

**ANALISIS KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* 2,5 DAN 10
SERTA TINGKAT KEBISINGAN DI AREA KERJA
MECHANICAL, ELECTRICAL, AND PLUMBING (MEP) PADA
PROYEK KONSTRUKSI *DATA CENTER* PT XYZ**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Lingkungan**



**NAMA : MHD FADHALNA
NIM : 1222915033**

**PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN S1
FAKULTAS : TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

2026

**ANALISIS KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* 2,5 DAN 10
SERTA TINGKAT KEBISINGAN DI AREA KERJA
MECHANICAL, ELECTRICAL, AND PLUMBING (MEP) PADA
PROYEK KONSTRUKSI *DATA CENTER* PT XYZ**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Lingkungan**



NAMA : MHD FADHALNA

NIM : 1222915033

PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN S1

FAKULTAS : TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BAKRIE

2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Mhd Fadhalna

NIM : 1222915033

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mhd Fadhalna', written over a faint horizontal line.

Tanggal : 08 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mhd Fadhalna
NIM : 1222915033
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Analisis Konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 dan 10 Serta Tingkat Kebisingan Di Area Kerja *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) Pada Proyek Konstruksi *Data Center* PT XYZ

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Diki Surya Irawan S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng.

()

Penguji 1 : Ir. Aqil Azizi, Ph.D., G.P., IPM., ASEAN Eng.

()

Penguji 2 : Prof. Ir. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 08 September 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul “Analisis Konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 dan 10 Serta Tingkat Kebisingan Di Area Kerja Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) Pada Proyek Konstruksi Data Center PT XYZ” dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

Topik ini berangkat dari pengamatan penulis di lapangan. Pada pekerjaan *mechanical, electrical, and plumbing*, debu dan kebisingan sering lahir dari sumber yang sama pada waktu yang bersamaan, misalnya pada pemotongan dan pengelasan pipa, penggerindaan, serta pengeboran beton untuk penyangga. Pekerja karena itu menghadapi lebih dari satu faktor bahaya sekaligus. Kondisi tersebut belum banyak ditelaah pada proyek pembangunan pusat data, padahal pembangunan fasilitas jenis ini tumbuh pesat di Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Istri penulis, atas dukungan dan pengertiannya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, terutama pada masa pengambilan data yang menuntut waktu di luar jam kerja biasa;
2. Kedua orang tua penulis, atas doa, dukungan, dan kesabaran yang tidak pernah putus sejak awal masa studi hingga Tugas Akhir ini selesai;
3. Bapak Ir. Diki Surya Irawan S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing, atas kesediaan meluangkan waktu, ketelitian dalam mengoreksi naskah, serta kesabaran dalam mengarahkan penulis melewati berbagai putaran revisi;
4. Bapak Ir. Aqil Azizi, Ph.D., G.P., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Penguji I, dan Ibu Prof. Ir. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Penguji II, atas masukan dan koreksi yang memperbaiki mutu Tugas Akhir ini;
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie, atas ilmu dan bantuan administratif yang diberikan selama masa studi;

6. Para pekerja MEP yang bersedia mengisi kuesioner di sela pekerjaan mereka, yang tanpa kesediaan mereka data pendukung penelitian ini tidak akan terkumpul.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan. Pengukuran dilakukan sebagai pemantauan area dengan durasi singkat dan menggunakan instrumen kelas survei, sehingga hasilnya menggambarkan tingkat paparan relatif antartitik dan antarwaktu, bukan pajanan personal harian yang diterima setiap pekerja. Perbandingan terhadap nilai panduan rata-rata 24 jam karena itu bersifat indikatif. Keterbatasan tersebut penulis kemukakan secara terbuka agar pembaca menempatkan temuan penelitian ini pada porsi yang tepat.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengelolaan lingkungan kerja pada proyek konstruksi, khususnya dalam menyusun prioritas pengendalian debu dan kebisingan di area kerja MEP. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Jakarta, September 2026



Mhd Fadhalna

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mhd Fadhalna
NIM : 1222915033
Program Studi : S1 Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Analisis Konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 dan 10 Serta Tingkat Kebisingan Di Area Kerja *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) Pada Proyek Konstruksi *Data Center* PT XYZ

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 dan 10 Serta Tingkat Kebisingan Di Area Kerja *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) Pada Proyek Konstruksi *Data Center* PT XYZ beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 08 September 2026

Yang menyatakan



Mhd Fadhalna

ANALISIS KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* 2,5 DAN 10 SERTA TINGKAT KEBISINGAN DI AREA KERJA *MECHANICAL, ELECTRICAL, AND PLUMBING (MEP)* PADA PROYEK KONSTRUKSI *DATA CENTER* PT XYZ

Mhd Fadhalna

ABSTRAK

Aktivitas *Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP)* pada proyek konstruksi *data center* menghasilkan partikulat dan kebisingan dari sumber yang sama pada waktu yang bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi *Particulate Matter (PM)*2.5 dan PM10 serta tingkat kebisingan di area kerja MEP, menilai kesesuaiannya terhadap acuan yang digunakan, dan merumuskan rekomendasi pengendalian. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif observasional, yang dilakukan pada 15 titik pengukuran yang dipilih secara purposif di enam zona MEP. Pengukuran dilakukan pada dua sesi kerja dengan tiga kali pengulangan, sehingga diperoleh 90 pembacaan untuk masing-masing parameter. Konsentrasi partikulat diukur menggunakan HTI HT-9600, sedangkan tingkat kebisingan diukur menggunakan Fluke 945 *Sound Level Meter*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM2.5 berkisar antara 20,67–53,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM10 berkisar antara 67,00–350,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Seluruh 30 titik-sesi menunjukkan konsentrasi di atas nilai panduan WHO *Air Quality Guidelines* 2021, yaitu sebesar 1,38–3,56 kali untuk PM2.5 dan 1,49–7,78 kali untuk PM10, dengan catatan bahwa perbandingan tersebut bersifat indikatif. Titik dengan konsentrasi partikulat tertinggi adalah T-04 dan T-05, sedangkan kelompok Prioritas 1 berdasarkan tingkatan *interim target* WHO mencakup T-04, T-05, T-06, T-10, T-12, dan T-14 pada sesi pagi. Tingkat kebisingan berkisar antara 71,07–96,87 dBA, dengan 14 dari 30 titik-sesi melampaui Nilai Ambang Batas 85 dBA berdasarkan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018, sehingga durasi pajanan yang diperkenankan menyusut menjadi 31 menit–4 jam 25 menit. Multipaparan dalam penelitian ini didefinisikan sebagai pelampauan dua kelompok faktor bahaya yang berbeda sifatnya, yaitu partikulat dan kebisingan. Dalam klasifikasi partikulat, PM10 digunakan sebagai representasi paparan partikulat karena mencakup PM2.5 sebagai fraksi partikulat halus. Berdasarkan kriteria tersebut, 14 dari 30 titik-sesi dikategorikan sebagai multipaparan partikulat–kebisingan, sedangkan 16 titik-sesi lainnya merupakan paparan tunggal partikulat. Prioritas pengendalian kebisingan tertinggi ditemukan pada T-10 dan T-14. Rekomendasi pengendalian disusun berdasarkan hierarki pengendalian risiko dengan mempertimbangkan karakteristik sumber dan kondisi paparan pada area kerja MEP.

Kata kunci: kebisingan, ko-eksposur, multipaparan PM2.5, PM10.

**ANALYSIS OF *PARTICULATE MATTER* 2.5 AND 10 CONCENTRATIONS
AND NOISE LEVELS IN THE MECHANICAL, ELECTRICAL, AND
PLUMBING (MEP) WORK AREA OF THE PT XYZ DATA CENTER
CONSTRUCTION PROJECT**

Mhd Fadhalna

ABSTRACT

Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) activities in data center construction projects generate particulate matter and noise from the same sources occurring simultaneously. This study aimed to measure PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations and noise levels in MEP work areas, assess their conditions against the applicable reference values, and formulate control recommendations. A quantitative approach with a descriptive observational design was employed at 15 purposively selected measurement points across six MEP zones. Measurements were conducted during two work sessions with three repetitions, resulting in 90 readings for each parameter. Particulate matter concentrations were measured using an HTI HT-9600, while noise levels were measured using a Fluke 945 Sound Level Meter. The results showed that PM_{2.5} concentrations ranged from 20.67 to 53.33 µg/m³, while PM₁₀ concentrations ranged from 67.00 to 350.00 µg/m³. All 30 point-session observations exceeded the WHO 2021 *Air Quality Guidelines* values, by 1.38–3.56 times for PM_{2.5} and 1.49–7.78 times for PM₁₀; however, these comparisons are considered indicative. The highest particulate concentrations were recorded at T-04 and T-05, while Priority 1 based on the WHO *interim target* levels comprised T-04, T-05, T-06, T-10, T-12, and T-14 during the morning session. Noise levels ranged from 71.07 to 96.87 dBA, with 14 of the 30 point-session observations exceeding the 85 dBA threshold value specified in Minister of Manpower Regulation No. 5 of 2018, resulting in permissible exposure durations ranging from 31 minutes to 4 hours 25 minutes. In this study, multipaparan was defined as the exceedance of two groups of hazards with different characteristics, namely particulate matter and noise. For particulate exposure classification, PM₁₀ was used to represent particulate exposure because it includes PM_{2.5} as its fine particulate fraction. Based on these criteria, 14 of the 30 point-session observations were classified as particulate–noise multipaparan, while the remaining 16 represented single particulate exposure. The highest noise control priorities were identified at T-10 and T-14. Control recommendations were developed based on the hierarchy of controls, considering the characteristics of the sources and exposure conditions in the MEP work areas.

Keywords: noise, co-exposure, multipaparan, PM_{2.5}, PM₁₀.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Proyek Konstruksi.....	6
2.1.1. Definisi dan Tahapan Proyek Konstruksi	6
2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	8
2.2.1. Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	8
2.2.2. Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	9
2.2.3. Penerapan K3 pada Sektor Konstruksi.....	10
2.3. Lingkungan Kerja.....	11
2.3.1. Definisi Lingkungan Kerja.....	11
2.3.2. Faktor-Faktor Lingkungan Kerja	11
2.3.3. Lingkungan Kerja pada Proyek Konstruksi	12
2.4. Partikulat Udara (PM2.5 dan PM10)	13
2.4.1. Definisi PM2.5 dan PM10	13
2.4.2. Karakteristik PM2.5 dan PM10	14
2.4.3. Sumber PM2.5 dan PM10 pada Proyek Konstruksi	16

2.4.4.	Dampak Paparan PM2.5 dan PM10 terhadap Kesehatan.....	17
2.4.5.	Pengukuran dan Standar Acuan PM2.5 dan PM10.....	19
2.5.	Kebisingan	21
2.5.1.	Definisi Kebisingan.....	21
2.5.2.	Jenis-Jenis Kebisingan	22
2.5.3.	Dampak Kebisingan terhadap Pekerja	23
2.5.4.	Pengukuran dan Nilai Ambang Batas Kebisingan di Indonesia	25
2.6.	Risiko Paparan Ganda (Multipaparan) di Area Kerja	27
2.7.	Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.1.1.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	37
3.1.2.	Waktu Penelitian	37
3.2.	Tahapan Penelitian	38
3.3.	Metode Penelitian.....	38
3.4.	Populasi dan Sampel	39
3.4.1.	Populasi dan Sampel Titik Penelitian	39
3.4.2.	Populasi dan Sampel Responden Kuesioner	43
3.5.	Pengumpulan Data	43
3.5.1.	Data Primer	43
3.5.2.	Data Sekunder	46
3.6.	Instrumen Penelitian.....	48
3.7.	Pengolahan dan Analisis Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		56
4.1.	Karakteristik Responden	56
4.2.	Persepsi dan Keluhan Kesehatan Pekerja	60
4.2.1.	Persepsi Kualitas Udara dan Keluhan Terkait Debu.....	60
4.2.2.	Persepsi Tingkat Kebisingan dan Keluhan Terkait Kebisingan.....	67
4.3.	Konsentrasi Partikulat	74
4.3.1.	Konsentrasi PM2.5 per Titik dan Sesi Pengukuran	74
4.3.2.	Konsentrasi PM10 per Titik dan Sesi Pengukuran	75

4.3.3.	Perbandingan Indikatif terhadap WHO <i>Air Quality Guidelines</i> 2021	76
4.4.	Tingkat Kebisingan	77
4.4.1.	Tingkat Kebisingan per Titik Pengukuran	77
4.4.2.	Evaluasi terhadap Nilai Ambang Batas Permenaker Nomor 5 Tahun 2018	78
4.5.	Analisis Multipaparan dan Identifikasi Titik Prioritas	82
4.5.1.	Klasifikasi Tingkat Paparan	82
4.5.2.	Prioritas Partikulat Berdasarkan Tingkatan <i>Interim Target</i> WHO	85
4.5.3.	Prioritas Kebisingan Berdasarkan Durasi Paparan yang Diperkenankan	88
4.6.	Hubungan Hasil Pengukuran dengan Risiko Kesehatan Pekerja	90
4.7.	Rekomendasi Pengendalian Berdasarkan Hierarki Pengendalian Risiko ..	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		101
5.1.	Kesimpulan	101
5.2.	Saran.....	103
5.2.1.	Saran bagi Manajemen Proyek	103
5.2.2.	Saran bagi Penelitian Selanjutnya.....	104
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN 1 KUESIONER.....		110
LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI HASIL KUESIONER (G-FORM).....		113
LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN.....		116
LAMPIRAN 4 ACUAN REGULASI DAN STANDAR		120
LAMPIRAN 5 DATA HASIL PENGUKURAN LENGKAP		123

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kecelakaan Kerja di Indonesia	1
Tabel 2.1 Tahapan Pekerjaan Konstruksi dan Potensi Timbulnya Partikulat/Kebisingan.....	8
Tabel 2.2 Sumber Utama PM2.5 dan PM10 pada Proyek Konstruksi.....	16
Tabel 2.3 Nilai Panduan dan <i>Interim Target</i> Kualitas Udara WHO Tahun 2021 untuk PM2.5 dan PM10	20
Tabel 2.4 Dampak Kebisingan terhadap Kesehatan Pekerja	24
Tabel 2.5 Durasi Paparan Maksimum Berdasarkan Tingkat Kebisingan	26
Tabel 2.6 Faktor Paparan dan Potensi Dampak Kesehatan pada Area Kerja MEP ...	27
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu yang Relevan	29
Tabel 3.1 Distribusi Titik Sampling di Area Kerja MEP	40
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian	48
Tabel 3.3 Kelompok Prioritas Partikulat Berdasarkan Tingkatan <i>Interim Target</i> WHO	52
Tabel 4.1 Karakteristik Responden Penelitian	56
Tabel 4.2 Distribusi Jawaban Responden mengenai Kualitas Udara dan Keluhan Terkait Debu	61
Tabel 4.3 Distribusi Jawaban Responden mengenai Tingkat Kebisingan dan Keluhan Terkait Kebisingan.....	68
Tabel 4.4 Evaluasi Tingkat Kebisingan terhadap NAB Permenaker Nomor 5 Tahun 2018	79
Tabel 4.5 Matriks Multipaparan Partikulat dan Kebisingan pada Seluruh Titik-Sesi Pengukuran	82
Tabel 4.6 Kelompok Prioritas Partikulat per Titik-Sesi Berdasarkan Tingkatan <i>Interim Target</i> WHO	86
Tabel 4.7 Peringkat Prioritas Kebisingan pada Titik-Sesi yang Melampaui NAB....	88
Tabel 4.8 Rekomendasi Pengendalian Menurut Hierarki Pengendalian Risiko	92
Tabel 4.9 Dasar Penetapan Lima Saran Prioritas bagi Manajemen Proyek.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Ukuran Partikel PM10 dan PM2.5 dengan Rambut Manusia.....	15
Gambar 2.2 Mekanisme Paparan PM2.5 dan PM10 dan Dampaknya terhadap Kesehatan	18
Gambar 3.1 Diagram Alur Tahapan Penelitian.....	38
Gambar 3.2 <i>Layout</i> Titik Pemantauan pada Area Kerja MEP	42
Gambar 4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Usia (tahun)	57
Gambar 4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Lama Bekerja (tahun)	58
Gambar 4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Shift Kerja.....	58
Gambar 4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Penggunaan Masker.....	59
Gambar 4.5 Distribusi Responden Berdasarkan Penggunaan Pelindung Telinga	59
Gambar 4.6 Distribusi Jawaban Pernyataan 1.....	62
Gambar 4.7 Distribusi Jawaban Pernyataan 2.....	62
Gambar 4.8 Distribusi Jawaban Pernyataan 3.....	63
Gambar 4.9 Distribusi Jawaban Pernyataan 4.....	63
Gambar 4.10 Distribusi Jawaban Pernyataan 5	64
Gambar 4.11 Distribusi Jawaban Pernyataan 6	64
Gambar 4.12 Distribusi Jawaban Pernyataan 7	65
Gambar 4.13 Distribusi Jawaban Pernyataan 8	65
Gambar 4.14 Distribusi Jawaban Pernyataan 9	66
Gambar 4.15 Distribusi Jawaban Pernyataan 10	67
Gambar 4.16 Distribusi Jawaban Pernyataan 11	69
Gambar 4.17 Distribusi Jawaban Pernyataan 12	69
Gambar 4.18 Distribusi Jawaban Pernyataan 13	70
Gambar 4.19 Distribusi Jawaban Pernyataan 14	70
Gambar 4.20 Distribusi Jawaban Pernyataan 15	71
Gambar 4.21 Distribusi Jawaban Pernyataan 16	72
Gambar 4.22 Distribusi Jawaban Pernyataan 17	72
Gambar 4.23 Distribusi Jawaban Pernyataan 18	73
Gambar 4.24 Distribusi Jawaban Pernyataan 19	74
Gambar 4.25 Konsentrasi PM2.5 per Titik dan Sesi Pengukuran.....	75
Gambar 4.26 Konsentrasi PM10 per Titik dan Sesi Pengukuran	76
Gambar 4.27 Tingkat Kebisingan per Titik dan Sesi Pengukuran.....	77