, efisiensi, dan kualitas tinggi.

Kata kunci : Komunikasi Digital; Tata Suara; Wireless

ABSTRACT

Digital and wireless communication-based sound systems have emerged as innovative solutions to meet audio needs in various events, ranging from academic seminars to large-scale performances. The integration of digital technology with wireless systems enables greater operational flexibility, more efficient installation, and superior sound quality compared to conventional cable-dependent systems. This study aims to examine the working principles and advantages of digital and wireless communication-based sound systems in supporting effective audio delivery. The research employs a descriptive-analytical approach through system observation, technical characteristic analysis, and comparison with traditional wired sound systems. The findings indicate that the application of digital and wireless communication significantly enhances device mobility, simplifies configuration processes, and reduces signal interference caused by physical cable limitations. Furthermore, the system provides consistent and reliable audio quality under various usage conditions. Therefore, digital and wireless communication-based sound systems are considered relevant and effective solutions for modern audio requirements that emphasize practicality, efficiency, and high-quality performance.

Keywords : Digital Communication; Sound System; Wireless

PENDAHULUAN

Perencanaan sistem tata suara merupakan bagian integral dari perancangan utilitas bangunan, khususnya pada bangunan publik dengan intensitas aktivitas tinggi seperti bandara. Aspek tata suara tidak dapat dipisahkan dari persyaratan tingkat kebisingan yang harus disesuaikan dengan fungsi ruang, standar kenyamanan akustik, serta keselamatan dan efektivitas komunikasi pengguna bangunan. Pada konteks ini, perencanaan utilitas audio perlu mempertimbangkan karakteristik fungsional ruang, pola sirkulasi manusia, tingkat kebisingan latar (*background noise*), serta kebutuhan komunikasi informasi yang bersifat kritis. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa kegagalan dalam perencanaan sistem audio sejak tahap awal desain bangunan dapat berdampak pada rendahnya inteligibilitas suara, meningkatnya kelelahan pendengaran, dan menurunnya kenyamanan pengguna ruang (Ajiboye, 2024; Elregal & Hassan, 2024; Goubran et al., 2023).

Oleh karena itu, perancangan sistem tata suara harus dilakukan secara terstruktur, komprehensif, dan berbasis kebutuhan spesifik bangunan.

Tata suara secara konseptual didefinisikan sebagai teknik pengaturan, penguatan, dan distribusi suara pada berbagai kegiatan, seperti pertemuan, pertunjukan, maupun sistem informasi publik, agar dapat terdengar jelas, merata, dan tetap menjaga kualitas akustik suara (Hutauruk, 2022). Dalam bangunan berskala besar seperti bandara, sistem tata suara tidak hanya berfungsi sebagai sarana pendukung acara, tetapi juga sebagai sistem komunikasi vital untuk penyampaian informasi keselamatan, pengumuman penerbangan, dan koordinasi operasional. Sianturi & Nainggolan (2024) menegaskan bahwa tata suara yang baik menuntut pengelolaan terpadu terhadap berbagai komponen, mulai dari mikrofon, media transmisi, prosesor audio, mixer, penguat daya, hingga sistem loudspeaker. Kompleksitas ini semakin meningkat ketika sistem harus beroperasi secara kontinu dengan tingkat keandalan tinggi dan gangguan minimal.

Namun demikian, sebagian besar sistem tata suara konvensional masih sangat bergantung pada jaringan kabel sebagai media transmisi utama. Ketergantungan ini menimbulkan berbagai keterbatasan, seperti rendahnya fleksibilitas pemasangan, kompleksitas instalasi, biaya pemeliharaan yang tinggi, serta risiko gangguan fisik pada kabel, khususnya pada bangunan dengan mobilitas tinggi dan tata ruang dinamis seperti bandara dan aula multifungsi. Beberapa penelitian terdahulu telah membahas optimalisasi kualitas audio dan tata letak speaker dalam sistem kabel, namun relatif terbatas dalam mengkaji integrasi komunikasi digital dan teknologi wireless sebagai solusi menyeluruh untuk permasalahan fleksibilitas dan efisiensi sistem audio. Dengan demikian, terdapat celah penelitian (*research gap*) terkait bagaimana pendekatan digital dan wireless dapat diterapkan secara sistematis dalam perancangan tata suara bangunan publik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan wireless yang mampu mengurangi ketergantungan pada kabel sekaligus meningkatkan fleksibilitas pemasangan dan pengoperasian sistem. Tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji konsep, prinsip kerja, serta potensi penerapan sistem audio digital dan nirkabel dalam berbagai konteks bangunan publik, khususnya bandara dan aula. Novelty penelitian ini terletak pada pendekatan integratif antara aspek perencanaan utilitas bangunan, kebutuhan akustik ruang, dan pemanfaatan teknologi komunikasi digital dan wireless sebagai solusi praktis dan adaptif terhadap tuntutan sistem audio modern. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dan aplikatif bagi pengembangan sistem tata suara yang lebih efisien, fleksibel, dan berorientasi pada kenyamanan serta keandalan komunikasi audio.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan teknis-analitis, yang bertujuan untuk mengkaji prinsip kerja, perancangan, serta karakteristik sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan wireless. Desain penelitian difokuskan pada analisis sistem, bukan pada pengujian eksperimental kuantitatif, sehingga memungkinkan penelaahan menyeluruh terhadap struktur sistem, alur transmisi sinyal audio, serta integrasi antar komponen utama seperti mikrofon, transmitter, penguat suara, dan speaker. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap konfigurasi sistem tata suara digital dan wireless serta identifikasi fungsi masing-masing perangkat dalam alur sistem, sedangkan data sekunder bersumber dari literatur teknis, buku rujukan, standar sistem tata suara bangunan, serta jurnal ilmiah yang relevan dengan audio digital, sistem wireless, dan perencanaan tata suara bangunan publik sebagaimana tercantum dalam dokumen penelitian

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi teknis sistem, dan dokumentasi, yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai konsep, klasifikasi, serta penerapan sistem tata suara berbasis digital dan wireless. Studi literatur digunakan untuk mengkaji teori sistem tata suara, komunikasi audio digital, serta standar keselamatan dan kenyamanan akustik bangunan, sementara observasi teknis dilakukan untuk menganalisis alur kerja sistem mulai dari pengambilan suara, transmisi

nirkabel, penguatan sinyal, hingga output suara ke audiens. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif-analitis, dengan cara mengintegrasikan temuan observasi dan kajian pustaka untuk menjelaskan kinerja sistem, keunggulan, serta keterbatasan pendekatan digital dan wireless dibandingkan sistem konvensional berbasis kabel. Analisis ini juga mencakup penelaahan aspek fleksibilitas pemasangan, efisiensi instalasi, serta kesesuaian sistem terhadap kebutuhan bangunan publik seperti bandara dan aula, sehingga menghasilkan kesimpulan yang bersifat aplikatif dan relevan terhadap pengembangan sistem tata suara modern

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem tata suara merupakan suatu sistem terpadu yang tersusun atas berbagai peralatan elektronik yang dirancang secara sistematis untuk menangkap, memproses, memperkuat, dan mendistribusikan sinyal suara maupun musik agar dapat terdengar jelas, merata, dan optimal oleh audiens dalam suatu ruang atau area tertentu. Keberadaan sistem tata suara tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan tingkat kerasnya suara, tetapi juga memastikan kualitas audio tetap terjaga, termasuk aspek kejernihan, keseimbangan frekuensi, dan inteligibilitas pesan yang disampaikan. Dalam konteks bangunan publik dan kegiatan berskala besar, sistem tata suara berperan penting sebagai sarana komunikasi yang efektif, baik untuk kebutuhan informasi, hiburan, maupun keselamatan.



Gambar 1. Desain Sistem Komponen Utama

Gambar 1 menggambarkan desain sistem komponen utama pada sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan wireless yang bekerja secara terintegrasi dalam satu alur pemrosesan audio. Proses diawali dari sumber suara, yang berfungsi sebagai media input audio, seperti mikrofon, laptop, atau perangkat audio lainnya, yang menangkap suara dan mengubah energi akustik menjadi sinyal audio listrik. Sinyal ini kemudian diteruskan ke transmitter, yaitu perangkat yang berperan penting dalam sistem digital dan nirkabel dengan mengonversi sinyal audio analog menjadi sinyal digital, selanjutnya dikodekan dan dikirimkan melalui media transmisi wireless, seperti gelombang radio, Bluetooth, atau Wi-Fi. Setelah diterima pada sisi penerima, sinyal digital tersebut diproses dan diteruskan ke penguat suara (*amplifier*) yang berfungsi meningkatkan level daya sinyal audio agar sesuai dengan kebutuhan keluaran, tanpa mengabaikan kualitas dan kejernihan suara. Tahap akhir dari sistem ini adalah speaker, yang berfungsi mengonversi kembali sinyal listrik yang telah diperkuat menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh audiens secara jelas dan merata. Keseluruhan rangkaian ini menunjukkan bahwa setiap komponen memiliki peran strategis dalam menjaga kontinuitas sinyal, kualitas audio, serta efektivitas distribusi suara dalam sistem tata suara berbasis digital dan wireless.

Sistem tata suara berbasis digital dan wireless bekerja melalui rangkaian proses yang terintegrasi mulai dari pengambilan suara hingga keluaran audio ke audiens. Pada tahap awal, sumber suara seperti mikrofon berfungsi menangkap gelombang bunyi dan mengonversikannya menjadi sinyal audio listrik. Dalam sistem modern, sinyal ini kemudian diproses secara digital untuk meningkatkan kejernihan, mengurangi noise, serta menjaga konsistensi kualitas suara. Proses digitalisasi pada tahap awal ini menjadi keunggulan utama dibandingkan sistem analog konvensional, karena memungkinkan manipulasi sinyal secara presisi sebelum ditransmisikan. Penelitian Hassan (2025) dan Kharisma et al. (2024) menegaskan bahwa konversi sinyal audio ke domain digital sejak awal proses mampu meningkatkan rasio signal-to-noise serta menjaga

integritas suara pada jarak transmisi yang lebih jauh, khususnya pada lingkungan dengan tingkat kebisingan tinggi seperti bangunan publik dan ruang terbuka.

Tahap berikutnya adalah transmisi sinyal, di mana sinyal audio digital dikirim ke transmitter untuk disalurkan secara wireless menggunakan teknologi komunikasi seperti Bluetooth atau Wi-Fi. Pemanfaatan teknologi nirkabel ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam penempatan perangkat serta mengurangi ketergantungan terhadap instalasi kabel yang kompleks dan rentan gangguan fisik. Sinyal yang diterima kemudian diteruskan ke penguat suara (amplifier) untuk meningkatkan daya sinyal agar sesuai dengan kebutuhan output, sebelum akhirnya disalurkan ke speaker sebagai media keluaran suara. Prananingrum et al. (2025) menyatakan bahwa integrasi sistem transmisi digital dan wireless dalam tata suara tidak hanya meningkatkan efisiensi distribusi audio, tetapi juga mempermudah pengelolaan sistem secara terpusat dengan kualitas suara yang relatif stabil. Temuan ini sejalan dengan kajian Liu (2024) serta dalam kajian Yang et al. (2021) yang menunjukkan bahwa sistem tata suara berbasis digital dan wireless mampu mempertahankan kualitas audio sekaligus meningkatkan mobilitas dan kepraktisan penggunaan, sehingga sangat relevan untuk diaplikasikan pada bangunan berskala besar seperti bandara, aula, dan fasilitas publik lainnya.

Komponen utama dalam sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan wireless terdiri atas mikrofon, transmitter, penguat suara, dan speaker yang bekerja secara terintegrasi untuk menghasilkan kualitas audio yang optimal. Mikrofon berfungsi sebagai perangkat awal yang menangkap gelombang suara dan mengonversinya menjadi sinyal listrik, dengan pemilihan jenis mikrofon (dinamis, kondensor, atau lavalier) disesuaikan dengan karakteristik sumber suara, lingkungan akustik, serta kebutuhan mobilitas pengguna. Ali et al. (2024) menegaskan bahwa pemilihan mikrofon yang tepat berpengaruh signifikan terhadap kejernihan sinyal awal dan tingkat noise yang dihasilkan dalam sistem audio digital. Sinyal audio selanjutnya diproses oleh transmitter wireless yang berperan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dan mentransmisikannya melalui media nirkabel seperti Bluetooth atau Wi-Fi. Menurut Muchamad (2022), penggunaan transmitter digital nirkabel mampu meningkatkan fleksibilitas sistem sekaligus meminimalkan degradasi sinyal akibat keterbatasan fisik kabel. Setelah diterima, sinyal audio diperkuat oleh penguat suara (amplifier), baik analog maupun digital, yang berfungsi meningkatkan level daya sinyal tanpa mengorbankan kualitas suara; Mei et al. (2022) menyatakan bahwa amplifier digital cenderung memberikan efisiensi daya dan stabilitas sinyal yang lebih baik pada sistem audio modern. Tahap akhir dari sistem ini adalah speaker, yang mengonversi sinyal listrik kembali menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh audiens, dengan konfigurasi speaker aktif atau pasif dipilih berdasarkan kebutuhan daya, cakupan ruang, dan kemudahan instalasi. Integrasi keempat komponen ini menunjukkan bahwa kinerja sistem tata suara digital dan wireless sangat ditentukan oleh kesesuaian spesifikasi teknis antarperangkat, sebagaimana ditegaskan oleh berbagai penelitian terdahulu yang menyimpulkan bahwa sinergi antar komponen merupakan faktor kunci dalam menghasilkan sistem audio yang andal, fleksibel, dan berkualitas tinggi.

Klasifikasi Sistem Tata Suara Berdasarkan Jenis Kegiatan

Pengelompokan sistem tata suara berdasarkan jenis kegiatan mencerminkan perbedaan fungsi, tingkat prioritas, serta persyaratan teknis yang harus dipenuhi dalam suatu bangunan. *Emergency paging* menempati posisi paling krusial karena berkaitan langsung dengan keselamatan jiwa pengguna bangunan. Sistem ini dirancang agar mampu melakukan fungsi *by-pass* dan *override* terhadap seluruh program audio lain sehingga pesan darurat dapat tersampaikan secara jelas dan serentak. Ketentuan ini sejalan dengan mandat NFPA 101 Life Safety Code, yang menegaskan bahwa sistem tata suara yang difungsikan sebagai sarana evakuasi wajib memenuhi persyaratan supervisi sistem, pengawasan instalasi, serta ketersediaan cadangan penguat suara. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *voice alarm system* yang terintegrasi dengan sistem deteksi kebakaran mampu meningkatkan kecepatan dan efektivitas evakuasi dibandingkan penggunaan alarm konvensional berbasis sirine (Lempert et al., 2023; Nahofti Kohne & Murray-Tuite, 2025). Selain itu, kajian Bubar et al. (2023) dan Froiz-Miguez et al. (2023) menegaskan bahwa kejelasan pesan suara (*speech intelligibility*) dalam kondisi darurat sangat dipengaruhi oleh desain sistem, redundansi perangkat, serta kemampuan sistem untuk beroperasi secara otomatis tanpa intervensi manual.

Sementara itu, *public address*, *car call*, dan *background music* memiliki orientasi fungsi yang berbeda, namun tetap memegang peranan penting dalam mendukung kenyamanan dan efektivitas komunikasi di

dalam bangunan. Sistem public address berfungsi sebagai media penyampaian informasi dan pengumuman yang menjangkau seluruh area bangunan, sehingga menuntut distribusi suara yang merata dan kualitas audio yang memadai. Penelitian Hany (2024) menunjukkan bahwa optimalisasi sistem public address, khususnya pada bangunan publik, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan pemahaman informasi oleh pengguna ruang. Adapun sistem car call lebih bersifat spesifik dan terbatas pada kebutuhan pemanggilan individu atau pihak tertentu, sehingga desainnya menekankan ketepatan arah suara dan kejelasan pesan. Di sisi lain, sistem background music berfungsi sebagai elemen pendukung suasana yang berkontribusi pada kenyamanan psikologis pengguna bangunan, meskipun tidak memiliki prioritas keselamatan. Studi terdahulu mengungkapkan bahwa integrasi sistem background music dengan sistem tata suara utama perlu dirancang secara cermat agar tidak mengganggu fungsi prioritas, terutama emergency paging (Wang et al., 2025; Wijayanti et al., 2023). Dengan demikian, klasifikasi sistem tata suara berdasarkan jenis kegiatan menegaskan pentingnya perencanaan hierarki fungsi dan prioritas operasional agar seluruh kebutuhan komunikasi, keselamatan, dan kenyamanan dalam bangunan dapat terpenuhi secara optimal.

Sistem Tata Suara Berdasarkan Sistem Pengoperasiannya

Sistem tata suara berdasarkan sistem pengoperasiannya secara umum dapat dibedakan menjadi sistem sederhana dan sistem sentral program, yang masing-masing dirancang untuk menjawab kebutuhan bangunan dengan tingkat kompleksitas dan fungsi yang berbeda. Sistem sederhana umumnya diterapkan pada bangunan berskala kecil hingga menengah dengan jumlah lantai terbatas dan aktivitas yang relatif homogen. Fokus utama sistem ini adalah memperkuat sinyal suara agar dapat terdengar oleh banyak orang tanpa memerlukan pengendalian yang kompleks. Konfigurasi peralatan yang digunakan relatif minimal, terdiri atas sumber audio, mikrofon, amplifier, speaker, serta jaringan pengkabelan dasar, sehingga tidak memerlukan ruang kontrol khusus maupun operator dengan kompetensi teknis tinggi. Pendekatan ini dinilai efektif dan ekonomis untuk lingkungan dengan kebutuhan komunikasi audio yang sederhana, seperti ruang kelas, aula kecil, atau tempat ibadah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem tata suara sederhana memiliki keunggulan dalam kemudahan instalasi dan pemeliharaan, namun memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas pengaturan zona, prioritas sinyal, serta integrasi dengan sistem keselamatan bangunan (Rahmat et al., 2025; Teixeira et al., 2025).

Sebaliknya, sistem tata suara dengan pengoperasian sentral program dirancang untuk bangunan kompleks dan berskala besar, seperti perkantoran bertingkat, kawasan industri, pusat perbelanjaan, dan bandara, yang membutuhkan pengelolaan audio terpusat dengan tingkat keandalan tinggi. Sistem ini memungkinkan pembagian zona audio, pengaturan prioritas program, serta integrasi fungsi-fungsi kritis seperti paging darurat dan evakuasi kebakaran. Keberadaan ruang kontrol dan master monitoring menjadi elemen kunci untuk memastikan bahwa setiap program audio, baik pengumuman, *paging*, maupun *background music* disampaikan secara tepat, konsisten, dan sesuai kebutuhan ruang. Dalam kondisi darurat, sistem sentral program dirancang memiliki mekanisme override dan first channel priority, sehingga seluruh program non-kritis dapat diputus dan digantikan oleh pengumuman evakuasi yang bersifat mendesak. Purwita et al. (2025) serta Setyobudi et al. (2025) menegaskan bahwa sistem tata suara terpusat dengan monitoring terintegrasi merupakan standar penting dalam bangunan publik modern karena mampu meningkatkan keselamatan, efisiensi komunikasi, serta kenyamanan pengguna. Dengan demikian, pemilihan sistem pengoperasian tata suara harus disesuaikan dengan karakteristik bangunan, tingkat risiko, serta tuntutan fungsional agar sistem yang diterapkan benar-benar optimal dan berkelanjutan.

Jaringan dan Perhitungan Kualitas Suara

Jaringan tata suara pada bangunan bertingkat dan bangunan publik berskala besar pada umumnya dirancang secara terintegrasi dengan sistem keamanan, sistem tanda bahaya kebakaran, serta sistem pengatur waktu terpusat (*master clock*) guna menjamin efektivitas komunikasi dan keselamatan penghuni bangunan. Integrasi ini memungkinkan sistem tata suara berfungsi tidak hanya sebagai sarana penyampaian informasi rutin, seperti paging dan musik latar, tetapi juga sebagai bagian krusial dari sistem evakuasi darurat. Esposito et al. (2022) menegaskan bahwa dalam kondisi darurat, sistem tanda bahaya harus memiliki prioritas utama (*override*) terhadap seluruh fungsi audio lainnya, sehingga sirine atau pesan panduan evakuasi dapat disiarkan secara serentak dan jelas ke seluruh area bangunan. Sejalan dengan itu, penelitian terdahulu dalam bidang perancangan sistem audio bangunan menyatakan bahwa integrasi sistem tata suara

dengan *fire alarm* dan *public address system* mampu meningkatkan kecepatan respons penghuni serta mengurangi potensi kepanikan saat terjadi keadaan darurat. Pada area lobby, koridor, parkir, dan ruang administrasi, sistem tata suara yang terintegrasi juga berperan penting dalam menjamin keterpaduan informasi, baik untuk keperluan operasional maupun keselamatan.

Selain aspek integrasi sistem, kualitas suara dalam jaringan tata suara sangat ditentukan oleh perhitungan akustik yang mempertimbangkan tingkat kebisingan ruangan, daya speaker, jarak penempatan, serta margin keamanan suara. Perencanaan ini bertujuan agar informasi audio dapat terdengar jelas oleh pendengaran manusia normal tanpa menimbulkan ketidaknyamanan akustik. Persamaan hubungan antara kebisingan ruangan (N), margin (M), daya speaker (P), jarak sumber suara (R), dan tingkat tekanan suara speaker (SPL_1) menjadi dasar teknis dalam menentukan konfigurasi sistem yang optimal. Pendekatan perhitungan ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya penyesuaian antara spesifikasi teknis loudspeaker dan karakteristik ruang agar tercapai inteligibilitas suara yang tinggi dan distribusi audio yang merata. Dengan demikian, jaringan dan perhitungan kualitas suara tidak hanya berfungsi sebagai aspek teknis semata, tetapi juga sebagai faktor penentu keberhasilan sistem tata suara dalam mendukung kenyamanan, keselamatan, dan efektivitas komunikasi di dalam bangunan.

SIMPULAN

Perencanaan dan penempatan sistem jaringan tata suara pada bangunan harus terencana secara matang dan maksimal. Sistem tata suara berbasis komunikasi digital dan wireless membuat solusi yang efisien dan fleksibel untuk kebutuhan audio. Dengan mengurangi penggunaan kabel dan meningkatkan kualitas suara sistem ini juga sangat cocok untuk berbagai aplikasi, mulai dari acara kecil hingga besar. Penggunaan teknologi digital dan wireless juga memungkinkan kemudahan dalam pengaturan dan penggunaan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiboye, S. A. (2024). Harmonizing Spaces: Investigating the Intersection of Sound and Architectural Design. *Studies in Art and Architecture*, 3(3), 46–56.
- Ali, M. F., Nasri, N., & Hayati, R. (2024). Simulasi Filter Digital FIR menggunakan Metode Windowing untuk Menghilangkan Noise pada Sinyal Audio. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 21(2), 147–154.
- Bubar, A., Eckstein, B., Ell, A., Hilts, E., Martin, S., Powell, T., Miguel Cruz, A., & Rios Rincon, A. (2023). Emergency siren detection technology and hearing impairment: a systematized literature review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 18(3), 295–303.
- Elregal, A., & Hassan, M. M. (2024). The mechanisms for successful sound design in educational spaces to achieve acoustic comfort and their impact on academic efficiency:(The study of auditoriums in universities). *JES. Journal of Engineering Sciences*, 52(2), 175–190.
- Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., & Pierleoni, P. (2022). Recent advances in internet of things solutions for early warning systems: A review. *Sensors*, 22(6), 2124.
- Froiz-Miguez, I., Fraga-Lamas, P., & Fernandez-Carames, T. M. (2023). Design, implementation, and practical evaluation of a voice recognition based IoT home automation system for low-resource languages and resource-constrained edge IoT devices: A system for Galician and mobile opportunistic scenarios. *IEEE Access*, 11, 63623–63649.
- Goubran, R., Vukovic, B., Laska, B., Ault, L., Hirotani, M., Wallace, B., Gunnell, J., Bergin, C., & Hudak, A. (2023). *Informing Standards for Acoustics and the Built Environment: Final Research Report*.
- Hany, E. (2024). Enhancing Performance of Public Spaces through Internet of Things (IoT) Technologies: Strategies and Optimization. *Engineering Research Journal (Shoubra)*, 53(4), 271–278.
- Hassan, A. (2025). Internet of Sound (IoS): Principles, Technologies, Challenges, and Future Directions. *International Journal of Communication Systems*, 38(15), e70250.
- Hutauruk, M. J. (2022). *Lisensi & Royalti Lagu/Musik di Tempat Publik*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Kharisma, L. P. I., Kelvin, K., Sudiro, S. A., Suprianto, G., Judijanto, L., Lutfi, M., Laksono, R. D., Safitri, A., Gaspersz, V., & Pracasitaram, I. G. M. S. B. (2024). *Internet of Things: Pengenalan dan Penerapan*

- Teknologi IoT*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Lempert, R. J., Busch, L., Brown, R., Patton, A., Turner, S., Schmidt, J., & Young, T. (2023). Community-Level, participatory Co-Design for landslide warning with implications for climate services. *Sustainability*, 15(5), 4294.
- Liu, Y. (2024). Research on the Application of Sound Systems in Theaters and Concert Halls. *Journal of Art, Culture and Philosophical Studies*, 1(1).
- Mei, S., Hu, Y., Xu, H., & Wen, H. (2022). The class D audio power amplifier: A review. *Electronics*, 11(19), 3244.
- Muchamad, M. K. (2022). *Pengantar Simulasi Sistem Komunikasi Digital Menggunakan Matlab*. Syiah Kuala University Press.
- Nahofti Kohneh, J., & Murray-Tuite, P. (2025). Two-Level Routing Framework to Facilitate the Movement of Emergency Response Vehicles in a Transportation Network. *Transportation Research Record*, 03611981251351873.
- Prananingrum, L., Wahab, S. R., Supriyanto, B. F., Jarudin, J., Ardiansyah, M., Wihardjo, E., Yuningsih, N., Ridwan, A., & Yusriadin, Y. (2025). *Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Purwita, A. W., Rustiyana, R., Judijanto, L., Tantrisna, E., Sjoien, M. C., Abdillah, F., Salim, A. A., & Tedja, J. N. (2025). *Smart City: Konsep Dasar dalam Penerapan Sistem Perkotaan Berkelanjutan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Rahmat, S., Ilahi, N. A., Dewi, R. P., Purnata, H., Sahidin, D., Alimudin, E., Dionova, B. W., Musyafiq, A. A., Sumardiono, A., & Rafiq, A. A. (2025). *Integrasi Peralatan Tegangan Tinggi dengan Sistem Tertanam*. PT Penerbit Qriset Indonesia.
- Setyobudi, R., Octavia, S. N., Yulistiyanti, L. D., Buang, N., Aprian, S., Muta'ali, L., Adhiwibowo, W., Suhartono, E., Hendrawan, A., & Julians, A. R. (2025). *Smart City Technology: Konsep, Inovasi, dan Implementasi*. Star Digital Publishing.
- Sianturi, M. A., & Nainggolan, L. (2024). Penerapan Sound System dalam Ibadah Liturgi Minggu di HKI Perumnas Pagar Beringin Sipoholon Tapanuli Utara. *Misterius: Publikasi Ilmu Seni Dan Desain Komunikasi Visual*, 1(3), 231–256.
- Teixeira, B., Carvalhais, L., Pinto, T., & Vale, Z. (2025). Explainable AI framework for reliable and transparent automated energy management in buildings. *Energy and Buildings*, 116246.
- Wang, Y., Li, J., Yang, X., & Peng, Q. (2025). UAV–Ground Vehicle Collaborative Delivery in Emergency Response: A Review of Key Technologies and Future Trends. *Applied Sciences*, 15(17), 9803.
- Wijayanti, R. R., Anwar, C., Indra, Muzaki, S., Linarta, A., & Hardiansyah, A. (2023). *Arsitektur dan Organisasi Komputer*. CV Rey Media Grafika.
- Yang, T., Aletta, F., & Kang, J. (2021). Sound environments in large public buildings for crowd transit: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(9), 3728.