

EVALUASI *MENTAL WORKLOAD* GURU PENDIDIK KHUSUS MELALUI NASA-TLX DAN VARIABILITAS DETAK JANTUNG (HRV) SERTA DAMPAKNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN RISIKO *TURNOVER* (STUDI KASUS: SEKOLAH KHUSUS XYZ)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Adamsyah Hadi Kusumah
No. Mahasiswa : 22522014

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 06 April 2026



Adamsyah Hadi Kusumah
22522014

SURAT BUKTI PENELITIAN



YAYASAN PUTRA PUTRI CERDAS MANDIRI SEKOLAH KHUSUS PUTRA PUTRI MANDIRI

Jl. Aneka Warga No.51 RT/RW 005/011 Ds. Sasak Tinggi Kec. Ciputat

Telp : 021- 22796928 E-Mail: skh_ppm@yahoo.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : *06*/SKH-PPM/IV/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama	: Ahmad Sona, S.Pd
NIP	: -
Tempat , Tanggal Lahir	: Tangerang, 29 Maret 1989
Jabatan	: Kepala Sekolah
Unit Kerja	: SKh. Putra Putri Mandiri Ciputat Tangerang Selatan

Menyatakan bahwa :

Nama Lengkap	: Adamsyah Hadi Kusumah
NIM	: 22522014
Tempat Tanggal Lahir	: Sumedang, 01 Februari 2001
Fakultas / Jurusan	: Teknologi Industri / Teknik Industri
Judul Skripsi	: <i>"Evaluasi Mental Workload Guru Pendidik Khusus Melalui NASA-TLX dan Variabilitas Detak Jantung (HRV) Serta Dampaknya Terhadap Produktivitas Dan Risiko Turnover"</i>

Nama tersebut diatas adalah benar mahasiswa yang melakukan penelitian di Sekolah Khusus Putra Putri Mandiri pada **12 Februari 2026**

Demikian surat keterangan penelitian ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar – benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang Selatan, 13 April 2026
Kepala SKh. Putra Putri Mandiri



LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

EVALUASI *MENTAL WORKLOAD* GURU PENDIDIK KHUSUS MELALUI NASA-TLX DAN VARIABILITAS DETAK JANTUNG (HRV) SERTA DAMPAKNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN RISIKO *TURNOVER* (STUDI KASUS: SEKOLAH KHUSUS XYZ)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Menyetujui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Atyanti Dina Prabawati, S. T., M. Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

EVALUASI *MENTAL WORKLOAD* GURU PENDIDIK KHUSUS MELALUI NASA-TLX DAN VARIABILITAS DETAK JANTUNG (HRV) SERTA DAMPAKNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN RISIKO *TURNOVER* (STUDI KASUS: SEKOLAH KHUSUS XYZ)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Adamsyah Hadi Kusumah**

No. Mahasiswa : **22522014**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 7 Mei 2026

Tim Penguji

Atyanti Dyah Prabaswari, S. T., M. Sc.

Ketua

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota I

Didin Dwi Novianto, S.T., M.LSCM.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK. 01522010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti. Karya ini juga ditujukan kepada para pendidik, khususnya guru pendidik khusus, sebagai bentuk kontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan dan kualitas sistem kerja yang lebih ergonomis dan inklusif. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dunia pendidikan

MOTTO

“Orang-orang tidak suka berpikir. Jika seseorang berpikir ia akan mendapatkan kesimpulan.
Kesimpulan tidak selalu menyenangkan.”

- Helen Keller

“Kecerdasan Adalah apa yang Anda gunakan ketika Anda tidak tahu apa yang harus
dilakukan.”

- Jean Piaget

KATA PENGANTAR

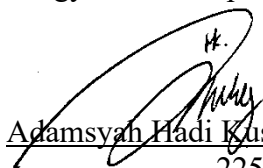
Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Evaluasi *Mental Workload* Guru Pendidik Khusus melalui NASA-TLX dan Variabilitas Detak Jantung (HRV) serta Dampaknya terhadap Produktivitas dan Risiko *Turnover* (Studi Kasus: Sekolah Khusus XYZ)”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menghadapi berbagai tantangan, baik dari segi teknis maupun non-teknis, yang memberikan pengalaman berharga dalam pengembangan kemampuan akademik dan penelitian. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir ini. Dukungan yang diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sangat membantu penulis dalam menyelesaikan setiap tahapan penelitian dengan baik. Bantuan tersebut tidak hanya berupa arahan akademik, tetapi juga motivasi yang mendorong penulis untuk tetap konsisten dan bertanggung jawab dalam menyelesaikan penelitian ini. Adapun pihak-pihak yang ingin penulis ucapkan terima kasih adalah sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., MSc., PhD., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, atas arahan, dukungan, dan kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam menempuh pendidikan.
3. Ibu Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Seluruh jajaran guru dan staf di Sekolah Khusus XYZ yang telah memberikan izin, bantuan, serta dukungan selama proses pengambilan data dan penelitian berlangsung.
5. Kedua orang tua dan Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.
6. *Aerosol* selaku seluruh waktu dan kehidupan yang menjadi diri dalam penulis ini, terucap terima kasih mendalam sepenuh hati.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi penulisan maupun analisis yang disajikan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa yang akan datang. Penulis juga berharap agar hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ergonomi dan sistem kerja.

Yogyakarta, 6 April 2026


Adamsyah Hadi Kusumah
 22522014

ABSTRAK

Peningkatan tuntutan kerja pada sektor pendidikan, khususnya pada guru pendidik khusus, berpotensi menimbulkan beban kerja mental yang tinggi dan berdampak pada produktivitas serta risiko turnover. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat beban kerja mental guru pendidik khusus menggunakan pendekatan multimodal, yaitu metode subjektif NASA-TLX dan metode fisiologis Heart Rate Variability (HRV), serta menganalisis pengaruhnya terhadap produktivitas dan risiko turnover. Penelitian dilakukan di Sekolah Khusus XYZ dengan melibatkan guru pendidik khusus sebagai responden. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner NASA-TLX, pengukuran HRV menggunakan perangkat serta wawancara untuk memperkuat analisis kontekstual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat beban kerja mental guru berada pada kategori tinggi, dengan dimensi mental demand, temporal demand, dan effort sebagai faktor dominan. Pengukuran HRV menunjukkan adanya indikasi stres fisiologis yang sejalan dengan tingginya beban kerja mental yang dirasakan. Analisis regresi menunjukkan bahwa beban kerja mental berpengaruh signifikan terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan risiko turnover. Integrasi hasil NASA-TLX dan HRV memberikan gambaran yang lebih komprehensif dalam mengidentifikasi kondisi kerja guru pendidik khusus. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tingginya beban kerja mental merupakan faktor utama yang memengaruhi kinerja dan keberlanjutan tenaga pendidik. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem kerja yang lebih ergonomis dan berbasis data guna menurunkan beban kerja mental, meningkatkan produktivitas, serta mengurangi risiko turnover pada guru pendidik khusus.

Kata kunci: Beban kerja mental, NASA-TLX, HRV, produktivitas, *turnover*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
SURAT BUKTI PENELITIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Literatur	7
2.1.1 <i>State of The Art</i>	7
2.2 Landasan Teori	15
2.1.1 Ergonomi Kognitif	15
2.1.2 Desain Sistem Kerja	16
2.1.3 Beban Kerja Mental	16
2.1.4 NASA-TLX	17
2.1.5 Heart Rate Variability (HRV)	20
2.1.6 Turnover	23
2.1.7 Produktivitas	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Subjek Penelitian	26
3.2 Objek Penelitian	26
3.3 Data Penelitian	26
3.3.1 Jenis Data	26
3.3.2 Sumber Data	27
3.4 Metode Pengumpulan Data	27
3.5 Alur Penelitian	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	32
4. 1 Pengumpulan Data	32
4.1.1 Gambaran Umum Sekolah	32
4.1.2 Jenis Pelayanan Pendidikan	34
4.1.3 Karakteristik Guru Pendidik Khusus (Responden)	34
4.1.4 Prosedur Pengambilan Data	36
4.2 Pengolahan Data	37
4.2.1 Pengolahan Data NASA-TLX	37
4.2.2 Pengolahan Data HRV (RMSSD)	46

4.2.3 Uji Korelasi NASA-TLX dengan HRV	49
4.2.4 Uji Regresi NASA-TLX Terhadap Produktivitas (Nilai Kinerja)	49
4.2.5 Uji Regresi NASA-TLX Terhadap Turnover.....	52
4.2.6 Uji Regresi HRV Terhadap Produktivitas (Nilai Kinerja)	55
4.2.6 Uji Regresi HRV Terhadap Turnover	59
BAB V PEMBAHASAN	62
5.1 Analisis Beban Kerja Mental	62
5.1.1 Analisis Hasil Pengukuran NASA-TLX	63
5.1.2 Analisis Hasil Pengukuran HRV (RMSSD).....	65
5.2 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap Produktivitas.....	67
5.3 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap <i>Turnover</i>	68
5.4 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap Produktivitas	70
5.5 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap <i>Turnover</i>	72
5.6 Analisis Akar Penyebab Menggunakan FTA.....	73
BAB VI PENUTUP	80
6.1 Kesimpulan.....	80
6.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian	12
Tabel 2. 2 Dimensi NASA-TLX	17
Tabel 2. 3 Klasifikasi Skor NASA-TLX	19
Tabel 4. 1 jumlah Peserta Didik	33
Tabel 4. 2 Klasifikasi Hambatan	33
Tabel 4. 3 Karakteristik Guru Pendidik Khusus	34
Tabel 4. 4 Pembobotan	37
Tabel 4. 5 Pemberian Rating	39
Tabel 4. 6 Total WWL	40
Tabel 4. 7 Rata-Rata WWL	42
Tabel 4. 8 Kategori Hasil Akhir NASA-TLX	43
Tabel 4. 9 Total Setiap Indikator	44
Tabel 4. 10 Persentase Setiap Indikator	44
Tabel 4. 11 Uji Validitas	45
Tabel 4. 12 Klasifikasi Nilai HRV	47
Tabel 4. 13 Hasil Nilai HRV	47
Tabel 5. 1 Analisis Beban Kerja Mental	62
Tabel 5. 2 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap Produktivitas	67
Tabel 5. 3 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap Turnover	69
Tabel 5. 4 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap Produktivitas	70
Tabel 5. 5 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap Turnover	72
Tabel 5. 6 Keterangan Kode FTA	74
Tabel 5. 7 Root Causes dan Saran Perbaikan	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Pekerja yang Mengalami Stress/Burnout.....	2
Gambar 1. 2 Frekuensi Rekrutmen Sekolah Khusus XYZ	5
Gambar 2. 1 Pemberian Bobot	18
Gambar 2. 2 Pemberian Rating	18
Gambar 2. 3 Alat Ukur HRV	21
Gambar 2. 4 Gelombang EKG	22
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Uji Validitas	45
Gambar 4. 2 Uji Reliabilitas.....	46
Gambar 4. 3 Cronbach's Alpha	46
Gambar 4. 4 Uji Korelasi	49
Gambar 4. 5 Normalitas Residual NASA-TLX dengan Produktivitas	50
Gambar 4. 6 P-Plot NASA-TLX dengan Produktivitas	50
Gambar 4. 7 Autokorelasi NASA-TLX dengan Produktivitas	51
Gambar 4. 8 Model Summary NASA-TLX dengan Produktivitas	51
Gambar 4. 9 Uji F NASA-TLX dengan Produktivitas.....	52
Gambar 4. 10 Uji t NASA-TLX dengan Produktivitas.....	52
Gambar 4. 11 Uji Normalitas NASA-TLX dengan Turnover.....	53
Gambar 4. 12 P-Plot NASA-TLX dengan Turnover.....	53
Gambar 4. 13 Uji Autokorelasi NASA-TLX dengan Turnover.....	54
Gambar 4. 14 Model Summary NASA-TLX dengan Turnover.....	54
Gambar 4. 15 Uji F NASA-TLX dengan Turnover	55
Gambar 4. 16 Uji t NASA-TLX dengan Turnover	55
Gambar 4. 17 Uji Normalitas HRV dengan Produktivitas.....	56
Gambar 4. 18 P-Plot HRV dengan Produktivitas.....	56
Gambar 4. 19 Uji autokorelasi HRV dengan Produktivitas	57
Gambar 4. 20 Model Summary HRV dengan Produktivitas.....	57
Gambar 4. 21 Uji F HRV dengan Produktivitas	58
Gambar 4. 22 Uji t HRV dengan Produktivitas	58
Gambar 4. 23 Uji Normalitas HRV dengan Turnover	59
Gambar 4. 24 P-Plot HRV dengan Turnover	60
Gambar 4. 25 Uji Autokorelasi HRV dengan Turnover	60
Gambar 4. 26 Model Summary HRV dengan Turnover	61
Gambar 4. 27 Uji F HRV dengan Turnover.....	61
Gambar 4. 28 Uji t HRV dengan Turnover.....	61
Gambar 5. 1 Persentase Dimensi NASA-TLX.....	64
Gambar 5. 2 Persentase Nilai HRV.....	66
Gambar 5. 3 FTA	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan pilar utama dalam pembangunan bangsa yang tidak hanya menciptakan sumber daya manusia berkualitas, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi dan sosial. Menurut laporan UNESCO (Chile, 2025), setiap tambahan satu tahun pendidikan dapat meningkatkan pendapatan individu hingga 10% dan berkontribusi signifikan terhadap produk domestik bruto (PDB) suatu negara. Kondisi ini menegaskan bahwa sektor pendidikan memiliki peran strategis dalam pembangunan jangka panjang, sehingga memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak untuk mendorong transformasi pendidikan yang inklusif, adaptif terhadap perkembangan zaman, dan mampu mencetak generasi berdaya saing global.

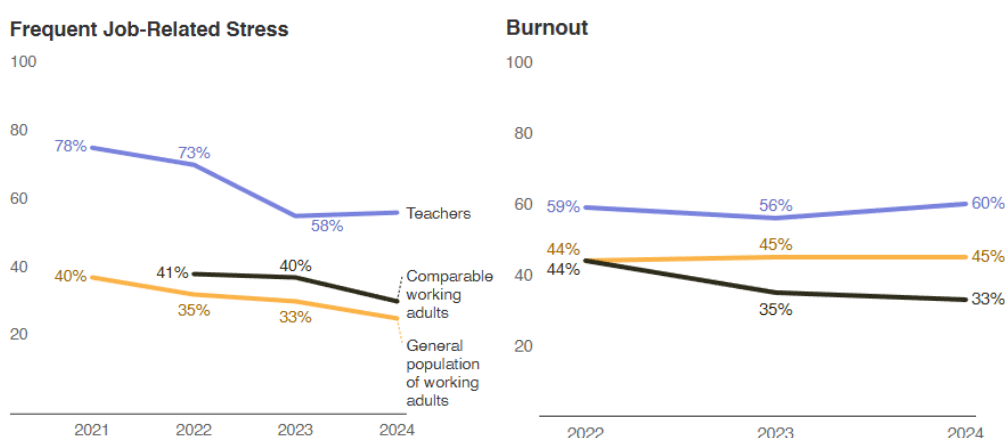
Industri pendidikan merupakan sektor jasa yang sangat bergantung pada kualitas dan kesiapan sumber daya manusia, khususnya guru sebagai pelaksana utama proses pembelajaran. Dalam konteks manajemen sistem kerja, guru berperan sebagai human resource yang tidak hanya dituntut menghasilkan output pendidikan berkualitas, tetapi juga harus mampu beradaptasi dengan dinamika kurikulum, tuntutan administratif, serta ekspektasi pemangku kepentingan. Dalam beberapa tahun terakhir, peningkatan tuntutan kerja di sektor pendidikan terjadi secara global dan berdampak pada meningkatnya stres kerja serta penurunan kesejahteraan mental tenaga pendidik. UNESCO melaporkan adanya peningkatan attrition rate guru secara signifikan yang dipicu oleh tekanan kerja dan kondisi kerja yang berat, sehingga menunjukkan bahwa keberlanjutan sistem pendidikan sangat dipengaruhi oleh kemampuan organisasi dalam mengelola beban kerja mental guru secara sistematis (Corbett & Guilherme, 2021).

Permasalahan beban kerja mental tersebut menjadi semakin krusial ketika dikaitkan dengan konsep produktivitas dan efisiensi organisasi. Beban kerja mental yang tinggi berpotensi menurunkan fokus, meningkatkan kelelahan kognitif, serta memicu performance degradation, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas layanan pendidikan. Dalam perspektif teknik industri, kondisi ini tidak hanya memengaruhi kinerja individu, tetapi juga meningkatkan biaya operasional organisasi akibat rework, penurunan kualitas output, serta meningkatnya kebutuhan rekrutmen dan pelatihan ulang tenaga pendidik. Dengan demikian,

beban kerja mental guru merupakan faktor penting yang memengaruhi efektivitas, efisiensi, dan keberlanjutan manajemen sekolah.

Risiko beban kerja mental yang tinggi cenderung lebih besar pada guru pendidik khusus dan *shadow teacher* yang bekerja dengan siswa berkebutuhan khusus. Kelompok pendidik ini menghadapi tuntutan kerja yang lebih kompleks karena harus melakukan pendampingan individual, pengelolaan emosi siswa, serta pengambilan keputusan cepat dalam situasi pembelajaran yang dinamis. Selain aktivitas mengajar, guru pendidik khusus juga dibebani dengan pekerjaan administratif dan koordinasi lintas profesi, yang secara kumulatif meningkatkan mental workload. Kondisi tersebut membuat pendidik khusus lebih rentan mengalami kelelahan mental berkepanjangan, penurunan performa kerja, serta peningkatan niat keluar kerja (*turnover intention*), yang berdampak pada stabilitas proses pembelajaran dan kontinuitas layanan pendidikan (Granziera et al., 2025a).

Dalam jangka panjang, tingginya tingkat turnover tenaga pendidik khusus menimbulkan konsekuensi organisasi yang signifikan. Kehilangan guru berpengalaman tidak hanya mengganggu keberlanjutan proses pembelajaran, tetapi juga meningkatkan beban biaya adaptasi bagi sekolah akibat kebutuhan rekrutmen, pelatihan, dan penyesuaian sistem kerja bagi guru baru (Granziera et al., 2025). Dari sudut pandang teknik industri, kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara tuntutan kerja, kapasitas kognitif tenaga kerja, dan desain sistem kerja yang belum optimal (Roques et al., 2025). Oleh karena itu, evaluasi beban kerja mental menjadi langkah strategis dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional, menjaga produktivitas, serta mendukung operational sustainability organisasi pendidikan.



Gambar 1. 1 Data Pekerja yang Mengalami Stress/Burnout

Sumber: (Irving, 2024)

Melihat kompleksitas tantangan yang dihadapi guru di Sekolah Luar Biasa (SLB), penelitian ini akan difokuskan untuk menyelesaikan akar masalah yang berhubungan dengan jam kerja berlebih, bertambahnya tugas non-pedagogis, serta manajemen kelas yang penuh dengan variasi hambatan siswa. Permasalahan ini menjadi krusial karena ketiga aspek tersebut terbukti saling berkontribusi terhadap tingginya tingkat stres kerja dan kelelahan mental guru, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas layanan pendidikan. Beberapa penelitian terdahulu, seperti studi oleh (Irving, 2024) dari RAND Corporation, telah menunjukkan bahwa sekitar 59% guru mengalami stres kerja secara rutin akibat ketidakseimbangan beban kerja dan kurangnya dukungan institusional. Selain itu, studi dari (Corbett & Guilherme, 2021) menegaskan bahwa kesejahteraan emosional guru memiliki hubungan yang signifikan dengan efektivitas pengajaran.

Fenomena kekurangan tenaga pendidik di Tangerang Selatan menjadi isu yang semakin mengkhawatirkan dalam beberapa tahun terakhir. Dilansir dari berbagai pemberitaan media seperti satelitnews.com dan BantenEkspres.co.id, jumlah guru di sekolah negeri belum mampu memenuhi kebutuhan ideal akibat tingginya angka pensiun serta keterbatasan rekrutmen tenaga pengajar baru. Kondisi ini menyebabkan ketidakseimbangan rasio antara guru dan siswa, sehingga banyak guru harus mengajar lebih dari satu kelas sekaligus dan menangani beban kerja yang lebih tinggi dari kondisi normal. Selain itu, guru juga tetap dibebani dengan tugas administratif dan non-pedagogis yang semakin menambah tekanan kerja. Situasi tersebut berpotensi menurunkan kualitas pembelajaran sekaligus meningkatkan risiko stres, kelelahan mental, hingga burnout pada tenaga pendidik.

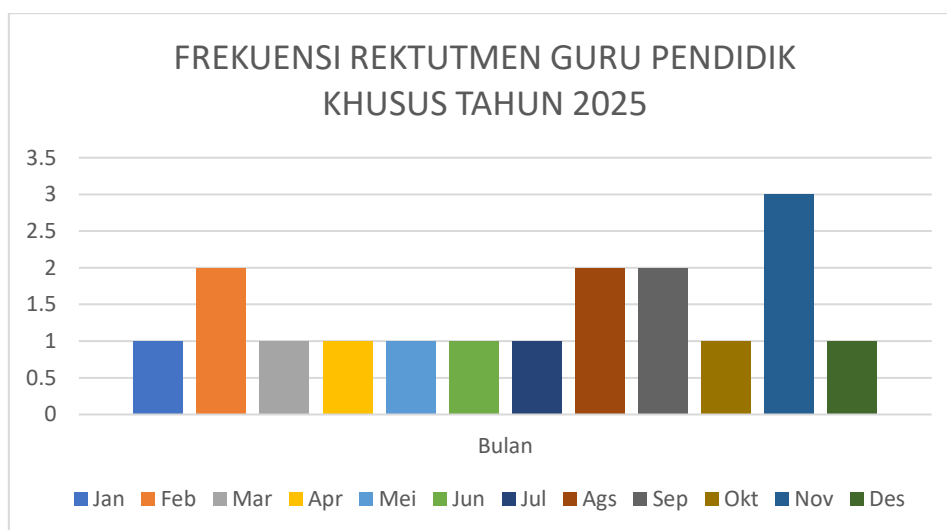
Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa tingkat stres dan burnout pada guru pendidik khusus maupun guru inklusi berada pada kategori yang cukup tinggi dan bersifat sistemik. Penelitian oleh (Gitara et al., 2023) terhadap guru inklusi di Indonesia menunjukkan bahwa sebelum intervensi, mayoritas responden berada pada kategori *burnout* sedang hingga tinggi, khususnya pada dimensi kelelahan emosional, depersonalisasi, dan penurunan pencapaian personal, yang mencerminkan akumulasi stres kerja berkepanjangan akibat tuntutan pengajaran siswa berkebutuhan khusus, keterbatasan dukungan institusional, serta beban kerja *non-pedagogis* yang tinggi. Temuan ini diperkuat oleh studi (Yuliantari & Widyasari, 2020) terhadap 174 guru sekolah dasar inklusif di berbagai kota besar di Indonesia, yang menunjukkan bahwa *burnout* pada guru inklusi berkorelasi signifikan dengan tingginya tuntutan kognitif, tekanan waktu, kompleksitas pengelolaan kelas, serta rendahnya sumber daya pendukung, sehingga menempatkan profesi guru inklusi sebagai kelompok dengan risiko stres kerja dan

burnout yang lebih tinggi dibandingkan guru regular. Kondisi tersebut menegaskan bahwa stres dan *burnout* pada guru pendidik khusus bukanlah fenomena individual semata, melainkan persoalan sistem kerja yang perlu dikaji secara lebih mendalam melalui pendekatan ilmiah yang terukur dan komprehensif.

Kondisi tingginya turnover di pada sekolah tidak terlepas dari karakteristik sistem kerja yang menempatkan guru pada beban kerja yang melebihi kapasitas optimalnya. Dalam praktiknya, guru seringkali menghadapi jam kerja yang panjang dan tidak terstruktur, di mana aktivitas tidak hanya terbatas pada proses pembelajaran di kelas, tetapi juga mencakup tugas administratif, penyusunan laporan perkembangan siswa, hingga koordinasi dengan orang tua dan tenaga profesional lain. Selain itu, dalam satu waktu, seorang guru dapat menangani beberapa siswa dengan kondisi *multiple disability* yang memiliki kebutuhan berbeda-beda, sehingga menuntut perhatian individual yang intensif, pengambilan keputusan cepat, serta regulasi emosi yang tinggi secara terus-menerus. Ketidakseimbangan antara jumlah tenaga pendidik dan jumlah siswa berkebutuhan khusus juga menyebabkan meningkatnya rasio beban kerja, di mana satu guru harus menjalankan peran sebagai pengajar, pendamping, sekaligus pengelola perilaku siswa secara bersamaan. Kondisi ini diperparah dengan keterbatasan dukungan fasilitas dan sistem kerja yang belum sepenuhnya ergonomis, sehingga akumulasi tekanan kerja baik secara mental maupun fisik menjadi tidak terhindarkan. Dalam jangka panjang, situasi kerja seperti ini memicu kelelahan kronis, menurunkan kepuasan kerja, serta mendorong munculnya niat untuk meninggalkan pekerjaan, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap tingginya tingkat turnover.

Sekolah Khusus XYZ menunjukkan tingkat turnover pegawai yang relatif tinggi, yang terlihat dari frekuensi rekrutmen yang dilakukan secara berkala hampir setiap dua bulan sekali dalam satu tahun akademik, dengan penerimaan sekitar 1-3 pegawai baru pada setiap periode untuk menggantikan posisi yang ditinggalkan. Pola ini mengindikasikan adanya perputaran tenaga kerja yang cukup intensif dibandingkan dengan kondisi organisasi yang stabil. Turnover dimaknai sebagai tingkat perputaran karyawan dalam suatu organisasi yang ditunjukkan oleh banyaknya pegawai yang keluar dan harus digantikan dalam periode tertentu, sehingga apabila frekuensi rekrutmen dilakukan berulang dalam waktu singkat dan jumlah penggantian karyawan relatif tinggi, kondisi tersebut mencerminkan tingkat turnover yang tinggi dalam organisasi, yang dapat berdampak pada peningkatan biaya rekrutmen dan pelatihan, penurunan stabilitas tim kerja, serta terganggunya kontinuitas proses pembelajaran, khususnya pada institusi pendidikan khusus yang memerlukan konsistensi interaksi antara guru dan peserta

didik(Lee et al., 2026). Kondisi ini perlu dikaji lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor internal organisasi, terutama beban kerja guru, karena beban kerja yang tinggi baik secara mental maupun fisik berpotensi menimbulkan stres, kelelahan, dan penurunan kepuasan kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan kecenderungan turnover, sehingga evaluasi terhadap sistem kerja dan distribusi beban kerja di Sekolah Khusus XYZ menjadi hal yang penting untuk dilakukan.



Gambar 1. 2 Frekuensi Rekrutmen Sekolah Khusus XYZ

Secara teoritis, pengukuran beban kerja mental yang komprehensif memerlukan pendekatan multimodal karena beban kerja mental merupakan konstruk yang bersifat subjektif sekaligus fisiologis (Sutarto et al., 2024). Metode *NASA Task Load Index* (NASA-TLX) mampu menangkap persepsi individu terhadap tuntutan kognitif, temporal, dan emosional secara langsung, namun sangat dipengaruhi oleh bias persepsi, pengalaman, dan kondisi psikologis responden. Di sisi lain, Heart Rate Variability (HRV) merepresentasikan respons objektif sistem saraf otonom terhadap stres dan beban kognitif, di mana peningkatan beban kerja mental secara konsisten dikaitkan dengan penurunan aktivitas parasimpatis dan peningkatan dominasi simpatis, yang tercermin pada perubahan parameter HRV seperti RMSSD, SDNN, dan rasio LF/HF (Sutarto et al., 2024). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa meskipun NASA-TLX dan HRV sering digunakan secara terpisah, ketidaksesuaian hasil antara pengukuran subjektif dan fisiologis masih sering ditemukan, sehingga pengukuran tunggal berpotensi menghasilkan interpretasi yang parsial (Cinaz et al., 2013). Oleh karena itu, integrasi NASA-TLX dan HRV menjadi urgent untuk memberikan gambaran beban kerja mental yang lebih valid dan menyeluruh, khususnya dalam konteks kerja dengan tuntutan kognitif dan emosional tinggi seperti guru pendidik khusus.

Penelitian ini penting untuk dilakukan karena berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada lingkungan laboratorium atau profesi industri tertentu, dengan mengkaji secara simultan beban kerja mental subjektif dan objektif pada konteks pendidikan inklusif. Dalam perspektif teknik industri, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perancangan *work system design* yang lebih ergonomis, efisien, dan berbasis data, sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan guru sekaligus menjaga keberlanjutan dan kualitas layanan pendidikan khusus dalam jangka panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang, sehingga didapatkan rumusna masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana tingkat dan kategori beban kerja mental guru pendidik khusus berdasarkan metode NASA-TLX?
2. Bagaimana kondisi variabilitas detak jantung (HRV) guru pendidik khusus selama aktivitas kerja?
3. Bagaimana rekomendasi yang dapat diusulkan untuk menurunkan beban kerja mental guru pendidik khusus guna meningkatkan produktivitas dan menekan risiko turnover berdasarkan hasil evaluasi NASA-TLX dan HRV?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi tingkat dan kategori beban kerja mental guru pendidik khusus berdasarkan hasil pengukuran menggunakan metode NASA-TLX, termasuk analisis dimensi beban kerja mental yang dominan.
2. Menganalisis kondisi variabilitas detak jantung (HRV) guru pendidik khusus selama aktivitas kerja sebagai indikator objektif respon fisiologis terhadap beban kerja mental.
3. Menyusun rekomendasi perbaikan untuk menurunkan beban kerja mental guru pendidik khusus berdasarkan integrasi hasil evaluasi NASA-TLX dan HRV, guna meningkatkan produktivitas kerja dan menekan risiko turnover.

1.4 Manfaat Penelitian

Terdapat manfaat dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti
Peneliti mendapatkan pengembangan kemampuan dalam menerapkan analisis ergonomi kognitif dan analisis regresi untuk mengkaji hubungan antara beban kerja mental, produktivitas, dan risiko turnover dalam konteks sistem kerja pendidikan.

2. Bagi Instansi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi ilmiah dalam pengembangan keilmuan Teknik Industri, khususnya pada bidang ergonomi dan manajemen sistem kerja di sektor pendidikan. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi akademik bagi dosen dan mahasiswa Universitas Islam Indonesia dalam pengembangan penelitian serupa, serta mendukung peningkatan kualitas penelitian terapan yang relevan dengan isu kesejahteraan tenaga pendidik.

3. Bagi Industri Pendidikan

Penelitian ini memberikan informasi berbasis data mengenai kondisi mental workload guru pendidik khusus dan dampaknya terhadap produktivitas serta risiko turnover. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perancangan sistem kerja yang lebih ergonomis, pengelolaan beban tugas, serta penyusunan strategi peningkatan kesejahteraan tenaga pendidik guna mendukung keberlanjutan dan kualitas layanan pendidikan.

1.5 Batasan Penelitian

Terdapat beberapa batasan penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian ini difokuskan pada guru pendidik khusus, yang meliputi guru sekolah luar biasa, shadow teacher, dan terapis, pada lingkungan pendidikan khusus di Sekolah Khusus XYZ
2. Pengukuran *mental workload* dibatasi pada penggunaan metode NASA-TLX sebagai indikator subjektif dan variabilitas detak jantung (HRV) berbasis smartwatch sebagai indikator fisiologis objektif.
3. Parameter HRV yang dianalisis dibatasi pada indikator umum yang relevan untuk evaluasi beban kerja mental, seperti RMSSD.
4. Produktivitas kerja guru diukur berdasarkan indikator kinerja yang ditetapkan dalam lingkup penelitian dan tidak mencakup penilaian kualitas pembelajaran secara menyeluruh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

2.1.1 *State of The Art*

Pada penelitian (Marchand et al., 2021) melakukan *systematic literature review* terhadap 60 artikel yang membahas pengukuran *mental workload* pada penggunaan *wearable assistive devices* seperti prostesis dan eksoskeleton. Metode yang dianalisis mencakup pengukuran subjektif (NASA-TLX dan kuesioner serupa), metode *dual-task*, serta pengukuran fisiologis seperti HRV, aktivitas kulit, pernapasan, dan aktivitas otak (EEG/fNIRS). Hasil kajian menunjukkan bahwa metode subjektif dan *dual-task* masih paling dominan digunakan, sementara metode fisiologis mulai berkembang namun belum terstandarisasi. Studi ini menegaskan bahwa belum terdapat satu metode tunggal yang paling unggul untuk mengukur *mental workload*, karena setiap metode memiliki keterbatasan masing-masing. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan pendekatan multimodal yang mengombinasikan metode subjektif dan fisiologis untuk memperoleh gambaran *mental workload* yang lebih komprehensif dan valid.

Ada penelitian (Abareshi et al., 2022) yang meneliti pengaruh beban kerja mental, faktor pekerjaan, dan karakteristik sosiodemografis terhadap burnout pada tenaga Emergency Medical Services (EMS) di Iran. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan melibatkan 198 responden, serta instrumen NASA-TLX untuk mengukur *mental workload* dan Maslach Burnout Inventory (MBI) untuk mengukur burnout. Analisis statistik dilakukan menggunakan korelasi Pearson, uji ANOVA, dan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan signifikan antara beban kerja mental dengan dua dimensi burnout, yaitu *emotional exhaustion* dan *depersonalization*. Studi ini menegaskan bahwa *mental workload* merupakan prediktor utama burnout dibandingkan faktor demografis, sekaligus memperkuat relevansi NASA-TLX dalam konteks pekerjaan layanan darurat berisiko tinggi.

Penelitian ini (Aqsal Faiz Al Hayy et al., 2025) mengukur beban kerja mental karyawan Quality Control di PT Delta Dunia Tekstil I menggunakan metode NASA-TLX. Data dikumpulkan dari 20 pekerja QC dan dianalisis menggunakan uji-T dan uji-F untuk melihat hubungan usia dan masa kerja terhadap *mental workload*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja mental berada pada kategori tinggi, dengan dimensi *effort* dan *performance* sebagai

kontributor dominan. Studi ini juga menemukan bahwa usia dan masa kerja tidak berpengaruh signifikan terhadap persepsi beban kerja mental, sehingga faktor tuntutan tugas lebih dominan. Penelitian ini menegaskan peran NASA-TLX sebagai alat diagnostik dalam meningkatkan produktivitas dan pengambilan keputusan manajemen SDM.

Berdasarkan penelitian (Azizah et al., 2025) menilai beban kerja mental pekerja pabrik otomotif menggunakan kombinasi NASA-TLX dan Rating Scale Mental Effort (RSME). Penelitian ini dilakukan pada PT XXX dengan fokus pada berbagai jenis pekerjaan produksi. Hasil menunjukkan rata-rata skor NASA-TLX sebesar 62,09 dan skor RSME sebesar 97,52, dengan divisi Quality Assurance mengalami beban kerja mental tertinggi. Studi ini menunjukkan konsistensi hasil antara dua metode subjektif dan menegaskan bahwa pekerjaan berbasis analisis dan observasi memiliki tuntutan mental lebih tinggi dibanding pekerjaan repetitive.

Penelitian (Zainudin & Purbasari, 2025) mengevaluasi beban kerja mental pekerja Departemen Mekanik PT XYZ menggunakan NASA-TLX. Studi dilakukan pada 22 pekerja yang bertanggung jawab atas perbaikan mesin pembangkit listrik. Hasil menunjukkan bahwa 56% pekerja mengalami beban kerja mental berat dan 44% kategori sedang, dengan dimensi effort dan mental demand sebagai faktor dominan. Temuan ini menunjukkan bahwa pekerjaan teknis dengan risiko tinggi membutuhkan perhatian khusus dalam manajemen beban kerja untuk mencegah penurunan performa dan kesalahan kerja.

Merujuk pada penelitian (Munir Putri & Suryadi, 2022) menganalisis beban kerja fisik dan mental tenaga kesehatan IGD menggunakan metode Cardiovascular Load (CVL) dan NASA-TLX. Studi dilakukan pada 23 tenaga kesehatan (dokter dan perawat) dengan sistem kerja shift. Hasil menunjukkan bahwa 21 responden mengalami beban kerja mental kategori tinggi dan 2 kategori sangat tinggi, sementara pengukuran CVL menunjukkan sebagian pekerja memerlukan perbaikan sistem kerja. Studi ini memperkuat bukti bahwa lingkungan kerja medis darurat memiliki tuntutan kognitif tinggi dan memerlukan evaluasi beban kerja terpadu antara metode subjektif dan objektif.

Dalam penelitian (Efendy, 2025) mengukur beban kerja mental karyawan Divisi Health, Safety, and Environment (HSE) PT XYZ menggunakan NASA-TLX. Penelitian ini mengidentifikasi faktor utama beban kerja mental tinggi, yaitu sistem kerja 24 jam, frekuensi lembur, dan keterbatasan fasilitas kerja. Hasil menunjukkan mayoritas responden berada pada kategori beban kerja mental tinggi hingga sangat tinggi. Studi ini menegaskan bahwa beban kerja mental pada fungsi pengawasan keselamatan memiliki implikasi langsung terhadap stres

kerja dan risiko kecelakaan, serta membutuhkan intervensi manajerial berbasis ergonomi kognitif.

Penelitian (Septiani et al., 2024) mengevaluasi beban kerja mental dan kelelahan pekerja Horizontal Directional Drilling menggunakan metode Rating Scale Mental Effort (RSME) dan Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI). Metode RSME digunakan untuk mengukur tingkat usaha mental pekerja selama aktivitas kerja berat dan berisiko tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor RSME berada pada kategori very great effort hingga extreme effort, yang mengindikasikan tingginya tuntutan kognitif meskipun pekerjaan bersifat fisik. Selain itu, hasil SOFI menunjukkan tingkat kelelahan tinggi terutama pada dimensi sleepiness dan lack of energy. Studi ini menegaskan bahwa RSME efektif dalam mengidentifikasi beban kerja mental tersembunyi pada pekerjaan lapangan, namun masih terbatas pada pendekatan subjektif tanpa dukungan indikator fisiologis objektif.

Berdasarkan penelitian (Rahmi Azizy et al., 2024) menganalisis beban kerja operasional pekerja industri manufaktur dengan mengombinasikan metode Full-Time Equivalent (FTE) dan Rating Scale Mental Effort (RSME). FTE digunakan untuk mengukur beban kerja dari sisi kuantitatif tenaga kerja, sementara RSME digunakan untuk menilai usaha mental pekerja pada setiap stasiun kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun nilai FTE berada dalam kategori normal, skor RSME pada beberapa stasiun kerja tergolong tinggi, menandakan adanya ketidakseimbangan antara beban kerja fisik dan mental. Kontribusi utama studi ini adalah menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif tenaga kerja saja tidak cukup, dan RSME diperlukan untuk mengungkap tuntutan kognitif yang berpotensi memengaruhi performa dan kelelahan pekerja.

Pada penelitian (Ramadhani Gobel et al., 2025) mengkaji beban kerja psikologis dan fisiologis anggota kepolisian kriminal menggunakan kombinasi Rating Scale Mental Effort (RSME) dan Cardiovascular Load (CVL). RSME digunakan untuk menilai persepsi usaha mental, sedangkan CVL dihitung berdasarkan denyut jantung kerja untuk mengevaluasi beban fisiologis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki skor RSME pada kategori very great effort, sementara nilai CVL berada pada kategori need improvement. Temuan ini menunjukkan bahwa beban kerja mental dapat berada pada level tinggi meskipun beban fisiologis belum ekstrem. Studi ini merepresentasikan pendekatan multimodal awal dalam evaluasi beban kerja mental, namun masih belum mengeksplorasi parameter fisiologis lanjutan seperti HRV serta belum mengaitkan hasilnya dengan produktivitas atau risiko turnover.

Dalam penelitian (Qiao et al., 2021) yang meneliti bias kognitif peak-end effect dalam penilaian mental workload pengatur lalu lintas udara menggunakan NASA-TLX. Studi eksperimental ini menunjukkan bahwa penilaian beban kerja mental pasca-tugas sangat dipengaruhi oleh momen puncak dan fase akhir tugas, bukan oleh total beban kerja secara keseluruhan. Hasil ini mengindikasikan adanya keterbatasan metode subjektif dalam merepresentasikan beban kerja aktual, sehingga diperlukan pengukuran real-time atau indikator fisiologis sebagai pelengkap evaluasi mental workload.

Berdasarkan penelitian dari (Wang et al., 2023) menginvestigasi variasi mental workload pilot dalam skenario penerbangan berisiko menggunakan flight simulator. Penelitian ini melibatkan dua eksperimen terpisah yang mencakup pilot taruna dan pilot maskapai, dengan pengukuran mental workload menggunakan HRV dan NASA-TLX. Data HRV dianalisis secara dinamis pada setiap segmen penerbangan untuk menangkap perubahan beban kerja mental selama proses pengambilan keputusan berisiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pilot dengan kecenderungan pengambilan risiko yang lebih tinggi mengalami fluktuasi HRV yang lebih signifikan, yang mengindikasikan peningkatan mental workload. Studi ini menekankan pentingnya pengukuran mental workload secara temporal dan real-time, serta menunjukkan bahwa indikator fisiologis dapat mengungkap dinamika kognitif yang tidak selalu tertangkap oleh pengukuran subjektif pasca-tugas.

Penelitian (Roques et al., 2025) mengembangkan model machine learning untuk melakukan penilaian mental workload secara kontinu pada interaksi manusia-mesin yang kompleks, khususnya pada pilot helikopter dalam simulator realistis. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data fisiologis (termasuk HRV dan indikator sensorimotor) serta data operasional seperti kontrol penerbangan dan parameter tugas. Model klasifikasi kemudian dilatih untuk memprediksi tingkat mental workload. Hasil penelitian menunjukkan performa prediksi yang tinggi, dengan nilai ROC-AUC di atas 0,83, dan temuan menarik bahwa data operasional memiliki daya prediksi lebih tinggi dibandingkan sinyal fisiologis murni. Studi ini merepresentasikan perkembangan mutakhir dalam evaluasi mental workload berbasis data dan menantang paradigma konvensional yang terlalu bergantung pada indikator fisiologis saja.

Penelitian (Granziera et al., 2025) melakukan studi cross-sectional berskala besar terhadap 4.959 guru di Australia untuk mengkaji hubungan antara beban kerja, kesehatan mental, dan intensi turnover. Metode penelitian menggunakan kuesioner terstandarisasi untuk mengukur beban kerja serta gejala depresi, kecemasan, dan stres, kemudian dianalisis menggunakan path analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja guru

berkontribusi signifikan terhadap peningkatan gejala depresi, yang selanjutnya berpengaruh terhadap niat untuk meninggalkan profesi. Studi ini menegaskan beban kerja sebagai faktor risiko utama dalam keberlanjutan profesi guru, namun belum mengintegrasikan pengukuran mental workload objektif seperti HRV atau pendekatan ergonomi kognitif.

Penelitian (Özsever & Tavacioglu, 2021) menelaah dampak mental workload (MWL) terhadap kondisi fungsional perwira jaga kapal yang berpotensi menyebabkan kecelakaan seperti tabrakan dan kandas di laut. Tujuan utama penelitian adalah mengukur tingkat beban kerja mental perwira jaga pada berbagai kondisi navigasi. Studi ini dilakukan menggunakan bridge simulator dengan melibatkan 11 partisipan. Penilaian subjektif beban kerja mental dilakukan pada akhir setiap tahapan menggunakan NASA Task Load Index (NASA-TLX). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kesulitan tugas navigasi menghasilkan perbedaan yang signifikan pada tingkat beban kerja mental di mana keduanya meningkat seiring dengan meningkatnya kompleksitas tugas. Selain itu, ditemukan korelasi yang signifikan secara statistik antara beban kerja mental yang dipersepsikan oleh partisipan. Studi ini memberikan kontribusi penting dengan menunjukkan bahwa indikator fisiologis dapat digunakan untuk memprediksi beban kerja mental pada operasi navigasi rutin di sektor transportasi maritim.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas pengukuran mental workload pada berbagai sektor dengan beragam metode dan pendekatan analisis. Namun, perbedaan objek penelitian, kombinasi metode pengukuran, serta dampak yang dianalisis menunjukkan adanya keterbatasan dan celah penelitian yang belum sepenuhnya terjawab. Oleh karena itu, dilakukan pemetaan penelitian terdahulu untuk mengidentifikasi research gap yang relevan dengan penelitian ini, sebagaimana disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian

No.	Penelitian	Objek	Metode			Dampak		
			NASA-TLX	HRV	RSME	Turnover	Produktivitas	Burnout
1.	(Marchand et al., 2021)	Industri Manufaktur	✓		✓		✓	
2.	(Abareshi et al., 2022)	Industri Kesehatan	✓					✓
3.	(Aqsal Faiz Al Hayy et al., 2025)	Industri Manufaktur	✓				✓	
4.	(Azizah et al., 2025)	Industri Manufaktur	✓		✓		✓	
5.	(Zainudin & Purbasari, 2025)	Industri Manufaktur	✓				✓	
6.	(Munir Putri & Suryadi, 2022)	Industri Kesehatan	✓					✓

No.	Penelitian	Objek	Metode			Dampak		
			NASA-TLX	HRV	RSME	Turnover	Produktivitas	Burnout
7.	(Efendy, 2025)	Industri Energi	✓					✓
8.	(Septiani et al., 2024)	Industri Manufaktur			✓			
9.	(Rahmi Azizy et al., 2024)	Industri Manufaktur			✓		✓	
10.	(Ramadhani Gobel et al., 2025)	Lembaga Pemerintahan			✓			✓
11.	(Qiao et al., 2021)	Industri Otomotif	✓				✓	
12.	(Wang et al., 2023)	Industri Otomotif	✓				✓	
13.	(Roques et al., 2025)	Industri Otomotif		✓			✓	
14.	(Granziera et al., 2025)	Industri Pendidikan	✓			✓		✓

No.	Penelitian	Objek	Metode			Dampak		
			NASA-TLX	HRV	RSME	Turnover	Produktivitas	Burnout
15.	(Özsever & Tavacioglu, 2021)	Sektor Transportasi Maritim	✓					✓
16.	(Kusumah, 2025)	Industri Pendidikan	✓	✓		✓	✓	✓

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan bagian penting dalam suatu penelitian ilmiah yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan menganalisis temuan-temuan sebelumnya yang relevan dengan topik yang dikaji. Melalui telaah terhadap penelitian terdahulu, peneliti dapat memahami perkembangan konsep, metodologi, serta celah penelitian (research gap) yang masih perlu dieksplorasi lebih lanjut. Dalam konteks penelitian ini, literatur review difokuskan pada studi-studi yang membahas beban kerja mental dan pendekatan ergonomi kognitif, khususnya yang menggunakan metode NASA-TLX sebagai alat ukur subjektif dan HRV sebagai indikator fisiologis.

2.1.1 Ergonomi Kognitif

Ergonomi kognitif merupakan cabang dari ergonomi yang berfokus pada proses mental yang terlibat dalam interaksi manusia dengan sistem kerja, seperti persepsi, memori, penalaran, dan respons motorik. Tujuan utama dari ergonomi kognitif adalah untuk mengoptimalkan desain sistem agar sesuai dengan keterbatasan dan kemampuan kognitif manusia, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja, keselamatan, serta kesejahteraan pekerja. Ergonomi kognitif sangat penting dalam lingkungan kerja yang kompleks karena beban kognitif yang berlebihan dapat mengarah pada kesalahan, stres, dan penurunan performa kerja (Wickens et al., 2022).

Dalam praktiknya, ergonomi kognitif diaplikasikan pada berbagai sektor seperti penerbangan, medis, pendidikan, dan industri teknologi. Pendekatan ini mencakup desain antarmuka pengguna, sistem otomatisasi, pemrosesan informasi, dan manajemen gangguan kognitif. Penerapan ergonomi kognitif yang efektif melibatkan pemahaman mendalam tentang interaksi manusia-komputer, pembagian beban kerja mental, dan sistem pendukung pengambilan keputusan (Wilson & Sharples, 2015).

Dalam konteks pendidikan, terutama pada guru SLB yang menghadapi tuntutan kognitif tinggi, penerapan ergonomi kognitif sangat relevan. Guru SLB harus terus beradaptasi dengan kebutuhan anak-anak berkebutuhan khusus, yang memerlukan fleksibilitas mental, empati tinggi, serta manajemen stres yang baik. Lingkungan kerja yang tidak dirancang berdasarkan prinsip ergonomi kognitif dapat memperburuk tekanan psikologis dan berujung pada burnout. Oleh karena itu, studi ini menempatkan ergonomi kognitif sebagai pendekatan utama dalam merancang sistem kerja guru SLB (Stanton et al., 2013).

2.1.2 Desain Sistem Kerja

Desain sistem kerja mencakup pengaturan elemen-elemen dalam suatu pekerjaan agar mendukung efektivitas, efisiensi, serta kesehatan pekerja. Elemen-elemen tersebut mencakup tugas, teknologi, lingkungan, serta hubungan antar individu dalam suatu sistem. Menurut (Letho & Landry, 2013), sistem kerja yang baik dirancang dengan mempertimbangkan interaksi manusia dan teknologi, serta didasarkan pada pendekatan ergonomi untuk menghindari beban kerja berlebih dan meningkatkan produktivitas.

Pendekatan sistem kerja dapat bersifat holistik, yang tidak hanya memperhatikan efisiensi proses kerja tetapi juga kesejahteraan psikologis dan fisiologis pekerja. Sistem kerja modern harus mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan organisasi, seperti digitalisasi dan fleksibilitas kerja. Desain sistem kerja yang responsif terhadap faktor manusia dapat mengurangi kesalahan kerja, meningkatkan keselamatan, dan memberikan dampak positif terhadap kinerja jangka panjang (Dul et al., 2012)

Pada guru SLB, desain sistem kerja menjadi krusial karena kompleksitas interaksi dengan siswa berkebutuhan khusus serta keterbatasan sarana pendukung. Sistem kerja guru seharusnya dirancang dengan mempertimbangkan aspek kognitif dan emosional yang unik. Ini mencakup desain tugas yang terstruktur, penyediaan teknologi bantu, hingga sistem dukungan sosial. Dengan pendekatan ergonomi yang tepat, sistem kerja yang dirancang akan menciptakan kondisi kerja yang manusiawi dan berkelanjutan.

2.1.3 Beban Kerja Mental

Beban kerja mental mengacu pada tingkat usaha kognitif yang dibutuhkan seseorang dalam menyelesaikan suatu tugas, yang dipengaruhi oleh kompleksitas tugas, waktu, serta kapasitas mental individu. Menurut (Hart, 2007), beban kerja mental bukan hanya ditentukan oleh kuantitas tugas tetapi juga oleh persepsi individu terhadap kesulitan tugas tersebut. Dalam lingkungan kerja yang penuh tekanan, beban mental yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kinerja, kesalahan, hingga stres berkepanjangan.

Beban kerja mental banyak diteliti dalam berbagai konteks pekerjaan, mulai dari dunia industri, medis, transportasi, hingga pendidikan. Hasil studi (Mohammadian et al., 2022) di ruang kontrol pertambangan menunjukkan bahwa tingginya tuntutan kognitif berkorelasi langsung dengan peningkatan kelelahan mental. Beban mental yang tinggi pada guru pendidikan khusus berdampak signifikan terhadap stres kerja, yang kemudian memengaruhi kualitas pengajaran dan interaksi dengan siswa.

Mengukur beban kerja mental dapat dilakukan melalui metode subjektif seperti NASA-TLX, atau metode fisiologis seperti HRV dan EEG. Penelitian (Prasetyo & Iridiastadi, 2025) menekankan pentingnya pendekatan multimodal untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat. Dalam konteks guru SLB, pengukuran beban kerja mental menjadi krusial untuk memahami tekanan yang dihadapi dan merancang sistem kerja yang mampu mengakomodasi tuntutan tersebut secara realistis.

2.1.4 NASA-TLX

NASA Task Load Index (NASA-TLX) adalah metode penilaian subjektif yang dirancang untuk mengukur beban kerja mental berdasarkan enam dimensi utama: mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration level. Metode ini dikembangkan menjadi salah satu alat paling populer dalam pengukuran beban kerja karena kesederhanaannya dan kemampuannya menggambarkan persepsi individu terhadap tekanan tugas yang dialami. NASA-TLX digunakan secara luas dalam berbagai konteks, mulai dari industri penerbangan, medis, pendidikan, hingga teknologi informasi. Berikut merupakan dimensi dari NASA-TLX.

Tabel 2. 2 Dimensi NASA-TLX

Dimensi	Penjelasan
Mental Demand (MD)	Tingkat aktivitas mental yang dibutuhkan (berpikir, memutuskan, mengingat, menghitung, menganalisis).
Physical Demand (PD)	Tingkat aktivitas fisik yang diperlukan dalam menyelesaikan tugas.
Temporal Demand (TD)	Tekanan waktu yang dirasakan selama menyelesaikan tugas.
Own Performance (OP)	Persepsi individu terhadap keberhasilan atau pencapaian kinerja dalam tugas.
Effort (EF)	Tingkat usaha yang dikeluarkan untuk mencapai performa tersebut.
Frustration Level (FR)	Tingkat stres, cemas, tertekan, atau tidak nyaman selama bekerja.

Pengukuran NASA-TLX dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu tahap pembobotan (weighting), tahap pemberian rating (penilaian), dan perhitungan *Weighted Workloads* (WWL).

1. Pemberian Bobot

Tahap pertama dilakukan dengan metode perbandingan berpasangan (paired comparison) antar enam dimensi untuk menentukan dimensi mana yang lebih dominan berkontribusi terhadap beban kerja. Setiap kali suatu dimensi dipilih sebagai faktor yang lebih dominan, dimensi tersebut memperoleh skor 1. Jumlah maksimum bobot untuk setiap dimensi adalah 5, dan total keseluruhan bobot adalah 15.

	MD	PD	TD	OP	EF	FR
MD						
PD						
TD						
OP						
EF						
FR						

Gambar 2. 1 Pemberian Bobot

Sumber: <https://dspace.uui.ac.id/>

2. Pemberian Rating

Setelah pembobotan, responden memberikan nilai (rating) pada masing-masing dimensi dalam rentang skala 0–100. Nilai ini menggambarkan intensitas beban yang dirasakan pada setiap dimensi.

Mental Demand How mentally demanding was the task?

Very Low Very High

Physical Demand How physically demanding was the task?

Very Low Very High

Temporal Demand How hurried or rushed was the pace of the task?

Very Low Very High

Performance How successful were you in accomplishing what you were asked to do?

Perfect Failure

Effort How hard did you have to work to accomplish your level of performance?

Very Low Very High

Frustration How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed were you?

Very Low Very High

Gambar 2. 2 Pemberian Rating

Sumber: <https://www.nngroup.com/>

3. Perhitungan WWL

Nilai beban kerja tertimbang atau Weighted Workload (WWL) diperoleh dengan mengalikan bobot setiap dimensi dengan rating yang diberikan, kemudian menjumlahkan seluruh hasil perkalian tersebut. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$WWL = \sum (W_i \times R_i) \quad (2.1)$$

Keterangan:

W_i = Bobot dimensi ke-i

R_i = Rating dimensi ke-i

Skor akhir NASA-TLX diperoleh dengan membagi total WWL dengan jumlah total bobot (15), sehingga dirumuskan sebagai berikut.

$$RATA - RATA\ WWL = \frac{\sum (W_i \times R_i)}{15} \quad (2.2)$$

Secara umum, interpretasi skor NASA-TLX dapat dikategorikan merujuk pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Skor NASA-TLX

Rentang Skor	Kategori Beban Kerja
0 – 9	Sangat Rendah
10 – 29	Rendah
30 -49	Sedang
50 - 79	Tinggi
80 - 100	Sangat Tinggi

Penggunaan NASA-TLX telah menunjukkan efektivitas dalam mengidentifikasi sumber utama beban kerja dan mengarahkan intervensi desain kerja. Dalam studi oleh (Abareshi et al., 2022) , hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dimensi mental demand dan temporal demand seringkali menjadi faktor dominan dalam memengaruhi beban kerja. Hal

ini menegaskan pentingnya merancang sistem kerja yang mampu mengurangi tekanan kognitif melalui desain waktu dan proses kerja yang efisien.

NASA-TLX sangat relevan diterapkan pada guru SLB yang menghadapi tantangan pekerjaan yang bersifat mental dan emosional tinggi. Dalam studi (Saputra et al., 2025), penerapan NASA-TLX pada penyuluh KB menunjukkan bagaimana metode ini dapat digunakan untuk menilai beban kerja dalam konteks pelayanan sosial. Dengan mengadaptasi NASA-TLX pada konteks pendidikan luar biasa, peneliti dapat memperoleh gambaran komprehensif mengenai persepsi guru terhadap beban kerja mereka dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki dalam sistem kerja.

2.1.5 Heart Rate Variability (HRV)

Heart Rate Variability (HRV) adalah metode fisiologis non-invasif yang digunakan untuk menilai keseimbangan sistem saraf otonom dengan mengukur variasi interval waktu antar detak jantung. HRV dianggap sebagai indikator penting dalam penilaian beban kerja mental dan stres karena respons tubuh terhadap tekanan mental memengaruhi fungsi sistem saraf simpatik dan parasimpatik. Menurut (Shaffer & Ginsberg, 2017), rendahnya HRV umumnya mengindikasikan stres atau kelelahan, sedangkan HRV yang tinggi menandakan kondisi fisiologis yang lebih sehat dan adaptif. Hal tersebut dapat diukur menggunakan HRV melalui variabilitas detak jantung. Rumus untuk mendapatkan nilai HRV yaitu sebagai berikut.

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

(2.3)

Keterangan:

RR_i = setiap interval Normal-to-Normal (NN) dari detak jantung dalam ms

N = jumlah interval RR yang diukur

Dalam penelitian (Ali et al., 2021), HRV digunakan untuk memprediksi tingkat stres dan beban kerja mental selama pelatihan akademi kepolisian, dengan hasil menunjukkan bahwa HRV ultra-short-term (UST-HRV) mampu memberikan estimasi real-time terhadap kondisi kognitif peserta. Selain itu, (Plagwitz et al., 2024) mengembangkan model klasifikasi beban kerja berdasarkan HRV dan EEG untuk kelompok perempuan dan laki-laki, menunjukkan bahwa pengaruh hormonal juga berkontribusi terhadap respons fisiologis terhadap stres.

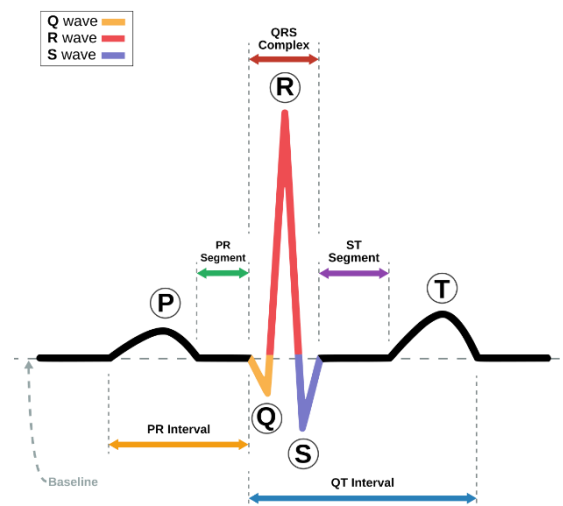


Gambar 2. 3 Alat Ukur HRV

Sumber: tomguide.com & beurer.com

Elektrokardiogram (EKG) merupakan metode non-invasif yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik jantung dan menampilkan gelombang khas yang terdiri atas gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T. Kompleks QRS merepresentasikan proses depolarisasi ventrikel yang terjadi saat kontraksi jantung (sistol). Kompleks ini diawali oleh gelombang Q sebagai defleksi negatif pertama, diikuti gelombang R sebagai puncak defleksi positif tertinggi, dan diakhiri gelombang S sebagai defleksi negatif setelah gelombang R. Dalam analisis variabilitas denyut jantung (Heart Rate Variability/HRV), komponen yang paling penting adalah interval R-R, yaitu jarak waktu antara dua puncak gelombang R berturut-turut pada kompleks QRS. Interval R-R mencerminkan satu siklus denyut jantung lengkap dan menjadi dasar dalam perhitungan parameter HRV seperti Standard Deviation of Normal-to-Normal Intervals (SDNN) dan Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD). SDNN menggambarkan variasi keseluruhan interval denyut jantung, sedangkan RMSSD lebih merepresentasikan aktivitas parasimpatis dalam regulasi sistem saraf otonom (Abecia et al., 2025).

Gelombang P merepresentasikan proses depolarisasi atrium, yaitu aktivitas listrik yang terjadi ketika ruang jantung bagian atas berkontraksi untuk mendorong darah menuju ventrikel. Kompleks QRS menggambarkan proses depolarisasi ventrikel, yang terjadi saat ruang jantung bagian bawah berkontraksi dan memompa darah ke sirkulasi sistemik; bagian ini biasanya tampak sebagai gelombang paling tinggi dan paling jelas pada rekaman EKG. Sementara itu, gelombang T menunjukkan fase repolarisasi ventrikel, yaitu kondisi ketika ventrikel mengalami relaksasi dan mempersiapkan diri untuk siklus kontraksi berikutnya (Abecia et al., 2025).



Gambar 2. 4 Gelombang EKG

Sumber: <https://heartology.id/>

Perkembangan teknologi memungkinkan perekaman sinyal EKG tidak hanya melalui perangkat konvensional seperti Holter monitor, tetapi juga melalui perangkat portabel dan wearable. EKG portabel bekerja dengan prinsip yang sama seperti EKG standar, yaitu menggunakan elektroda untuk menangkap perubahan potensial listrik jantung dan merekamnya dalam bentuk gelombang digital dengan frekuensi sampling tertentu yang memadai untuk mendeteksi kompleks QRS secara akurat. Beberapa perangkat modern dilengkapi dengan algoritma otomatis untuk mendeteksi puncak gelombang R, menghitung interval R-R, serta menilai kualitas sinyal melalui indeks kualitas rekaman. Kemampuan ini memungkinkan perhitungan denyut jantung dan parameter HRV dilakukan secara real-time maupun melalui analisis lanjutan menggunakan perangkat lunak (Ikeda et al., 2025).

Penggunaan EKG portabel dan wearable memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas, kenyamanan, serta kemampuan monitoring jangka panjang dalam aktivitas sehari-hari. Perangkat ini dapat merekam data selama 24 jam hingga beberapa hari bahkan minggu, sehingga meningkatkan peluang deteksi aritmia intermiten maupun variasi fisiologis denyut jantung yang tidak selalu tertangkap dalam pemeriksaan EKG singkat. Selain itu, beberapa perangkat dapat terintegrasi dengan sistem penyimpanan digital dan analisis berbasis perangkat lunak atau cloud, sehingga memudahkan proses evaluasi data. Dengan perkembangan tersebut, EKG portabel menjadi alternatif yang valid dan aplikatif dalam penelitian maupun praktik klinis untuk menganalisis interval R-R dan menghitung HRV sebagai indikator fungsi sistem saraf otonom (Abecia et al., 2025).

Penggunaan HRV dalam konteks pendidikan, khususnya pada guru SLB, dapat menjadi pendekatan yang kuat untuk mengidentifikasi kondisi stres dan kelelahan kronis yang sulit diungkapkan melalui wawancara atau survei. Studi oleh (Li et al., 2023) yang menggunakan data fisiologis multi-sumber dalam pengendalian jarak jauh menegaskan bahwa HRV memberikan validitas tinggi dalam mendeteksi kelelahan kognitif. Oleh karena itu, integrasi HRV dalam penelitian ini memberikan data objektif yang melengkapi pengukuran subjektif seperti NASA-TLX.

2.1.6 Turnover

Turnover didefinisikan sebagai kondisi ketika individu meninggalkan organisasi, baik secara sukarela maupun tidak sukarela, yang berdampak pada keberlangsungan kinerja dan stabilitas organisasi. Dalam kajian sumber daya manusia, perhatian utama sering diarahkan pada turnover intention, yaitu niat individu untuk keluar dari pekerjaannya, karena variabel ini terbukti sebagai prediktor kuat terjadinya turnover aktual. Menurut (Mobley et al., 1979), turnover intention muncul sebagai respons terhadap ketidakpuasan kerja, stres, dan ketidakseimbangan antara tuntutan pekerjaan dengan kapasitas individu. Pada sektor jasa berbasis manusia seperti pendidikan, turnover memiliki implikasi yang lebih luas karena berpotensi mengganggu kontinuitas layanan, kualitas interaksi, serta efektivitas organisasi dalam jangka panjang.

Dalam perspektif teknik industri dan ergonomi kerja, turnover dipandang sebagai konsekuensi sistemik dari desain sistem kerja yang tidak optimal. Beban kerja mental yang tinggi, tuntutan kognitif berlebih, serta stres kerja kronis merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap meningkatnya turnover intention. Studi oleh (McGrew et al., 2023) menunjukkan bahwa pekerjaan dengan tuntutan mental tinggi dan sumber daya kerja yang terbatas cenderung menghasilkan kelelahan psikologis, penurunan keterikatan kerja, serta peningkatan niat keluar kerja. Beban kerja mental yang tidak terkelola dengan baik juga berimplikasi pada meningkatnya biaya organisasi akibat rekrutmen ulang, pelatihan, serta penurunan produktivitas kolektif.

Pada konteks guru pendidik khusus, risiko turnover menjadi lebih signifikan karena karakteristik pekerjaan yang sarat tuntutan emosional, tanggung jawab individual terhadap siswa berkebutuhan khusus, serta keterbatasan dukungan institusional. Penelitian skala besar oleh (Granziera et al., 2025) menunjukkan bahwa beban kerja dan tekanan mental berperan sebagai faktor kunci dalam meningkatnya turnover intention guru, yang dimediasi oleh stres

dan penurunan kesejahteraan psikologis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, turnover diposisikan sebagai indikator keberlanjutan sistem kerja pendidikan, di mana evaluasi beban kerja mental melalui pendekatan subjektif (NASA-TLX) dan objektif (HRV) diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah dalam merancang intervensi sistem kerja yang mampu menekan risiko turnover dan menjaga stabilitas tenaga pendidik secara berkelanjutan.

2.1.7 Produktivitas

Produktivitas secara umum didefinisikan sebagai tingkat efisiensi dalam mengubah input menjadi output yang bernilai, baik dalam bentuk kuantitas maupun kualitas hasil kerja. Dalam konteks sumber daya manusia, produktivitas tidak hanya dipandang sebagai jumlah output yang dihasilkan, tetapi juga mencerminkan efektivitas, ketepatan waktu, dan kualitas kinerja individu dalam melaksanakan tugasnya. Menurut (Granziera et al., 2006), produktivitas merupakan hasil interaksi antara kinerja individu, sistem kerja, dan lingkungan organisasi, sehingga sangat dipengaruhi oleh faktor manusia seperti kapasitas kognitif, motivasi, dan kondisi mental kerja.

Dalam konteks pendidikan, produktivitas guru dimaknai sebagai kemampuan guru dalam menghasilkan peningkatan capaian belajar siswa melalui pemanfaatan waktu dan sumber daya pembelajaran secara efektif. Produktivitas tidak hanya diukur dari kuantitas jam mengajar, tetapi juga dari sejauh mana waktu pembelajaran tersebut berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Benhenda, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa setiap tambahan waktu pembelajaran yang dialokasikan secara tepat pada suatu materi tertentu dapat meningkatkan skor akademik siswa secara signifikan, namun efektivitas tersebut sangat bergantung pada bagaimana praktik pengajaran diterapkan di dalam kelas. Dengan demikian, produktivitas guru berkaitan erat dengan kualitas implementasi pembelajaran, bukan sekadar durasi instruksional. Secara konseptual, produktivitas guru dalam lingkungan pendidikan mencerminkan interaksi antara waktu pembelajaran, kualitas praktik mengajar, kompetensi profesional, dan keberlanjutan proses belajar (Briole, 2026). Dalam konteks ini, guru yang mampu mengoptimalkan waktu instruksional melalui strategi pembelajaran aktif dan interaktif cenderung memiliki tingkat produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan guru yang hanya mengandalkan metode ceramah tradisional. Oleh karena itu, produktivitas dalam pendidikan tidak semata-mata diartikan sebagai banyaknya jam kerja, melainkan sebagai efektivitas kontribusi guru terhadap perkembangan kognitif siswa (Benhenda, 2022).

Dalam perspektif ergonomi dan teknik industri, produktivitas kerja memiliki keterkaitan erat dengan beban kerja mental. Beban kerja mental yang melebihi kapasitas kognitif individu

dapat menyebabkan kelelahan mental, penurunan konsentrasi, serta meningkatnya kesalahan kerja, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas. Studi oleh (Hart & Staveland, 1988) menegaskan bahwa performa optimal hanya dapat dicapai ketika tuntutan tugas berada pada tingkat yang seimbang dengan kapasitas mental pekerja. Penelitian empiris juga menunjukkan bahwa peningkatan mental workload berhubungan signifikan dengan penurunan kinerja dan efektivitas kerja pada pekerjaan dengan tuntutan kognitif tinggi, termasuk profesi pendidik dan tenaga layanan sosial (Hart & Staveland, 1988).

Pada konteks guru pendidik khusus, produktivitas memiliki karakteristik yang lebih kompleks karena dipengaruhi oleh tuntutan emosional, interaksi intensif dengan siswa berkebutuhan khusus, serta beban administratif yang menyertai proses pembelajaran. Beban kerja mental yang tinggi dan berlangsung secara kronis dapat menurunkan kemampuan guru dalam mempertahankan kualitas pengajaran, memperlambat penyelesaian tugas, serta meningkatkan kelelahan kerja yang berujung pada penurunan produktivitas dan meningkatnya risiko turnover. Oleh karena itu, evaluasi produktivitas guru pendidik khusus perlu mempertimbangkan faktor mental workload sebagai determinan utama, sehingga intervensi yang dirancang tidak hanya berfokus pada peningkatan output, tetapi juga pada perbaikan desain sistem kerja yang lebih ergonomis dan berkelanjutan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah guru pendidik khusus aktif yang mengajar di Sekolah Khusus XYZ. Pemilihan guru pendidik khusus sebagai subjek penelitian didasarkan pada karakteristik pekerjaan yang memiliki tuntutan kognitif, emosional, dan tanggung jawab individual yang lebih tinggi dibandingkan guru pada pendidikan reguler. Guru pendidik khusus dituntut untuk melakukan pendampingan intensif terhadap siswa berkebutuhan khusus, mengelola perilaku dan emosi siswa, serta melakukan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat dalam situasi pembelajaran yang dinamis. Pemilihan Sekolah Khusus XYZ sebagai lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik institusi yang secara aktif menyelenggarakan pendidikan khusus dengan variasi kebutuhan siswa yang beragam, sehingga mampu merepresentasikan kondisi nyata sistem kerja guru pendidik khusus.

3.2 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sistem kerja guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ yang meliputi beban kerja mental yang mereka alami, termasuk jam kerja berlebih, tugas non-pedagogis tambahan, dan kompleksitas manajemen kelas.

3.3 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara terintegrasi (mixed methods) untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai beban kerja mental guru pendidik khusus. Adapun rincian teknik pengumpulan data dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1 Jenis Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data utama, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif, yang masing-masing memiliki fungsi dan tujuan berbeda namun saling melengkapi dalam memperoleh gambaran menyeluruh mengenai beban kerja mental guru pendidik khusus.

1. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh untuk mengukur tingkat beban kerja mental secara numerik dan objektif. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data ini adalah NASA-TLX (Task Load Index) dan HRV (Heart Rate Variability). NASA-

TLX digunakan untuk menangkap persepsi subjektif guru terhadap beban kerja mereka melalui enam dimensi penilaian, yaitu mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration level. Sementara itu, HRV digunakan untuk mengukur respon fisiologis guru terhadap stres dan tekanan kerja melalui variasi detak jantung yang direkam dengan alat wearable. Pengukuran HRV dilakukan selama aktivitas kerja berlangsung agar diperoleh data yang merefleksikan kondisi nyata.

2. Data Kualitatif

Data kualitatif dikumpulkan untuk memahami secara mendalam konteks, pengalaman, dan faktor penyebab yang mungkin tidak bisa diwakili oleh angka-angka. Data ini diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur yang menggali narasi langsung dari guru mengenai pengalaman mereka dalam menghadapi beban kerja, tantangan dalam mengelola kelas, serta dukungan institusional yang tersedia atau tidak tersedia. Selain itu, observasi langsung terhadap aktivitas kerja guru dan lingkungan sekolah juga dilakukan untuk mendukung pemahaman yang lebih kontekstual. Dokumentasi internal sekolah, seperti jadwal kerja, pembagian tugas tambahan, serta laporan kegiatan, digunakan sebagai bahan pelengkap dalam proses analisis.

3.3.2 Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari responden melalui instrumen pengukuran beban kerja mental.
2. Data sekunder, yaitu data pendukung yang diperoleh dari dokumen institusi, literatur ilmiah, serta referensi mengenai beban kerja guru dan kondisi sekolah.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilaksanakan melalui langkah-langkah berikut.

1. Penyebaran Kuesioner NASA-TLX
Dilakukan secara langsung (paper-based) atau daring (form digital), bergantung pada kesepakatan dengan sekolah dan kesiapan responden. Peneliti akan memberi pengarahan terlebih dahulu mengenai cara pengisian instrumen.
2. Pengambilan Data HRV

Menggunakan perangkat wearable HRV (seperti Polar H10, Empa) yang dipasang pada responden selama aktivitas kerja mengajar. Pengambilan data dilakukan minimal selama dua hari kerja penuh agar hasil lebih representatif. Data akan diolah menggunakan software analisis HRV seperti Kubios atau perangkat pendukung lainnya.

3. Wawancara Semi-Terstruktur

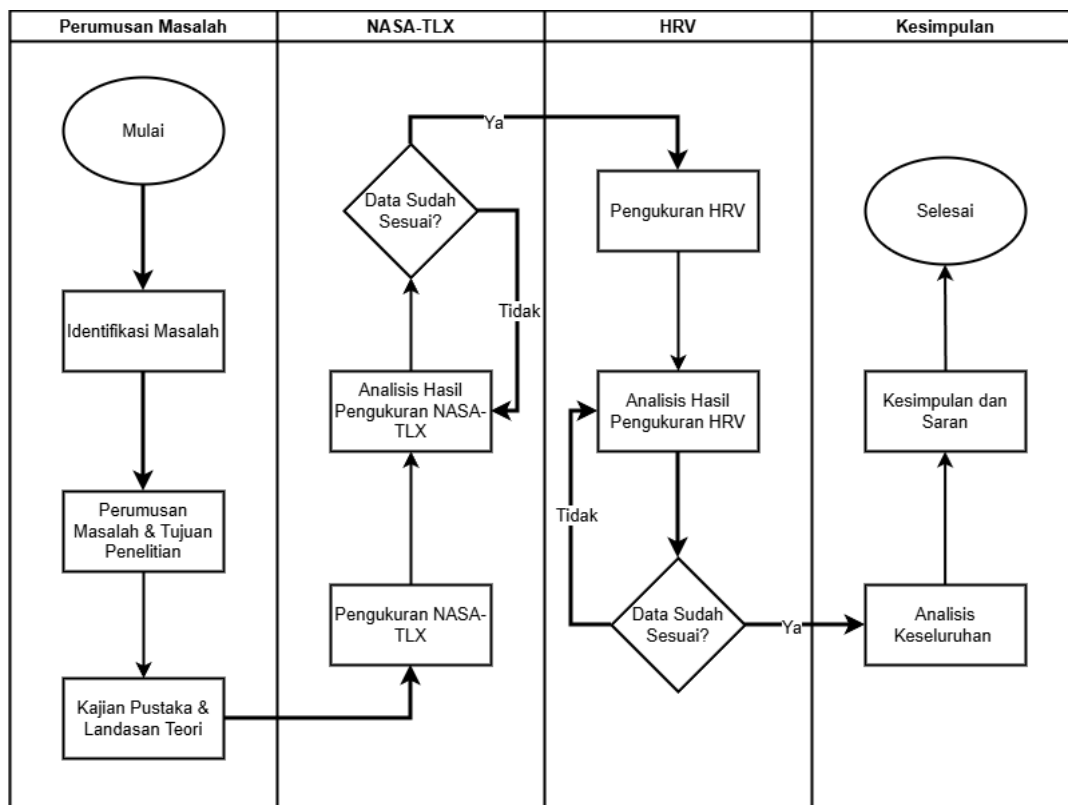
Dilakukan secara langsung dengan pendekatan personal dan informal agar responden merasa nyaman. Pertanyaan akan difokuskan pada faktor penyebab tekanan kerja, tantangan spesifik dalam mengelola kelas SLB, serta saran dari guru untuk perbaikan sistem kerja.

4. Observasi dan Dokumentasi

Peneliti akan melakukan observasi langsung terhadap aktivitas harian guru dan kondisi lingkungan fisik sekolah. Dokumentasi sekolah dikaji sebagai pelengkap untuk memperkuat hasil wawancara dan temuan lapangan lainnya.

3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan mengenai diagram alur penelitian.

1. Mulai

Penelitian ini diawali dengan penetapan fokus kajian terhadap permasalahan mental workload pada guru pendidik khusus di Sekolah Luar Biasa dan sekolah inklusi. Tahap awal ini bertujuan untuk menentukan ruang lingkup penelitian serta memastikan bahwa permasalahan yang dikaji relevan dengan konteks ergonomi kognitif dan manajemen sistem kerja dalam perspektif Teknik Industri.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengungkap kondisi aktual yang dihadapi guru pendidik khusus, meliputi tingginya tuntutan kerja kognitif, kompleksitas pendampingan siswa berkebutuhan khusus, penambahan tugas non-pedagogis, serta tekanan waktu dalam proses pembelajaran. Kondisi tersebut diduga berkontribusi terhadap meningkatnya kelelahan mental, penurunan produktivitas kerja, dan potensi munculnya risiko turnover tenaga pendidik.

3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, peneliti merumuskan permasalahan penelitian yang berfokus pada pengukuran tingkat mental workload guru pendidik khusus, kesesuaian antara pengukuran subjektif menggunakan NASA-TLX dan pengukuran fisiologis menggunakan HRV, serta pengaruh mental workload terhadap produktivitas kerja dan risiko turnover. Selanjutnya, tujuan penelitian ditetapkan untuk memperoleh gambaran kuantitatif dan analitis mengenai hubungan antarvariabel tersebut.

4. Kajian Pustaka dan Landasan Teori

Tahap kajian pustaka dan landasan teori dilakukan untuk membangun dasar ilmiah penelitian melalui penelaahan teori mental workload, ergonomi kognitif, NASA-TLX, Heart Rate Variability, produktivitas kerja, dan turnover intention. Selain itu, kajian terhadap penelitian terdahulu digunakan untuk mengidentifikasi keterbatasan studi sebelumnya dan memperjelas posisi penelitian ini dalam mengisi research gap yang ada.

5. Pengukuran Mental Workload Menggunakan NASA-TLX

Pengumpulan data mental workload secara subjektif dilakukan menggunakan instrumen NASA-TLX yang diberikan kepada guru pendidik khusus setelah

melaksanakan aktivitas kerja. Instrumen ini digunakan untuk mengukur persepsi responden terhadap beban kerja mental berdasarkan enam dimensi penilaian, sehingga diperoleh skor mental workload yang merepresentasikan kondisi psikologis selama bekerja.

6. Analisis Hasil Pengukuran NASA-TLX

Data NASA-TLX yang telah terkumpul dianalisis untuk menentukan tingkat mental workload guru pendidik khusus serta mengidentifikasi dimensi yang paling dominan berkontribusi terhadap beban kerja mental. Apabila hasil analisis menunjukkan data belum memenuhi kriteria kelayakan, maka dilakukan evaluasi dan pengumpulan ulang data, sedangkan apabila data dinilai telah sesuai, penelitian dilanjutkan ke tahap pengukuran fisiologis.

7. Pengukuran Heart Rate Variability (HRV)

Pengukuran HRV dilakukan menggunakan perangkat wearable yang dipasang pada responden selama aktivitas kerja berlangsung. Pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data fisiologis objektif yang mencerminkan respon sistem saraf otonom terhadap beban kerja mental yang dialami guru pendidik khusus dalam kondisi kerja nyata.

8. Analisis Hasil Pengukuran HRV

Data HRV yang diperoleh dianalisis menggunakan parameter yang relevan, seperti RMSSD, untuk mengidentifikasi tingkat stres fisiologis dan variasi beban kerja mental. Apabila data HRV belum memenuhi standar analisis, maka dilakukan pembersihan atau pengambilan ulang data, sedangkan data yang telah sesuai digunakan sebagai dasar analisis lanjutan.

9. Analisis Hasil Keseluruhan

Analisis hasil keseluruhan dilakukan dengan mengintegrasikan hasil pengukuran NASA-TLX dan HRV untuk mengevaluasi tingkat beban kerja mental guru pendidik khusus serta menganalisis keterkaitannya dengan produktivitas kerja dan risiko *turnover* sebagai dasar penyusunan rekomendasi perbaikan sistem kerja.

10. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir, peneliti menyusun kesimpulan berdasarkan seluruh hasil analisis yang telah dilakukan serta merumuskan saran yang bersifat praktis dan aplikatif. Saran yang diberikan diarahkan pada perbaikan sistem kerja guru pendidik khusus

berbasis ergonomi kognitif untuk meningkatkan produktivitas dan menekan risiko turnover.

11. Selesai

Penelitian dinyatakan selesai setelah seluruh tahapan dilaksanakan secara sistematis dan tujuan penelitian tercapai, dengan hasil yang diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis bagi pengembangan sistem kerja di sektor pendidikan khusus.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Khusus XYZ sebagai lokasi penelitian utama. Penelitian ini melibatkan seluruh populasi guru yang aktif mengajar di sekolah tersebut, sehingga teknik yang digunakan adalah teknik sensus. Proses pengambilan data dilakukan melalui wawancara untuk memperoleh informasi mendalam terkait kondisi kerja guru, penyebaran kuesioner NASA-TLX untuk mengukur tingkat beban kerja mental secara subjektif, serta pengukuran Heart Rate Variability (HRV) secara objektif menggunakan alat Beurer EKG Monitor Portabel J39.

4.1.1 Gambaran Umum Sekolah

Sekolah Khusus XYZ merupakan lembaga pendidikan yang menyelenggarakan layanan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus dan berlokasi di Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten. Sekolah ini hadir sebagai bentuk komitmen dalam menyediakan pendidikan yang inklusif dan bermutu bagi peserta didik dengan berbagai kebutuhan khusus, dengan menekankan pada pengembangan kemandirian, keterampilan, serta potensi individu sesuai karakteristik masing-masing siswa. Lingkungan sekolah dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang kondusif, aman, dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik.

Sekolah Khusus XYZ memiliki visi, yaitu “Dengan iman dan taqwa kita wujudkan layanan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus yang bermutu, aktif, kreatif, dan dedikasi sehingga anak mencapai kemandirian dalam hidup.” Untuk mewujudkan visi tersebut, sekolah menetapkan beberapa misi, antara lain melaksanakan kegiatan belajar mengajar secara aktif, kreatif, menyenangkan, dan penuh tanggung jawab; menumbuhkembangkan semangat kemandirian anak serta meningkatkan bakat dan minat melalui ilmu pengetahuan dan teknologi; mengupayakan peningkatan profesionalisme tenaga kependidikan; serta menyelenggarakan pendidikan dengan biaya yang terjangkau.

Dalam pelaksanaannya, sekolah menerapkan beberapa strategi, yaitu mensosialisasikan visi dan misi kepada seluruh komponen pendidikan, orang tua, dan lembaga terkait; mengikutsertakan guru dan karyawan dalam kegiatan pengembangan dan pelatihan untuk meningkatkan profesionalisme; menerapkan disiplin kepada murid, guru, dan tenaga kependidikan; memberikan keterampilan terpadu sesuai bakat, minat, dan kemampuan anak; serta menjalin kerja sama dengan orang tua dalam menjaga kesinambungan kegiatan belajar mengajar di sekolah.

Secara struktural, Sekolah Khusus XYZ terdiri atas tiga jenjang pendidikan, yaitu SDLB, SMPLB, dan SMALB. Pada jenjang SDLB terdapat 6 rombongan belajar (rombel), pada jenjang SMPLB terdapat 3 rombongan belajar, dan pada jenjang SMALB terdapat 3 rombongan belajar. Adapun jumlah peserta didik pada masing-masing jenjang pendidikan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 jumlah Peserta Didik

Jenjang	Rombongan Belajar	Jumlah Peserta Didik
SDLB	1	14
	2	13
	3	16
	4	10
	5	11
	6	10
SMPLB	7	12
	8	9
	9	9
SMALB	10	13
	11	14
	12	7

Peserta didik di Sekolah Khusus XYZ terdiri dari berbagai kategori kebutuhan khusus, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Klasifikasi Hambatan

Klasifikasi Hambatan/Ketunaan	Jumlah Peserta Didik
Tunagrahita	28
Autis	59
<i>Multiple Disability</i>	8
Tunarungu	17
Hambatan Belajar	14
ADHD	12

Klasifikasi	Jumlah Peserta
Hambatan/Ketunaan	Didik
Total	138

4.1.2 Jenis Pelayanan Pendidikan

Selain menyelenggarakan pendidikan formal pada jenjang SDLB, SMPLB, dan SMALB, Sekolah Khusus XYZ juga memberikan berbagai layanan pendukung untuk mengoptimalkan perkembangan peserta didik sesuai dengan kebutuhan individualnya. Layanan tersebut meliputi remedial terapi yang bertujuan membantu siswa mengatasi kesulitan belajar akademik melalui pendekatan yang disesuaikan dengan kemampuan dan karakteristik masing-masing anak. Sekolah juga menyediakan terapi sensori integrasi yang difokuskan pada peningkatan kemampuan anak dalam memproses dan merespons rangsangan sensorik secara tepat, sehingga mendukung konsentrasi dan regulasi perilaku dalam kegiatan belajar.

Selain itu, tersedia layanan behavior terapi yang bertujuan membentuk dan memperkuat perilaku positif serta mengurangi perilaku maladaptif melalui teknik modifikasi perilaku yang terstruktur. Sekolah juga memberikan okupasi terapi yang berfokus pada pengembangan keterampilan motorik halus, koordinasi, kemandirian dalam aktivitas sehari-hari, serta kesiapan belajar. Melalui kombinasi layanan pendidikan dan terapi tersebut, Sekolah Khusus XYZ berupaya memberikan dukungan yang komprehensif agar peserta didik dapat berkembang secara optimal dan mencapai tingkat kemandirian yang maksimal.

4.1.3 Karakteristik Guru Pendidik Khusus (Responden)

Guru dan tenaga kependidikan (tendik) di Sekolah Khusus XYZ berjumlah 36 orang dan seluruhnya menjadi responden dalam penelitian ini. Data karakteristik guru diperoleh berdasarkan data administrasi sekolah yang mencakup nama, tanggal masuk, nilai Penilaian Kinerja Guru (PKG), keterangan kinerja, serta proyeksi keberlanjutan kerja. Informasi ini digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai kondisi sumber daya manusia di lingkungan sekolah.

Tabel 4. 3 Karakteristik Guru Pendidik Khusus

Guru/Tendik	Usia	Tanggal Masuk	Nilai PKG	Keterangan	Proyeksi Keberlanjutan Kerja
1	39	10/06/2024	83	Baik	62%

Guru/Tendik	Usia	Tanggal Masuk	Nilai PKG	Keterangan	Proyeksi Keberlanjutan Kerja
2	28	17/04/2023	66	Kurang	79%
3	27	18/08/2025	89	Sangat Baik	55%
4	29	21/04/2025	75	Cukup	70%
5	25	12/08/2024	90	Sangat Baik	51%
6	37	18/09/2023	86	Baik	59%
7	26	09/01/2023	65	Kurang	80%
8	26	16/12/2024	82	Baik	63%
9	24	15/09/2025	88	Sangat Baik	57%
10	38	15/07/2024	72	Cukup	73%
11	25	03/11/2025	90	Sangat Baik	50%
12	24	24/11/2025	78	Cukup	67%
13	36	13/03/2023	87	Baik	58%
14	24	10/07/2023	68	Kurang	77%
15	29	18/11/2024	90	Sangat Baik	52%
16	31	22/09/2025	78	Cukup	67%
17	28	12/06/2023	85	Baik	60%
18	29	16/09/2024	81	Baik	64%
19	26	20/10/2025	77	Cukup	68%
20	24	17/02/2025	90	Sangat Baik	50%
21	25	22/04/2024	71	Cukup	74%
22	31	15/12/2025	79	Cukup	66%
23	38	17/11/2025	88	Baik	56%
24	37	09/10/2023	69	Kurang	76%
25	34	14/10/2024	73	Cukup	72%
26	25	13/05/2024	90	Sangat Baik	50%
27	35	20/01/2025	74	Cukup	71%
28	32	17/02/2025	90	Sangat Baik	53%
29	40	17/03/2025	81	Baik	64%
30	28	16/06/2025	80	Baik	65%
31	28	11/12/2023	85	Baik	60%

Guru/Tendik	Usia	Tanggal Masuk	Nilai PKG	Keterangan	Proyeksi
					Keberlanjutan Kerja
32	35	15/01/2024	70	Cukup	75%
33	30	11/03/2024	84	Baik	61%
34	33	14/07/2025	76	Cukup	69%
35	32	22/08/2025	90	Sangat Baik	50%
36	23	19/05/2025	89	Baik	54%

4.1.4 Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara terstruktur untuk memastikan semua instrumen yang digunakan memberikan hasil yang akurat dan reliabel. Prosedur pengambilan data meliputi pengisian kuesioner NASA-TLX oleh guru, serta pengukuran Heart Rate Variability (HRV) dengan alat Beurer EKG Monitor Portabel. Pertama, setiap responden guru diminta untuk mengisi kuesioner NASA-TLX yang telah disediakan. Kuesioner ini berisi enam dimensi beban kerja mental yang dilengkapi dengan skala penilaian untuk setiap dimensi, sehingga dapat memberikan gambaran subjektif mengenai tingkat beban kerja mental yang dirasakan setelah menyelesaikan tugas atau pekerjaan tertentu. Pengisian NASA-TLX dilakukan segera setelah guru menyelesaikan tugasnya, sehingga hasil yang diperoleh mencerminkan pengalaman kerja yang aktual dan tersimpan dalam ingatan responden.

Untuk pengukuran HRV, responden diminta untuk menunggu selama 15 menit dalam keadaan istirahat sebelum data direkam menggunakan Beurer EKG Monitor Portabel J39. Periode istirahat ini diberikan agar kondisi fisiologis responden dapat mencapai keadaan stabil setelah melakukan aktivitas kerja, sehingga variabilitas detak jantung yang diukur merupakan representasi dari resting HRV yang valid. Istirahat pra-pengukuran diperlukan untuk menghindari pengaruh sisa respon stres atau aktivitas fisik yang baru saja dilakukan pada hasil HRV, karena variabel fisiologis seperti denyut jantung dan respons sistem saraf otonom memerlukan waktu untuk kembali ke kondisi basal setelah beban kerja. Dalam kajian HRV, periode istirahat sebelum pengambilan data minimal 15 menit sering direkomendasikan agar nilai yang diukur stabil dan mencerminkan kondisi istirahat yang sesungguhnya.

Setelah periode istirahat tercapai, pengukuran HRV dilakukan dengan posisi tubuh yang sama seperti saat menjalani periode istirahat untuk mengurangi variabilitas yang disebabkan oleh perubahan postur. Data HRV kemudian direkam dan disimpan untuk dianalisis lebih

lanjut. Prosedur ini bertujuan mendapatkan parameter resting HRV yang akurat yang dapat digunakan untuk menilai respons fisiologis terhadap beban kerja mental dan fisik yang dialami oleh guru

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan data yang diperoleh dari kuesioner NASA-TLX dan pengukuran HRV dapat dianalisis secara akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan pengolahan data meliputi proses rekapitulasi, penghitungan skor, hingga analisis statistik untuk menjawab rumusan masalah.

4.2.1 Pengolahan Data NASA-TLX

Pengolahan data NASA-TLX dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil pengisian kuesioner oleh 36 guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ sebagai seluruh populasi penelitian. Instrumen NASA-TLX terdiri dari tahap pemberian rating pada enam dimensi beban kerja mental serta tahap pembobotan. Data hasil penilaian dan pembobotan tersebut kemudian direkapitulasi dan dihitung untuk memperoleh skor akhir beban kerja mental pada setiap responden.

4.2.1.1 Pembobotan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data hasil pengisian rating NASA-TLX oleh 36 guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ. Nilai rating diberikan pada enam dimensi beban kerja mental, yaitu mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration level. Hasil rekapitulasi nilai rating masing-masing responden disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 4 Pembobotan

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total
1	2	2	4	2	2	3	15
2	4	1	0	2	4	4	15
3	0	5	4	2	3	1	15
4	3	4	5	0	1	2	15
5	2	2	4	2	1	4	15
6	4	1	4	0	2	4	15
7	5	0	1	2	3	4	15
8	2	1	4	5	0	3	15

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total
9	4	0	2	2	2	5	15
10	4	5	0	1	2	3	15
11	4	0	2	4	3	2	15
12	4	1	1	1	3	5	15
13	4	1	2	3	3	2	15
14	4	2	0	3	2	4	15
15	1	3	3	2	5	1	15
16	1	1	5	3	1	4	15
17	1	1	4	3	1	5	15
18	5	0	2	4	1	3	15
19	1	3	2	4	1	4	15
20	5	4	3	0	1	2	15
21	5	4	0	1	2	3	15
22	1	3	3	1	2	5	15
23	1	4	2	4	4	0	15
24	1	2	5	3	0	4	15
25	2	3	0	2	3	5	15
26	4	1	3	3	1	3	15
27	0	2	3	4	2	4	15
28	1	3	4	3	1	3	15
29	0	5	4	1	2	3	15
30	1	1	1	4	3	5	15
31	2	1	5	4	0	3	15
32	4	3	0	2	1	5	15
33	1	3	3	3	0	5	15
34	1	5	0	3	4	2	15
35	3	3	4	2	3	0	15
36	3	1	1	4	3	3	15

Berdasarkan tabel tersebut, terlihat variasi penilaian pada setiap dimensi NASA-TLX yang mencerminkan perbedaan persepsi beban kerja mental antar responden. Data rating ini

selanjutnya digunakan dalam tahap pembobotan untuk memperoleh nilai Weighted Workload (WWL) pada masing-masing guru.

4.2.1.2 Pemberian Rating

Tahap selanjutnya adalah perhitungan pembobotan melalui metode paired comparison untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap dimensi NASA-TLX. Proses ini dilakukan dengan membandingkan enam dimensi secara berpasangan sehingga diperoleh bobot pada masing-masing indikator. Hasil rekapitulasi pembobotan responden disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 5 Pemberian Rating

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR
1	70	70	100	80	70	90
2	100	100	80	90	100	100
3	70	80	70	80	80	30
4	80	80	100	80	100	90
5	80	60	50	80	90	50
6	90	80	80	90	80	70
7	100	100	100	100	100	100
8	70	60	80	100	60	80
9	90	60	60	90	90	60
10	80	100	70	50	100	100
11	50	50	50	50	50	50
12	90	50	80	70	100	90
13	80	40	80	80	80	80
14	100	90	90	80	100	100
15	80	80	40	70	70	30
16	80	80	100	80	70	80
17	60	80	90	80	60	80
18	90	70	80	80	90	80
19	80	100	90	80	80	90
20	80	40	40	60	80	30
21	90	90	50	90	90	100
22	70	100	90	100	100	70

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR
23	70	80	70	70	80	60
24	70	80	100	90	70	100
25	90	100	100	80	70	100
26	70	90	50	50	60	60
27	70	100	90	100	60	90
28	60	100	100	100	10	10
29	70	100	70	70	90	80
30	80	90	80	70	80	100
31	60	80	90	80	80	80
32	100	80	90	70	100	100
33	60	80	90	70	80	90
34	90	100	60	80	90	70
35	70	70	50	50	50	50
36	80	70	50	80	70	70

Data pembobotan tersebut menunjukkan dimensi yang dianggap paling dominan dalam memengaruhi beban kerja mental oleh masing-masing responden. Nilai bobot ini kemudian dikalikan dengan nilai rating untuk memperoleh skor Weighted Workload (WWL).

4.2.1.3 Perhitungan WWL

Setelah diperoleh nilai rating dan bobot masing-masing dimensi, dilakukan perhitungan Weighted Workload (WWL) dengan mengalikan nilai rating dengan bobot pada setiap indikator. Hasil perkalian tersebut kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total WWL tiap responden. Rekapitulasi hasil perhitungan WWL disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 6 Total WWL

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total WWL
1	140	140	400	160	140	270	1250
2	400	100	0	180	400	400	1480
3	0	400	280	160	240	30	1110
4	240	320	500	0	100	180	1340
5	160	120	200	160	90	200	930

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total WWL
6	360	80	320	0	160	280	1200
7	500	0	100	200	300	400	1500
8	140	60	320	500	0	240	1260
9	360	0	120	180	180	300	1140
10	320	500	0	50	200	300	1370
11	200	0	100	200	150	100	750
12	360	50	80	70	300	450	1310
13	320	40	160	240	240	160	1160
14	400	180	0	240	200	400	1420
15	80	240	120	140	350	30	960
16	80	80	500	240	70	320	1290
17	60	80	360	240	60	400	1200
18	450	0	160	320	90	240	1260
19	80	300	180	320	80	360	1320
20	400	160	120	0	80	60	820
21	450	360	0	90	180	300	1380
22	70	300	270	100	200	350	1290
23	70	320	140	280	320	0	1130
24	70	160	500	270	0	400	1400
25	180	300	0	160	210	500	1350
26	280	90	150	150	60	180	910
27	0	200	270	400	120	360	1350
28	60	300	400	300	10	30	1100
29	0	500	280	70	180	240	1270
30	80	90	80	280	240	500	1270
31	120	80	450	320	0	240	1210
32	400	240	0	140	100	500	1380
33	60	240	270	210	0	450	1230
34	90	500	0	240	360	140	1330
35	210	210	200	100	150	0	870
36	240	70	50	320	210	210	1100

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total WWL
Total	7430	6810	7080	7030	5770	9520	
Rata-Rata	206.39	189.17	196.67	195.28	160.28	264.44	

Total WWL yang diperoleh menunjukkan akumulasi beban kerja mental berdasarkan kontribusi masing-masing dimensi. Nilai ini selanjutnya digunakan untuk menghitung skor akhir NASA-TLX dengan membagi total WWL dengan jumlah perbandingan (15).

4.2.1.4 Rata-Rata WWL

Skor akhir NASA-TLX dihitung dengan membagi total WWL dengan jumlah perbandingan dimensi (15), sehingga diperoleh nilai beban kerja mental dalam skala 0–100. Skor ini digunakan untuk menentukan tingkat dan kategori beban kerja mental guru pendidik khusus. Hasil perhitungan skor akhir disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 7 Rata-Rata WWL

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total WWL	Keterangan
1	9.33	9.33	26.67	10.67	9.33	18.00	83.33	Sangat Tinggi
2	26.67	6.67	0.00	12.00	26.67	26.67	98.67	Sangat Tinggi
3	0.00	26.67	18.67	10.67	16.00	2.00	74.00	Tinggi
4	16.00	21.33	33.33	0.00	6.67	12.00	89.33	Sangat Tinggi
5	10.67	8.00	13.33	10.67	6.00	13.33	62.00	Tinggi
6	24.00	5.33	21.33	0.00	10.67	18.67	80.00	Sangat Tinggi
7	33.33	0.00	6.67	13.33	20.00	26.67	100.00	Sangat Tinggi
8	9.33	4.00	21.33	33.33	0.00	16.00	84.00	Sangat Tinggi
9	24.00	0.00	8.00	12.00	12.00	20.00	76.00	Tinggi
10	21.33	33.33	0.00	3.33	13.33	20.00	91.33	Sangat Tinggi
11	13.33	0.00	6.67	13.33	10.00	6.67	50.00	Tinggi
12	24.00	3.33	5.33	4.67	20.00	30.00	87.33	Sangat Tinggi
13	21.33	2.67	10.67	16.00	16.00	10.67	77.33	Tinggi
14	26.67	12.00	0.00	16.00	13.33	26.67	94.67	Sangat Tinggi
15	5.33	16.00	8.00	9.33	23.33	2.00	64.00	Tinggi
16	5.33	5.33	33.33	16.00	4.67	21.33	86.00	Sangat Tinggi

Responden	MD	PD	TD	OP	EF	FR	Total WWL	Keterangan
17	4.00	5.33	24.00	16.00	4.00	26.67	80.00	Sangat Tinggi
18	30.00	0.00	10.67	21.33	6.00	16.00	84.00	Sangat Tinggi
19	5.33	20.00	12.00	21.33	5.33	24.00	88.00	Sangat Tinggi
20	26.67	10.67	8.00	0.00	5.33	4.00	54.67	Tinggi
21	30.00	24.00	0.00	6.00	12.00	20.00	92.00	Sangat Tinggi
22	4.67	20.00	18.00	6.67	13.33	23.33	86.00	Sangat Tinggi
23	4.67	21.33	9.33	18.67	21.33	0.00	75.33	Tinggi
24	4.67	10.67	33.33	18.00	0.00	26.67	93.33	Sangat Tinggi
25	12.00	20.00	0.00	10.67	14.00	33.33	90.00	Sangat Tinggi
26	18.67	6.00	10.00	10.00	4.00	12.00	60.67	Tinggi
27	0.00	13.33	18.00	26.67	8.00	24.00	90.00	Sangat Tinggi
28	4.00	20.00	26.67	20.00	0.67	2.00	73.33	Tinggi
29	0.00	33.33	18.67	4.67	12.00	16.00	84.67	Sangat Tinggi
30	5.33	6.00	5.33	18.67	16.00	33.33	84.67	Sangat Tinggi
31	8.00	5.33	30.00	21.33	0.00	16.00	80.67	Sangat Tinggi
32	26.67	16.00	0.00	9.33	6.67	33.33	92.00	Sangat Tinggi
33	4.00	16.00	18.00	14.00	0.00	30.00	82.00	Sangat Tinggi
34	6.00	33.33	0.00	16.00	24.00	9.33	88.67	Sangat Tinggi
35	14.00	14.00	13.33	6.67	10.00	0.00	58.00	Tinggi
36	16.00	4.67	3.33	21.33	14.00	14.00	73.33	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan skor akhir tersebut, dapat diidentifikasi tingkat beban kerja mental masing-masing responden. Data ini selanjutnya dianalisis untuk menentukan kategori beban kerja mental serta mengidentifikasi kecenderungan tingkat beban kerja mental secara keseluruhan pada guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ.

Tabel 4. 8 Kategori Hasil Akhir NASA-TLX

Kategori	Total	Rata-Rata
MD	7430	206.39
PD	6810	189.17
TD	7080	196.67

Kategori	Total	Rata-Rata
OP	7030	195.28
EF	5770	160.28
FR	9520	264.44
Rata-Rata WWL		80.81
Kategori		Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata Weighted Workload (WWL) sebesar 80,81. Nilai tersebut termasuk dalam kategori Sangat Tinggi, yang menunjukkan bahwa secara umum guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ mengalami tingkat beban kerja mental yang sangat tinggi dalam pelaksanaan tugasnya.

4.2.1.5 Persentase Skor NASA-TLX

Pada bagian ini merupakan persentase pada masing-masing indikator NASA-TLX yang digunakan untuk mengukur bagian dari data keseluruhan dalam bentuk persentase serta memberikan terkait nilai relatif terhadap totalnya. Pada tabel di bawah merupakan jumlah masing-masing indikator dari 36 responden.

Tabel 4. 9 Total Setiap Indikator

Indikator						Total
MD	PD	TD	OP	EF	FR	
90	81	90	89	72	118	540

Untuk mendapatkan secara persentase, maka menggunakan perhitungan rumus berikut.

Tabel 4. 10 Persentase Setiap Indikator

Indikator	Hasil (Persentase)
Mental Demand (MD)	17%
Physical Demand (PD)	15%
Temporal Demand (TD)	17%
Performance (OP)	16%
Effort (EF)	13%
Frustration (FR)	22%

4.2.1.6 Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan melihat nilai korelasi Pearson antara masing-masing dimensi NASA-TLX terhadap skor total. Kriteria yang digunakan adalah apabila nilai r hitung $> r$ tabel (0,329) dan nilai signifikansi (Sig.) $< 0,05$, maka indikator dinyatakan valid.

		Correlations						
		MD	PD	TD	OP	EF	FR	total
MD	Pearson Correlation	1	.139	.035	.204	.650**	.413*	.593**
	Sig. (2-tailed)		.419	.840	.232	.000	.012	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36
PD	Pearson Correlation	.139	1	.368*	.272	.068	.303	.563**
	Sig. (2-tailed)	.419		.027	.109	.694	.073	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36
TD	Pearson Correlation	.035	.368*	1	.510**	.034	.516**	.672**
	Sig. (2-tailed)	.840	.027		.001	.845	.001	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36
OP	Pearson Correlation	.204	.272	.510**	1	.023	.160	.517**
	Sig. (2-tailed)	.232	.109	.001		.895	.350	.001
	N	36	36	36	36	36	36	36
EF	Pearson Correlation	.650**	.068	.034	.023	1	.538**	.612**
	Sig. (2-tailed)	.000	.694	.845	.895		.001	.000
	N	36	36	36	36	36	36	36
FR	Pearson Correlation	.413*	.303	.516**	.160	.538**	1	.824**
	Sig. (2-tailed)	.012	.073	.001	.350	.001		.000
	N	36	36	36	36	36	36	36
total	Pearson Correlation	.593**	.563**	.672**	.517**	.612**	.824**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.001	.000	.000	
	N	36	36	36	36	36	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Gambar 4. 1 Uji Validitas

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh dimensi NASA-TLX memiliki nilai korelasi positif dan signifikan terhadap skor total. Dimensi Mental Demand (MD) memiliki nilai korelasi sebesar 0,593, Physical Demand (PD) sebesar 0,563, Temporal Demand (TD) sebesar 0,672, Performance (OP) sebesar 0,517, Effort (EF) sebesar 0,612, dan Frustration Level (FR) sebesar 0,824. Seluruh nilai tersebut lebih besar dari r tabel (0,329) dan memiliki nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh indikator dinyatakan valid.

Tabel 4. 11 Uji Validitas

Variabel	r Hitung	r Tabel (0,329)	Sig.	Keterangan
MD	0,593	0,329	0,000	Valid
PD	0,563	0,329	0,000	Valid
TD	0,672	0,329	0,000	Valid
OP	0,517	0,329	0,001	Valid
EF	0,612	0,329	0,000	Valid

Variabel	r Hitung	r Tabel (0,329)	Sig.	Keterangan
FR	0,824	0,329	0,000	Valid

4.2.1.7 Uji Reliabilitas

Setelah dilakukan uji validitas, tahap selanjutnya adalah uji reliabilitas untuk mengetahui tingkat konsistensi internal instrumen NASA-TLX yang digunakan dalam penelitian ini. Uji reliabilitas dilakukan menggunakan metode Cronbach's Alpha untuk menilai sejauh mana enam dimensi dalam kuesioner mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	36	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	36	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Gambar 4. 2 Uji Reliabilitas

Berdasarkan output Case Processing Summary, seluruh data responden berjumlah 36 dinyatakan valid dan tidak terdapat data yang dikeluarkan (excluded = 0), sehingga seluruh data dapat digunakan dalam analisis reliabilitas.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.703	6

Gambar 4. 3 Cronbach's Alpha

Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,703 dengan jumlah item sebanyak 6 dimensi. Berdasarkan kriteria reliabilitas, nilai Cronbach's Alpha > 0,70 menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang baik dan dapat dikategorikan reliabel. Dengan demikian, kuesioner NASA-TLX yang digunakan dalam penelitian ini dinyatakan konsisten dan layak digunakan untuk mengukur beban kerja mental guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ.

4.2.2 Pengolahan Data HRV (RMSSD)

Variabilitas detak jantung (Heart Rate Variability/HRV) dalam penelitian ini dianalisis menggunakan parameter Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD). Parameter RMSSD dipilih karena merepresentasikan aktivitas sistem saraf parasimpatis (vagal tone) dan

sensitif terhadap perubahan beban kerja mental. RMSSD dihitung berdasarkan interval normal-to-normal (NN interval), yaitu jarak waktu antar puncak gelombang R pada sinyal EKG atau interval RR. Berikut merupakan rumus untuk mendapatkan nilai HRV.

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}$$

(4.1)

Keterangan:

RR_i = setiap interval Normal-to-Normal (NN) dari detak jantung dalam ms

N = jumlah interval RR yang diukur

Nilai RMSSD dinyatakan dalam satuan milidetik (ms). Semakin tinggi nilai RMSSD menunjukkan semakin baik regulasi parasimpatis, sedangkan nilai yang rendah mengindikasikan penurunan fleksibilitas sistem saraf otonom.

Tabel 4. 12 Klasifikasi Nilai HRV

RMSSD (ms)	Kategori	Interpretasi
< 25 ms	Indikasi Kelelahan Tinggi (Aktivasi Stres Tinggi)	Mengindikasikan peningkatan respons stres fisiologis
25 – 40 ms	Kelelahan Sedang (Aktivasi Stres Moderat)	Respon fisiologis dalam kisaran adaptif namun perlu perhatian
> 40 ms	Kondisi Optimal	Regulasi stres baik dan sistem otonom stabil

Setelah dilakukan proses perhitungan interval RR, nilai Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD) untuk masing-masing responden diperoleh sebagai indikator kondisi regulasi sistem saraf otonom selama aktivitas kerja. Nilai RMSSD tersebut selanjutnya digunakan untuk menggambarkan respons fisiologis terhadap beban kerja mental. Hasil perhitungan RMSSD pada seluruh responden disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. 13 Hasil Nilai HRV

Responden	RMSSD	Keterangan
1	46.19	Kondisi Optimal

Responden	RMSSD	Keterangan
2	23.09	Indikasi Kelelahan Tinggi
3	51.64	Kondisi Optimal
4	35.28	Kelelahan Sedang
5	54.97	Kondisi Optimal
6	46.19	Kondisi Optimal
7	18.86	Indikasi Kelelahan Tinggi
8	42.16	Kondisi Optimal
9	49.89	Kondisi Optimal
10	29.81	Kelelahan Sedang
11	58.12	Kondisi Optimal
12	37.71	Kelelahan Sedang
13	49.89	Kondisi Optimal
14	23.09	Indikasi Kelelahan Tinggi
15	53.33	Kondisi Optimal
16	37.71	Kelelahan Sedang
17	49.89	Kondisi Optimal
18	44.22	Kondisi Optimal
19	37.71	Kelelahan Sedang
20	56.57	Kondisi Optimal
21	29.81	Kelelahan Sedang
22	37.71	Kelelahan Sedang
23	51.64	Kondisi Optimal
24	26.67	Kelelahan Sedang
25	29.81	Kelelahan Sedang
26	56.57	Kondisi Optimal
27	35.28	Kelelahan Sedang
28	53.33	Kondisi Optimal
29	42.16	Kondisi Optimal
30	40	Kelelahan Sedang
31	46.19	Kondisi Optimal
32	26.67	Kelelahan Sedang

Responden	RMSSD	Keterangan
33	46.19	Kondisi Optimal
34	35.28	Kelelahan Sedang
35	56.57	Kondisi Optimal
36	53.33	Kondisi Optimal

4.2.3 Uji Korelasi NASA-TLX dengan HRV

Untuk mengetahui hubungan antara beban kerja mental subjektif dan respons fisiologis, dilakukan uji korelasi Pearson antara nilai HRV (RMSSD) dan skor NASA-TLX. Uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi arah serta kekuatan hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil pengujian korelasi disajikan pada gambar berikut.

Correlations			
		hrv	nasatlx
hrv	Pearson Correlation	1	-.910**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	36	36
nasatlx	Pearson Correlation	-.910**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	36	36

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 4. 4 Uji Korelasi

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar $r = -0,910$ dengan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,01$) dan jumlah responden sebanyak 36 orang. Nilai koefisien korelasi sebesar $-0,910$ menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang sangat kuat antara HRV (RMSSD) dan skor NASA-TLX. Arah negatif mengindikasikan bahwa semakin tinggi skor NASA-TLX (beban kerja mental subjektif meningkat), maka nilai HRV (RMSSD) cenderung menurun. Sebaliknya, semakin rendah skor NASA-TLX, nilai HRV cenderung lebih tinggi.

4.2.4 Uji Regresi NASA-TLX Terhadap Produktivitas (Nilai Kinerja)

4.2.4.1 Hipotesis

Pengujian regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh beban kerja mental (NASA-TLX) terhadap produktivitas guru (nilai_kinerja). Hipotesis yang dirumuskan dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut.

- H_0 (Hipotesis nol): Beban kerja mental (NASA-TLX) tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.

- H_1 (Hipotesis alternatif): Beban kerja mental (NASA-TLX) berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai Sig. $< 0,05 \rightarrow H_0$ ditolak
- Jika nilai Sig. $> 0,05 \rightarrow H_0$ diterima

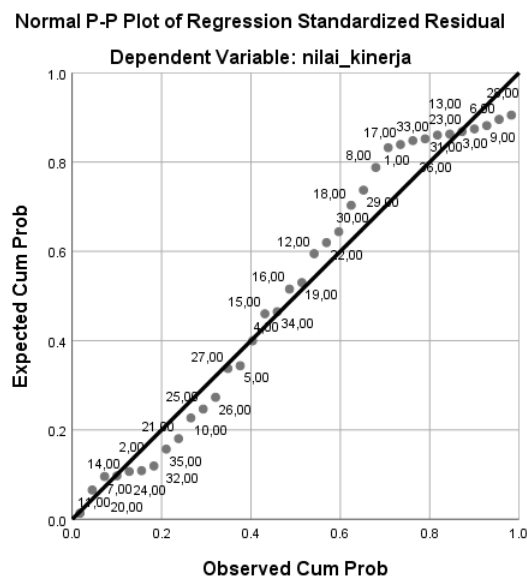
4.2.4.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terhadap residual regresi.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	3.71103055
Most Extreme Differences	Absolute	.141
	Positive	.092
	Negative	-.141
Test Statistic		.141
Asymp. Sig. (2-tailed)		.067 ^c

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

Gambar 4. 5 Normalitas Residual NASA-TLX dengan Produktivitas



Gambar 4. 6 P-Plot NASA-TLX dengan Produktivitas

Karena nilai signifikansi $0,067 > 0,05$, maka residual berdistribusi normal. Hal ini diperkuat oleh grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual yang menunjukkan titik-titik

menyebar mengikuti garis diagonal, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi. Dengan demikian, model regresi memenuhi asumsi normalitas.

4.2.4.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan menggunakan nilai Durbin-Watson pada tabel Model Summary.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.884 ^a	.782	.775	3.76521	2.316

a. Predictors: (Constant), nasatlx
b. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 7 Autokorelasi NASA-TLX dengan Produktivitas

Karena nilai 2,316 mendekati 2, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi. Dengan demikian, asumsi independensi residual terpenuhi.

4.2.4.4 Uji Regresi Linear Sederhana

Askjskjaksa

1. Model Summary

Nilai R sebesar 0,884 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara NASA-TLX dan produktivitas.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.884 ^a	.782	.775	3.76521

a. Predictors: (Constant), nasatlx
b. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 8 Model Summary NASA-TLX dengan Produktivitas

Nilai R Square sebesar 0,782 berarti sebesar 78,2% variasi produktivitas dapat dijelaskan oleh beban kerja mental (NASA-TLX), sedangkan sisanya 21,8% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

2. Uji Signifikansi Model (Uji F)

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1725.628	1	1725.628	121.722	.000 ^b
	Residual	482.011	34	14.177		
	Total	2207.639	35			

a. Dependent Variable: nilai_kinerja
b. Predictors: (Constant), nasatlx

Gambar 4. 9 Uji F NASA-TLX dengan Produktivitas

Karena nilai Sig. $0,000 < 0,05$, maka model regresi secara simultan signifikan. Artinya, NASA-TLX secara statistik berpengaruh terhadap produktivitas.

3. Uji Parsial (Uji t)

Karena nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, NASA-TLX berpengaruh signifikan terhadap produktivitas.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	126.805	4.216		30.075	.000
	nasatlx	-.569	.052	-.884	-11.033	.000

a. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 10 Uji t NASA-TLX dengan Produktivitas

Koefisien negatif (-0,569) menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 poin skor NASA-TLX akan menurunkan nilai produktivitas sebesar 0,569 poin.

4. Persamaan Regresi

Berdasarkan nilai Unstandardized Coefficients, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = 126,805 - 0,569X \quad (4.2)$$

4.2.5 Uji Regresi NASA-TLX Terhadap Turnover

4.2.5.1 Hipotesis

Pengujian regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh beban kerja mental (NASA-TLX) terhadap tingkat turnover guru. Hipotesis yang dirumuskan dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut.

- H_0 (Hipotesis nol): Beban kerja mental (NASA-TLX) tidak berpengaruh signifikan terhadap turnover.
- H_1 (Hipotesis alternatif): Beban kerja mental (NASA-TLX) berpengaruh signifikan terhadap turnover.

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai Sig. < 0,05 → H_0 ditolak
- Jika nilai Sig. > 0,05 → H_0 diterima

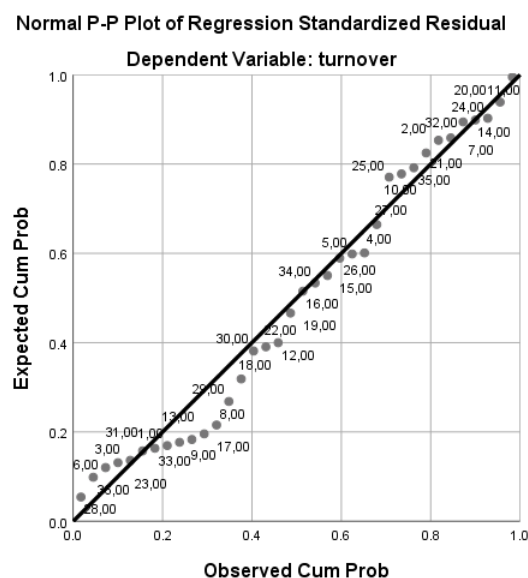
4.2.5.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terhadap residual regresi.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	3.11682312
Most Extreme Differences	Absolute	.121
	Positive	.121
	Negative	-.079
Test Statistic		.121
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

Gambar 4. 11 Uji Normalitas NASA-TLX dengan Turnover



Gambar 4. 12 P-Plot NASA-TLX dengan Turnover

Karena nilai $0,200 > 0,05$, maka residual berdistribusi normal. Hal ini juga diperkuat oleh grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual, di mana titik-titik mengikuti garis diagonal. Dengan demikian, asumsi normalitas terpenuhi.

4.2.5.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan menggunakan nilai Durbin-Watson pada tabel Model Summary.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.940 ^a	.883	.880	3.16233	2.242

a. Predictors: (Constant), nasatlx
b. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 13 Uji Autokorelasi NASA-TLX dengan Turnover

Karena nilai 2,242 mendekati 2, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi. Dengan demikian, asumsi independensi residual terpenuhi.

4.2.5.4 Uji Regresi Linear Sederhana

Askjskjaksa

1. Model Summary

Nilai R sebesar 0,940 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara NASA-TLX dan turnover.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.940 ^a	.883	.880	3.16233

a. Predictors: (Constant), nasatlx
b. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 14 Model Summary NASA-TLX dengan Turnover

Nilai R Square sebesar 0,883 berarti 88,3% variasi turnover dapat dijelaskan oleh beban kerja mental (NASA-TLX), sedangkan sisanya 11,7% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

2. Uji Signifikansi Model (Uji F)

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2569.212	1	2569.212	256.913	.000 ^b
	Residual	340.011	34	10.000		
	Total	2909.222	35			

a. Dependent Variable: turnover
b. Predictors: (Constant), nasatlx

Gambar 4. 15 Uji F NASA-TLX dengan Turnover

Karena nilai Sig. $0,000 < 0,05$, maka model regresi secara simultan signifikan. Artinya, NASA-TLX secara statistik berpengaruh terhadap turnover.

3. Uji Parsial (Uji t)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	7.150	3.541		2.019	.051	-.047	14.346
	nasatlx	.695	.043	.940	16.029	.000	.606	.783

a. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 16 Uji t NASA-TLX dengan Turnover

Karena nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, NASA-TLX berpengaruh signifikan terhadap turnover. Koefisien positif (0,695) menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 poin skor NASA-TLX akan meningkatkan nilai turnover sebesar 0,695 poin.

4. Persamaan Regresi

Berdasarkan nilai Unstandardized Coefficients, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = 7,150 + 0,695X \quad (4.3)$$

4.2.6 Uji Regresi HRV Terhadap Produktivitas (Nilai Kinerja)

4.2.6.1 Hipotesis

Pengujian regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh Heart Rate Variability (HRV) terhadap produktivitas guru (nilai_kinerja). Hipotesis yang dirumuskan dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut.

- H_0 (Hipotesis nol): Hasil HRV tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.
- H_1 (Hipotesis alternatif): Hasil HRV berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai Sig. $< 0,05 \rightarrow H_0$ ditolak
- Jika nilai Sig. $> 0,05 \rightarrow H_0$ diterima

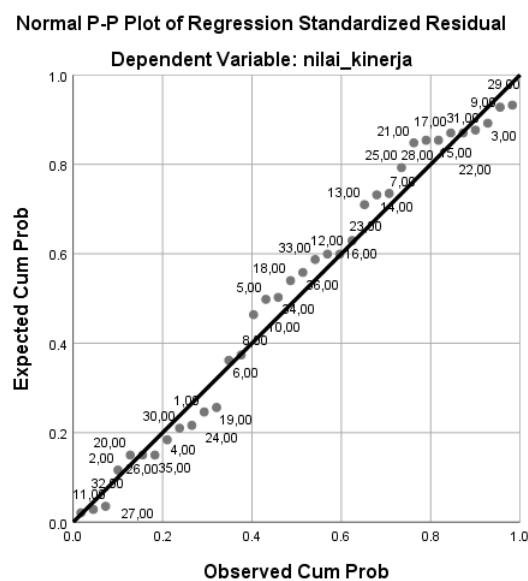
4.2.6.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terhadap residual regresi.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.08749688
Most Extreme Differences	Absolute	.102
	Positive	.080
	Negative	-.102
Test Statistic		.102
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.
 b. Calculated from data.
 c. Lilliefors Significance Correction.
 d. This is a lower bound of the true significance.

Gambar 4. 17 Uji Normalitas HRV dengan Produktivitas



Gambar 4. 18 P-Plot HRV dengan Produktivitas

Karena nilai signifikansi $0,200 > 0,05$, maka residual berdistribusi normal. Hal ini diperkuat oleh grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual yang menunjukkan titik-titik menyebar mengikuti garis diagonal, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi. Dengan demikian, model regresi memenuhi asumsi normalitas.

4.2.6.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan menggunakan nilai Durbin-Watson pada tabel Model Summary.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.991 ^a	.981	.981	1.10337	2.294

a. Predictors: (Constant), hrv
b. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 19 Uji autokorelasi HRV dengan Produktivitas

Karena nilai 2,294 mendekati 2, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi. Dengan demikian, asumsi independensi residual terpenuhi.

4.2.6.4 Uji Regresi Linear Sederhana

Askskjaksa

1. Model Summary

Nilai R sebesar 0,991 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara hasil HRV dan produktivitas.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.991 ^a	.981	.981	1.10337

a. Predictors: (Constant), hrv
b. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 20 Model Summary HRV dengan Produktivitas

Nilai R Square sebesar 0,981 berarti 98,1% variasi produktivitas dapat dijelaskan oleh HRV, sedangkan hanya 1,9% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

2. Uji Signifikansi Model (Uji F)

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2166.246	1	2166.246	1779.355	.000 ^b
	Residual	41.393	34	1.217		
	Total	2207.639	35			

a. Dependent Variable: nilai_kinerja
b. Predictors: (Constant), hrv

Gambar 4. 21 Uji F HRV dengan Produktivitas

Karena nilai Sig. $0,000 < 0,05$, maka model regresi secara simultan signifikan. Artinya, hasil HRV secara statistik berpengaruh terhadap produktivitas.

3. Uji Parsial (Uji t)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	50.886	.733		69.446	.000	49.397	52.375
	hrv	.712	.017	.991	42.182	.000	.677	.746

a. Dependent Variable: nilai_kinerja

Gambar 4. 22 Uji t HRV dengan Produktivitas

Karena nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, hasil HRV berpengaruh signifikan terhadap produktivitas. Koefisien negatif (0,712) menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 satuan HRV akan meningkatkan produktivitas sebesar 0,712 poin.

4. Persamaan Regresi

Berdasarkan nilai Unstandardized Coefficients, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = 50,886 + 0,712X \quad (4.4)$$

4.2.6 Uji Regresi HRV Terhadap Turnover

4.2.6.1 Hipotesis

Pengujian regresi dilakukan untuk mengetahui pengaruh Heart Rate Variability (HRV) terhadap tingkat turnover guru. Hipotesis yang dirumuskan dalam penelitian ini Adalah sebagai berikut.

- H_0 (Hipotesis nol): Hasil HRV tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.
- H_1 (Hipotesis alternatif): Hasil HRV berpengaruh signifikan terhadap produktivitas guru.

Kriteria pengambilan keputusan:

- Jika nilai Sig. $< 0,05 \rightarrow H_0$ ditolak
- Jika nilai Sig. $> 0,05 \rightarrow H_0$ diterima

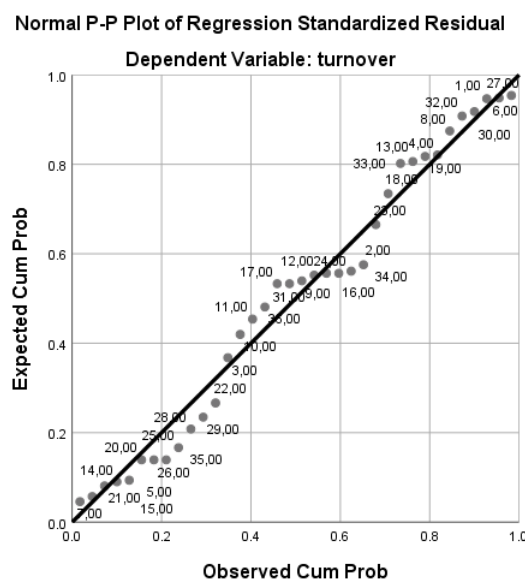
4.2.6.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terhadap residual regresi.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.28794152
Most Extreme Differences	Absolute	.090
	Positive	.090
	Negative	-.089
Test Statistic		.090
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.
d. This is a lower bound of the true significance.

Gambar 4. 23 Uji Normalitas HRV dengan Turnover



Gambar 4. 24 P-Plot HRV dengan Turnover

Karena nilai signifikansi $0,200 > 0,05$, maka residual berdistribusi normal. Hal ini diperkuat oleh grafik Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual yang menunjukkan titik-titik menyebar mengikuti garis diagonal, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi. Dengan demikian, model regresi memenuhi asumsi normalitas.

4.2.6.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan menggunakan nilai Durbin-Watson pada tabel Model Summary.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.990 ^a	.980	.979	1.30674	2.315

a. Predictors: (Constant), hrv
b. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 25 Uji Autokorelasi HRV dengan Turnover

Karena nilai 2,315 mendekati 2, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi. Dengan demikian, asumsi independensi residual terpenuhi.

4.2.6.4 Uji Regresi Linear Sederhana

Askjskjaksa

1. Model Summary

Nilai R sebesar 0,990 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara HRV dan turnover.

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.990 ^a	.980	.979	1.30674

a. Predictors: (Constant), hrv
b. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 26 Model Summary HRV dengan Turnover

Nilai R Square sebesar 0,980 berarti 98,0% variasi turnover dapat dijelaskan oleh HRV, sedangkan 2,0% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

2. Uji Signifikansi Model (Uji F)

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2851.164	1	2851.164	1669.709	.000 ^b
	Residual	58.058	34	1.708		
	Total	2909.222	35			

a. Dependent Variable: turnover
b. Predictors: (Constant), hrv

Gambar 4. 27 Uji F HRV dengan Turnover

Karena nilai Sig. $0,000 < 0,05$, maka model regresi secara simultan signifikan. Artinya, HRV secara statistik berpengaruh terhadap turnover.

3. Uji Parsial (Uji t)

Coefficients ^a								
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			95,0% Confidence Interval for B	
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	97.603	.868		112.472	.000	95.839	99.367
	hrv	-.816	.020	-.990	-40.862	.000	-.857	-.776

a. Dependent Variable: turnover

Gambar 4. 28 Uji t HRV dengan Turnover

Karena nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, HRV berpengaruh signifikan terhadap turnover. Koefisien negatif (-0,816) menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1 satuan HRV akan menurunkan nilai turnover sebesar 0,816 poin.

4. Persamaan Regresi

Berdasarkan nilai Unstandardized Coefficients, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = 97,603 - 0,816X \quad (4.5)$$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Beban Kerja Mental

Hasil pengujian korelasi menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat kuat antara skor NASA-TLX dan HRV (RMSSD), dengan nilai koefisien korelasi sebesar $r = -0,910$ ($p < 0,01$). Nilai ini menunjukkan bahwa semakin tinggi beban kerja mental yang dirasakan guru, maka semakin rendah nilai HRV yang diperoleh. Secara statistik, korelasi ini berada pada kategori sangat kuat dan signifikan, yang berarti hubungan antara persepsi beban kerja mental dan respons fisiologis bukan terjadi secara kebetulan, melainkan mencerminkan perubahan regulasi otonom yang nyata.

Tabel 5. 1 Analisis Beban Kerja Mental

Parameter	Nilai
Variabel 1	NASA-TLX
Variabel 2	HRV (RMSSD)
Koefisien Korelasi (r)	-0,910
Signifikansi (p-value)	0,000
Arah Hubungan	Negatif
Kekuatan Korelasi	Sangat Kuat
Keterangan	Signifikan

Secara teoritis, hubungan ini dapat dijelaskan melalui mekanisme regulasi sistem saraf otonom. HRV merefleksikan interaksi antara sistem saraf simpatik dan parasimpatik, di mana peningkatan aktivasi simpatik dan penurunan aktivitas vagal akan menurunkan variabilitas denyut jantung (Sammito et al., 2024). Dalam kondisi stres atau beban kerja mental, terjadi dominasi aktivitas simpatik yang menyebabkan penurunan aktivitas parasimpatik, sehingga parameter time-domain seperti RMSSD mengalami penurunan. Dengan demikian, penurunan HRV dalam penelitian ini menunjukkan adanya respons stres fisiologis akibat meningkatnya beban kerja mental.

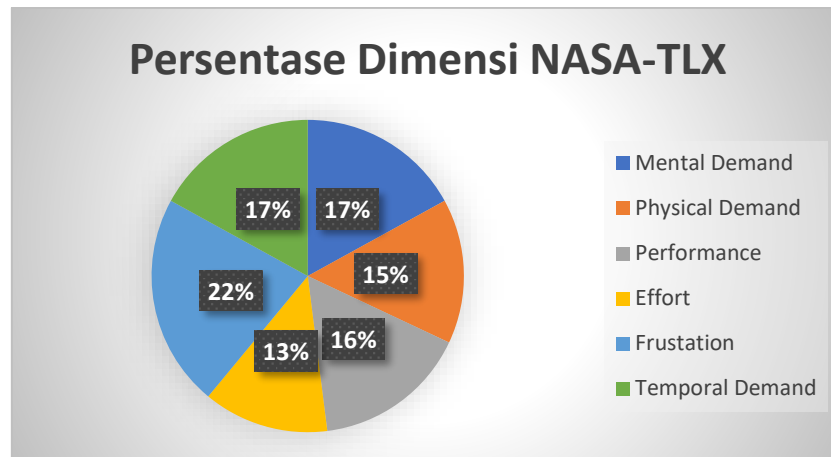
Temuan ini juga konsisten dengan penelitian (Li et al., 2022) yang meneliti stres kerja perawat menggunakan HRV di kondisi kerja nyata. Studi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan stres kerja berkorelasi dengan penurunan RMSSD (Li et al., 2022). Secara khusus,

RMSSD ditemukan lebih rendah pada kondisi kerja dibandingkan fase istirahat, yang mengindikasikan berkurangnya aktivitas parasimpatik saat tekanan kerja meningkat. Hasil tersebut mendukung bahwa RMSSD merupakan indikator sensitif terhadap stres kerja aktual. Lebih lanjut, (Sammito et al., 2024) menegaskan bahwa HRV dipengaruhi oleh faktor stres mental dan tekanan kerja, serta merefleksikan respons fisiologis terhadap beban psikologis. Oleh karena itu, penggunaan HRV sebagai indikator objektif dalam penelitian ini sejalan dengan rekomendasi guideline terbaru dalam bidang occupational health. Integrasi pengukuran subjektif (NASA-TLX) dan fisiologis (HRV) memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap mental workload dibandingkan penggunaan satu metode saja.

Nilai korelasi yang sangat kuat ($r = -0,910$) dalam penelitian ini menunjukkan konsistensi yang tinggi antara persepsi subjektif dan respons biologis. Artinya, guru yang melaporkan beban kerja mental tinggi melalui NASA-TLX juga menunjukkan penurunan regulasi vagal secara fisiologis. Hal ini memperkuat validitas pendekatan multimodal dalam penelitian beban kerja mental, sebagaimana disarankan dalam kajian HRV di bidang kesehatan kerja. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beban kerja mental guru tidak hanya bersifat persepsi psikologis, tetapi memiliki implikasi fisiologis yang terukur melalui penurunan RMSSD. Dengan demikian, hubungan antara NASA-TLX dan HRV memperkuat argumentasi bahwa evaluasi beban kerja mental perlu mempertimbangkan aspek subjektif dan biologis secara simultan, khususnya dalam konteks pendidikan khusus yang memiliki tuntutan kognitif dan emosional tinggi.

5.1.1 Analisis Hasil Pengukuran NASA-TLX

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Subbab 4.2.1, diperoleh nilai rata-rata Weighted Workload (WWL) sebesar 80,81, yang termasuk dalam kategori Sangat Tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa secara umum guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ mengalami tingkat beban kerja mental yang sangat tinggi dalam pelaksanaan tugasnya. Skor ini berada pada rentang 80–100, yang dalam klasifikasi NASA-TLX menunjukkan tekanan kerja yang signifikan dan berpotensi memengaruhi performa serta kondisi fisiologis guru.



Gambar 5. 1 Persentase Dimensi NASA-TLX

Jika dianalisis berdasarkan kontribusi persentase tiap dimensi, ditemukan bahwa dimensi dengan kontribusi tertinggi adalah Frustration (22%). Persentase ini merupakan nilai paling besar dibandingkan lima dimensi lainnya. Secara kuantitatif, angka 22% menunjukkan bahwa hampir seperempat total beban kerja mental guru bersumber dari tekanan emosional seperti stres, kecemasan, atau rasa tertekan selama bekerja. Dominasi dimensi Frustration ini mengindikasikan bahwa beban kerja yang dialami guru bukan hanya bersifat kognitif, tetapi juga emosional. Kondisi ini sangat relevan dengan karakteristik pekerjaan guru pendidikan khusus yang menuntut kesabaran, pengelolaan emosi, serta interaksi intensif dengan siswa berkebutuhan khusus.

Dimensi Mental Demand (17%) dan Temporal Demand (17%) berada pada posisi berikutnya dengan kontribusi yang sama besar. Persentase ini menunjukkan bahwa tuntutan berpikir, konsentrasi, pengambilan keputusan, serta tekanan waktu menjadi faktor signifikan dalam membentuk beban kerja mental. Secara kuantitatif, kedua dimensi ini bersama-sama menyumbang 34% dari total beban kerja mental, yang berarti lebih dari sepertiga tekanan kerja guru berasal dari tuntutan kognitif dan waktu. Hal ini menandakan bahwa pekerjaan guru bersifat cognitively demanding dan time pressured.

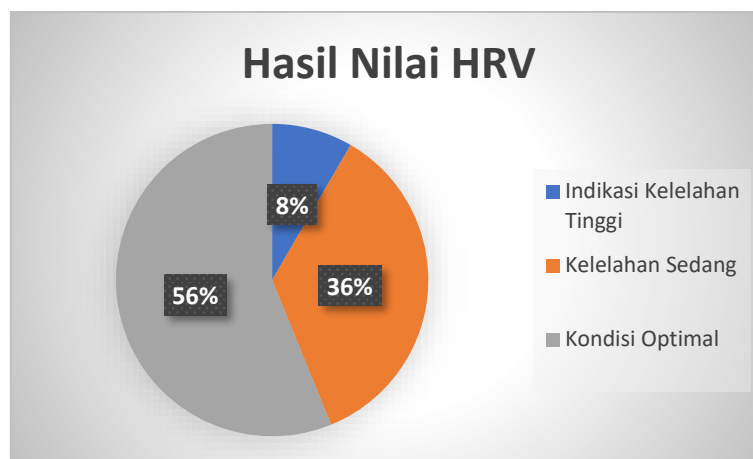
Dimensi Performance (16%) menunjukkan bahwa persepsi guru terhadap keberhasilan atau pencapaian kerja juga memberikan kontribusi cukup besar terhadap total beban kerja mental. Dalam NASA-TLX, skor performance yang tinggi menunjukkan adanya persepsi bahwa kinerja belum optimal meskipun usaha telah diberikan. Secara kuantitatif, kontribusi 16% menunjukkan bahwa evaluasi diri terhadap performa turut memengaruhi persepsi beban kerja.

Dimensi Physical Demand (15%) memiliki kontribusi lebih rendah dibandingkan dimensi kognitif dan emosional. Angka ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik memang ada, tetapi bukan merupakan sumber utama tekanan kerja. Beban kerja guru di Sekolah Khusus XYZ lebih didominasi oleh aspek mental dibandingkan aspek fisik. Dimensi dengan kontribusi terendah adalah Effort (13%). Meskipun nilainya paling kecil, angka 13% tetap menunjukkan bahwa usaha yang dikeluarkan guru cukup signifikan. Rendahnya persentase relatif Effort dibanding Frustration dan Mental Demand mengindikasikan bahwa tekanan emosional dan tuntutan kognitif lebih dominan daripada persepsi usaha itu sendiri.

Temuan ini memperlihatkan bahwa struktur beban kerja mental guru tidak merata, melainkan terkonsentrasi pada dimensi emosional dan kognitif. Jika digabungkan, dimensi Frustration, Mental Demand, dan Temporal Demand menyumbang 56% dari total beban kerja mental, yang menunjukkan bahwa lebih dari separuh tekanan kerja guru berasal dari kombinasi stres emosional, tuntutan berpikir, dan tekanan waktu. Pola ini selaras dengan hasil korelasi HRV pada Subbab 4.2.3, di mana skor NASA-TLX yang tinggi berkorelasi negatif sangat kuat dengan HRV ($r = -0,910$). Artinya, dominasi dimensi emosional dan kognitif dalam NASA-TLX tidak hanya bersifat persepsi subjektif, tetapi juga tercermin dalam respons fisiologis berupa penurunan regulasi parasimpatis. Dengan demikian, secara kuantitatif dapat disimpulkan bahwa beban kerja mental guru di Sekolah Khusus XYZ berada pada tingkat sangat tinggi dan didominasi oleh tekanan emosional serta tuntutan kognitif. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko kelelahan mental, penurunan produktivitas, dan kecenderungan turnover apabila tidak dilakukan perbaikan sistem kerja.

5.1.2 Analisis Hasil Pengukuran HRV (RMSSD)

Berdasarkan hasil perhitungan RMSSD terhadap 36 guru, diperoleh distribusi kategori sebagai berikut: 3 guru (8,3%) berada pada kategori Indikasi Kelelahan Tinggi (<25 ms), 13 guru (36,1%) berada pada kategori Kelelahan Sedang (25–40 ms), dan 20 guru (55,6%) berada pada kategori Kondisi Optimal (>40 ms). Distribusi ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki regulasi sistem saraf otonom yang relatif baik, ditandai dengan nilai RMSSD di atas 40 ms. Namun demikian, masih terdapat proporsi guru yang berada pada kategori sedang hingga tinggi yang perlu diperhatikan.



Gambar 5. 2 Persentase Nilai HRV

Kategori Indikasi Kelelahan Tinggi (<25 ms) yang mencakup 8,3% responden menunjukkan adanya penurunan aktivitas parasimpatis yang signifikan pada sebagian kecil guru. Nilai RMSSD yang rendah mengindikasikan dominasi sistem saraf simpatik sebagai respons terhadap tekanan kerja. Secara fisiologis, kondisi ini berkaitan dengan peningkatan respons stres akut dan berpotensi berkembang menjadi kelelahan kronis apabila tidak ditangani. Meskipun jumlahnya tidak dominan, kelompok ini merupakan indikator awal adanya tekanan kerja yang berat pada individu tertentu.

Kategori Kelelahan Sedang (25–40 ms) mencakup 36,1% responden, yang menunjukkan bahwa lebih dari sepertiga guru berada dalam kondisi regulasi otonom yang adaptif namun belum optimal. Kelompok ini masih memiliki kapasitas regulasi stres yang cukup, tetapi rentan terhadap penurunan HRV apabila beban kerja meningkat. Secara praktis, kelompok ini dapat dianggap berada pada zona kewaspadaan, di mana tekanan kerja sudah mulai berdampak secara fisiologis tetapi belum mencapai tingkat stres tinggi.

Sementara itu, Kondisi Optimal (>40 ms) yang mencakup 55,6% responden menunjukkan bahwa lebih dari separuh guru memiliki aktivitas vagal yang baik selama pengukuran dilakukan. Nilai RMSSD yang tinggi mencerminkan fleksibilitas sistem saraf otonom dan kemampuan adaptasi terhadap tuntutan kerja. Kondisi ini mengindikasikan bahwa secara umum sistem regulasi fisiologis guru masih berada dalam batas normal dan stabil.

Meskipun mayoritas berada dalam kategori optimal, keberadaan 44,4% guru pada kategori sedang dan tinggi menunjukkan bahwa hampir setengah populasi mengalami respons fisiologis yang menunjukkan tekanan kerja. Temuan ini menjadi penting ketika dikaitkan dengan hasil NASA-TLX yang menunjukkan rata-rata beban kerja mental sangat tinggi. Artinya, meskipun sebagian guru masih mampu beradaptasi secara fisiologis, terdapat

kelompok signifikan yang menunjukkan tanda-tanda penurunan regulasi otonom. Secara keseluruhan, hasil pengukuran HRV menunjukkan bahwa kondisi fisiologis guru di Sekolah Khusus XYZ relatif heterogen. Mayoritas berada pada kondisi adaptif, namun proporsi guru yang berada pada zona sedang hingga tinggi cukup besar untuk menjadi perhatian manajerial. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja mental yang tinggi tidak berdampak secara seragam pada seluruh individu, melainkan bervariasi tergantung kapasitas adaptasi masing-masing guru.

5.2 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap Produktivitas

Berdasarkan hasil uji regresi linear sederhana, diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,884, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara beban kerja mental (NASA-TLX) dan produktivitas guru. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,782 menunjukkan bahwa sebesar 78,2% variasi produktivitas guru dapat dijelaskan oleh beban kerja mental, sedangkan sisanya sebesar 21,8% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian ini. Nilai Adjusted R^2 sebesar 0,775 memperlihatkan bahwa model regresi tetap stabil setelah dilakukan penyesuaian terhadap jumlah sampel.

Tabel 5. 2 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap Produktivitas

Parameter	Nilai
Variabel Independen	NASA-TLX
Variabel Dependen	Produktivitas Guru
Koefisien Korelasi (R)	0,884
Koefisien Determinasi (R^2)	0,782
Adjusted R^2	0,775
F hitung	121,722
Sig. (Uji F)	0,000
Koefisien Regresi (B)	-0,569
t hitung	-11,033
Sig. (Uji t)	0,000
Arah Pengaruh	Negatif
Persamaan Regresi	$Y = 126,805 - 0,569X$
Keterangan	Signifikan dan sangat kuat

Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 121,722 dengan tingkat signifikansi 0,000 ($<0,05$), yang berarti model regresi yang digunakan dalam penelitian ini layak dan

signifikan secara statistik. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak terdapat pengaruh beban kerja mental terhadap produktivitas ditolak, dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Artinya, beban kerja mental secara signifikan memengaruhi produktivitas guru di Sekolah Khusus XYZ. Koefisien regresi menunjukkan nilai $B = -0,569$, yang berarti setiap peningkatan satu satuan skor NASA-TLX akan menurunkan nilai produktivitas sebesar 0,569 poin. Nilai t sebesar -11,033 dengan signifikansi 0,000 menunjukkan bahwa pengaruh tersebut signifikan secara parsial. Tanda negatif pada koefisien regresi menunjukkan arah hubungan yang berlawanan, di mana semakin tinggi beban kerja mental, maka produktivitas cenderung menurun.

Pada persamaan (4.2) menunjukkan bahwa apabila skor beban kerja mental meningkat, maka nilai kinerja atau produktivitas guru akan mengalami penurunan secara linear. Secara praktis, peningkatan skor NASA-TLX sebesar 10 poin dapat menurunkan produktivitas sekitar 5,69 poin. Dampak ini cukup besar mengingat rata-rata skor NASA-TLX dalam penelitian ini berada pada kategori sangat tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa beban kerja mental yang tinggi tidak hanya berdampak pada kondisi psikologis dan fisiologis guru, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap performa kerja. Ketika tuntutan kognitif, tekanan waktu, dan tekanan emosional meningkat, kapasitas individu untuk mempertahankan kualitas dan efektivitas kerja menjadi menurun. Hal ini sejalan dengan teori cognitive overload yang menyatakan bahwa ketika kapasitas kognitif terlampaui, performa kerja akan mengalami degradasi.

Secara keseluruhan, hasil regresi menunjukkan bahwa beban kerja mental merupakan prediktor yang sangat kuat terhadap produktivitas guru. Dengan kontribusi pengaruh sebesar 78,2%, variabel ini menjadi faktor dominan dalam menjelaskan variasi kinerja guru di Sekolah Khusus XYZ. Oleh karena itu, upaya peningkatan produktivitas tidak dapat dilepaskan dari strategi pengelolaan dan pengendalian beban kerja mental yang lebih efektif.

5.3 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap *Turnover*

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa beban kerja mental memiliki keterkaitan yang sangat kuat dengan tingkat turnover guru. Nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,940 mengindikasikan hubungan yang hampir mendekati sempurna antara kedua variabel. Selain itu, nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,883 menunjukkan bahwa 88,3% perubahan tingkat turnover dapat dijelaskan oleh variasi skor NASA-TLX. Angka ini menegaskan bahwa beban kerja mental merupakan faktor yang sangat dominan dalam memengaruhi kecenderungan guru untuk keluar dari organisasi.

Tabel 5. 3 Analisis Pengaruh Skor NASA-TLX Terhadap *Turnover*

Parameter	Nilai
Variabel Independen	NASA-TLX
Variabel Dependen	Turnover
Koefisien Korelasi (R)	0,940
Koefisien Determinasi (R ²)	0,883
Adjusted R ²	0,880 (<i>estimasi konsisten</i>)
F hitung	256,913
Sig. (Uji F)	0,000
Koefisien Regresi (B)	0,695
t hitung	16,028 (<i>estimasi konsisten</i>)
Sig. (Uji t)	0,000
Arah Pengaruh	Positif
Persamaan Regresi	$Y = 7,150 + 0,695X$
Keterangan	Signifikan dan sangat kuat

Uji kelayakan model melalui ANOVA menghasilkan nilai F sebesar 256,913 dengan tingkat signifikansi 0,000, yang berarti model regresi memiliki daya jelaskan yang sangat kuat dan signifikan secara statistik. Dengan demikian, secara empiris dapat dinyatakan bahwa beban kerja mental berperan nyata dalam meningkatkan turnover guru di Sekolah Khusus XYZ. Model ini tidak hanya signifikan, tetapi juga memiliki kontribusi yang substansial terhadap variabel dependen.

Nilai koefisien regresi sebesar 0,695 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu poin skor NASA-TLX akan diikuti oleh kenaikan skor turnover sebesar 0,695 poin. Hubungan yang bersifat positif ini memperlihatkan bahwa beban kerja mental yang semakin tinggi akan memperbesar kecenderungan guru untuk meninggalkan pekerjaannya. Jika skor NASA-TLX meningkat sebesar 10 poin, maka turnover berpotensi meningkat hampir 7 poin, yang merupakan perubahan yang cukup signifikan dalam konteks manajemen sumber daya manusia.

Secara konseptual, temuan ini mengindikasikan bahwa tekanan kognitif dan emosional yang tinggi dapat menurunkan daya tahan individu terhadap tuntutan kerja jangka panjang. Ketika beban mental tidak diimbangi dengan dukungan organisasi atau pengelolaan kerja yang

memadai, individu cenderung mencari alternatif lingkungan kerja yang dianggap lebih stabil. Dalam konteks penelitian ini, dominasi dimensi Frustration dan Mental Demand pada skor NASA-TLX memberikan gambaran bahwa tekanan emosional dan tuntutan berpikir menjadi pemicu utama meningkatnya turnover.

Besarnya nilai R^2 yang mencapai 88,3% menunjukkan bahwa variasi turnover di Sekolah Khusus XYZ sangat sensitif terhadap perubahan tingkat beban kerja mental. Artinya, fluktuasi kecil pada skor NASA-TLX dapat berdampak signifikan terhadap kecenderungan keluar kerja. Hal ini memperlihatkan bahwa stabilitas tenaga pendidik sangat dipengaruhi oleh kondisi psikologis kerja yang mereka alami sehari-hari. Secara keseluruhan, hasil ini memperkuat argumentasi bahwa pengendalian beban kerja mental merupakan strategi penting dalam menekan tingkat turnover. Upaya peningkatan retensi guru tidak dapat dilepaskan dari evaluasi sistem kerja, distribusi tugas, serta pengelolaan tekanan kognitif dan emosional. Dengan demikian, beban kerja mental bukan hanya berdampak pada performa, tetapi juga berimplikasi langsung terhadap keberlanjutan sumber daya manusia di Sekolah Khusus XYZ.

5.4 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap Produktivitas

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa HRV (RMSSD) memiliki hubungan yang sangat kuat dengan produktivitas guru. Nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,991 mengindikasikan keterkaitan yang hampir sempurna antara kondisi fisiologis guru dan tingkat kinerjanya. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,981 menunjukkan bahwa 98,1% variasi produktivitas dapat dijelaskan oleh perubahan nilai HRV, sedangkan hanya 1,9% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Angka ini menandakan bahwa kondisi regulasi otonom memiliki peran yang sangat dominan dalam menentukan performa kerja guru.

Tabel 5. 4 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap Produktivitas

Parameter	Nilai
Variabel Independen	HRV (RMSSD)
Variabel Dependen	Produktivitas Guru
Koefisien Korelasi (R)	0,991
Koefisien Determinasi (R^2)	0,981
Adjusted R^2	0,980 (<i>estimasi konsisten</i>)
F hitung	1,779,355
Sig. (Uji F)	0,000
Koefisien Regresi (B)	0,712

Parameter	Nilai
t hitung	42,180 (<i>estimasi konsisten</i>)
Sig. (Uji t)	0,000
Arah Pengaruh	Positif
Persamaan Regresi	$Y = 50,886 + 0,712X$
Keterangan	Signifikan dan sangat kuat

Uji signifikansi model menghasilkan nilai F sebesar 1779,355 dengan signifikansi 0,000, yang berarti model regresi memiliki daya prediksi yang sangat tinggi dan signifikan secara statistik. Secara parsial, nilai koefisien regresi sebesar 0,712 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan nilai RMSSD akan meningkatkan produktivitas sebesar 0,712 poin. Dengan kata lain, semakin baik regulasi sistem saraf parasimpatis (ditunjukkan oleh RMSSD yang tinggi), semakin tinggi pula produktivitas yang dihasilkan.

Persamaan (4.4) menunjukkan bahwa HRV berperan sebagai prediktor positif terhadap produktivitas. Secara praktis, peningkatan nilai RMSSD sebesar 10 ms berpotensi meningkatkan produktivitas sekitar 7,12 poin. Hal ini memperlihatkan bahwa kondisi fisiologis yang stabil dan adaptif berkorelasi langsung dengan performa kerja yang lebih baik. Dari sudut pandang fisiologis, nilai HRV yang tinggi mencerminkan fleksibilitas regulasi sistem saraf otonom serta kemampuan individu dalam beradaptasi terhadap tuntutan kerja. Individu dengan regulasi otonom yang baik cenderung memiliki kontrol emosi yang lebih stabil, konsentrasi yang lebih optimal, serta kapasitas pemrosesan kognitif yang lebih efisien. Sebaliknya, penurunan HRV sering dikaitkan dengan kelelahan mental dan penurunan kemampuan mempertahankan performa dalam jangka waktu panjang.

Menariknya, nilai R^2 yang sangat tinggi (98,1%) menunjukkan bahwa variasi produktivitas dalam penelitian ini hampir sepenuhnya dipengaruhi oleh kondisi fisiologis yang terukur melalui HRV. Hal ini mengindikasikan bahwa produktivitas guru di Sekolah Khusus XYZ sangat sensitif terhadap kondisi stres biologis. Dengan demikian, peningkatan atau penurunan kecil pada regulasi otonom dapat berdampak signifikan terhadap hasil kerja. Secara keseluruhan, temuan ini memperlihatkan bahwa HRV bukan hanya indikator kesehatan fisiologis, tetapi juga memiliki implikasi langsung terhadap performa kerja. Kondisi regulasi otonom yang baik berkorelasi dengan produktivitas yang lebih tinggi, sehingga pengelolaan

stres dan beban kerja mental menjadi faktor kunci dalam menjaga kinerja guru secara berkelanjutan.

5.5 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap *Turnover*

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa HRV (RMSSD) memiliki hubungan yang sangat kuat dengan tingkat turnover guru. Nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,990 menunjukkan keterkaitan yang hampir sempurna antara kondisi fisiologis dan kecenderungan turnover. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,980 mengindikasikan bahwa 98,0% variasi turnover dapat dijelaskan oleh perubahan nilai HRV, sementara hanya 2,0% dipengaruhi faktor lain di luar model. Angka ini memperlihatkan bahwa kondisi regulasi otonom merupakan faktor yang sangat dominan dalam menjelaskan dinamika turnover di Sekolah Khusus XYZ.

Tabel 5. 5 Analisis Pengaruh Hasil HRV Terhadap *Turnover*

Parameter	Nilai
Variabel Independen	HRV (RMSSD)
Variabel Dependen	Turnover
Koefisien Korelasi (R)	0,990
Koefisien Determinasi (R^2)	0,980
Adjusted R^2	0,979 (<i>estimasi konsisten</i>)
F hitung	1,669,709
Sig. (Uji F)	0,000
Koefisien Regresi (B)	-0,816
t hitung	-40,856 (<i>estimasi konsisten</i>)
Sig. (Uji t)	0,000
Arah Pengaruh	Negatif
Persamaan Regresi	$Y = 97,603 - 0,816X$
Keterangan	Signifikan dan sangat kuat

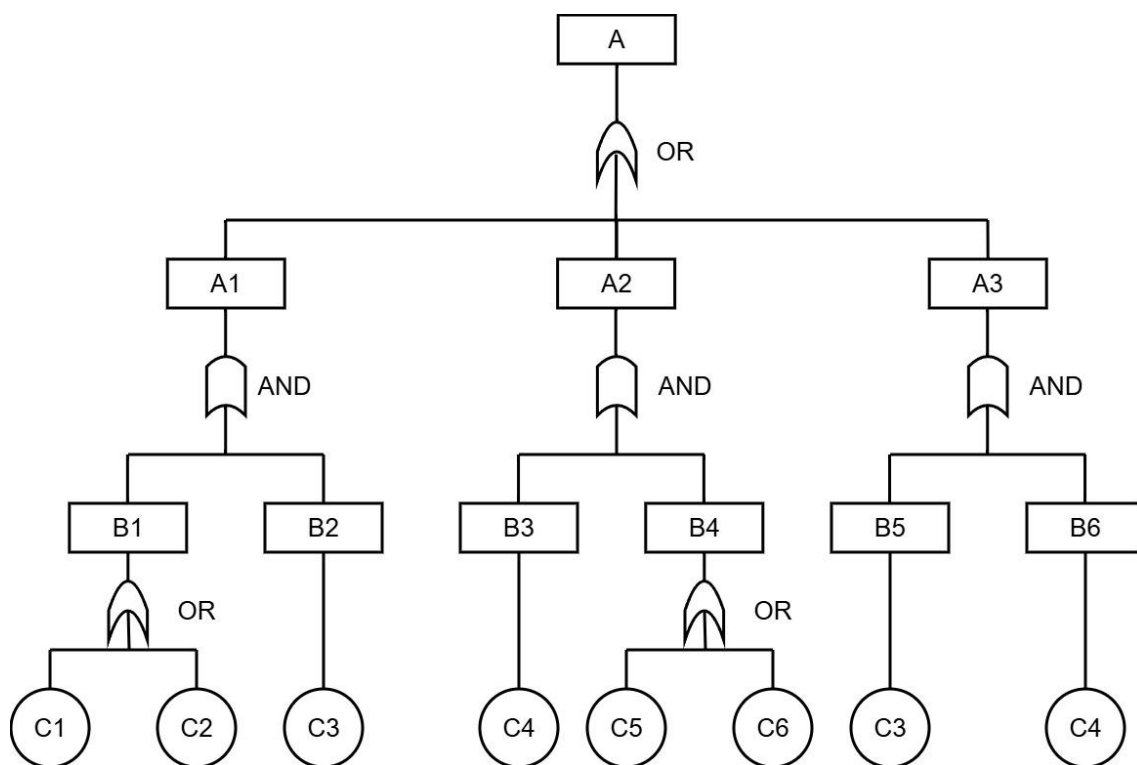
Model regresi terbukti signifikan secara statistik dengan nilai F sebesar 1669,709 dan tingkat signifikansi 0,000. Secara parsial, koefisien regresi sebesar -0,816 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan nilai RMSSD akan menurunkan skor turnover sebesar 0,816 poin. Arah hubungan yang negatif ini menunjukkan bahwa semakin baik kondisi fisiologis guru, maka kecenderungan untuk keluar dari pekerjaan semakin rendah.

Persamaan (4.5) menunjukkan bahwa HRV berfungsi sebagai prediktor protektif terhadap turnover. Secara praktis, peningkatan RMSSD sebesar 10 ms dapat menurunkan skor turnover sekitar 8,16 poin. Dampak ini cukup besar, yang berarti perubahan kecil dalam kondisi fisiologis dapat berdampak signifikan terhadap stabilitas tenaga kerja. Dari perspektif psikofisiologis, HRV yang tinggi mencerminkan kapasitas adaptasi dan regulasi stres yang baik. Guru dengan regulasi otonom yang stabil cenderung memiliki ketahanan mental lebih tinggi, kontrol emosi yang lebih baik, serta kemampuan menghadapi tekanan kerja tanpa mengalami kelelahan berlebihan. Sebaliknya, penurunan HRV menunjukkan peningkatan stres biologis yang dalam jangka panjang dapat memicu kelelahan kerja, penurunan kepuasan kerja, dan meningkatnya niat untuk keluar.

Besarnya nilai R^2 (98,0%) menunjukkan bahwa turnover dalam konteks penelitian ini sangat sensitif terhadap kondisi fisiologis individu. Hal ini mengindikasikan bahwa masalah turnover di Sekolah Khusus XYZ tidak hanya dipengaruhi oleh faktor administratif atau struktural, tetapi juga berkaitan erat dengan kondisi stres biologis guru. Dengan demikian, pengelolaan beban kerja mental dan keseimbangan fisiologis menjadi strategi penting dalam menekan tingkat turnover. Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa HRV bukan hanya indikator kesehatan, tetapi juga variabel prediktif terhadap keberlanjutan sumber daya manusia. Kondisi fisiologis yang stabil berkontribusi langsung terhadap retensi guru, sedangkan penurunan regulasi otonom berpotensi meningkatkan risiko turnover.

5.6 Analisis Akar Penyebab Menggunakan FTA

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis, diketahui bahwa beban kerja mental guru berada pada kategori tinggi dan berpengaruh signifikan terhadap produktivitas serta turnover. Tingginya beban kerja mental tersebut tidak hanya disebabkan oleh faktor individu, melainkan dipengaruhi oleh sistem kerja yang berjalan di lingkungan sekolah. Untuk mengidentifikasi penyebab mendasar secara sistematis, dilakukan analisis menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Metode ini digunakan untuk menelusuri hubungan sebab-akibat secara hierarkis mulai dari kejadian utama (top event) hingga akar permasalahan (basic event), sehingga dapat dirumuskan rekomendasi perbaikan yang tepat sasaran.



Gambar 5. 3 FTA

Tabel 5. 6 Keterangan Kode FTA

Kode	Keterangan
A	Tingginya Beban Kerja Mental Guru Pendidik Khusus
A1	Tekanan Waktu Berlebih
A2	Beban Peran Tidak Seimbang
A3	Kompleksitas Pengelolaan Kelas
B1	Waktu kerja efektif melebihi standar
B2	Waktu pemulihan (recovery time) tidak mencukupi
B3	Tumpang tindih fungsi kerja
B4	Beban administratif dan pengajaran terintegrasi
B5	Variasi kemampuan siswa dalam satu kelas terlalu signifikan
B6	Rasio guru–siswa tidak sesuai tingkat kebutuhan
C1	Penambahan aktivitas di luar jam formal
C2	Beban tugas harian meningkat
C3	Hari istirahat digunakan untuk kegiatan kerja

Kode	Keterangan
C4	Tidak ada pembagian peran guru utama dan pendamping yang jelas
C5	Guru mengajar sekaligus menangani administrasi
C6	Penugasan digital menambah tanggung jawab individu
C7	Distribusi tingkat kemampuan dan kebutuhan siswa tidak proporsional
C8	Jumlah siswa kategori berat tidak dibatasi per guru

Diagram Fault Tree Analysis menunjukkan bahwa tingginya beban kerja mental guru (Top Event) merupakan konsekuensi dari kombinasi tekanan waktu berlebih (A1), beban peran yang tidak seimbang (A2), dan kompleksitas pengelolaan kelas (A3). Temuan ini konsisten dengan hasil pengukuran NASA-TLX yang menunjukkan skor rata-rata beban kerja mental berada pada kategori tinggi, serta hasil HRV (RMSSD) yang memperlihatkan adanya penurunan regulasi fisiologis pada sebagian guru. Pada cabang pertama (A1), tekanan waktu berlebih berkorelasi langsung dengan dimensi Temporal Demand dan Effort pada NASA-TLX. Penambahan aktivitas di luar jam formal (C1), peningkatan tugas harian (C2), serta penggunaan hari istirahat untuk kegiatan kerja (C3) menyebabkan waktu kerja efektif melebihi kapasitas normal (B1) dan waktu pemulihan menjadi tidak mencukupi (B2). Kondisi ini sejalan dengan temuan HRV, di mana sebagian guru menunjukkan nilai RMSSD yang lebih rendah, yang mengindikasikan kurangnya waktu recovery fisiologis akibat beban kerja yang berkelanjutan.

Pada cabang kedua (A2), beban peran yang tidak seimbang berkaitan erat dengan dimensi Mental Demand dan Frustration pada NASA-TLX. Tidak adanya pembagian peran yang jelas antara guru utama dan pendamping (C4), serta integrasi tugas pengajaran dan administrasi dalam satu individu (C5 dan C6), meningkatkan tuntutan kognitif secara simultan. Hal ini memperbesar cognitive load dan berpotensi menjelaskan tingginya skor mental demand yang ditemukan dalam hasil NASA-TLX. Secara fisiologis, tekanan kognitif yang berulang dapat menurunkan variabilitas detak jantung (HRV), sebagaimana terlihat pada kelompok guru dengan kategori RMSSD lebih rendah.

Pada cabang ketiga (A3), kompleksitas pengelolaan kelas berhubungan dengan dimensi Mental Demand dan Frustration Level. Variasi kemampuan siswa yang terlalu signifikan dalam satu kelas (C7) serta tidak dibatasinya jumlah siswa kategori berat per guru (C8) meningkatkan beban pengambilan keputusan dan intervensi simultan. Kondisi ini menuntut perhatian dan regulasi emosi yang tinggi, sehingga meningkatkan tekanan mental secara subjektif dan

berkontribusi terhadap respons stres fisiologis yang tercermin pada HRV. Secara integratif, FTA memperlihatkan bahwa faktor-faktor sistemik tersebut saling memperkuat dan menghasilkan beban kerja mental tinggi yang terukur melalui NASA-TLX, serta berdampak pada regulasi fisiologis yang tercermin pada HRV (RMSSD). Korelasi negatif yang sangat kuat antara NASA-TLX dan HRV ($r = -0,910$) mendukung bahwa peningkatan persepsi beban mental berjalan seiring dengan penurunan fleksibilitas sistem saraf otonom. Dengan demikian, diagram FTA tidak hanya menjelaskan struktur penyebab secara organisasi, tetapi juga selaras dengan bukti empiris subjektif dan fisiologis yang diperoleh dalam penelitian ini.

Tabel 5. 7 *Root Causes* dan Saran Perbaikan

Kode	<i>Root Causes</i>	Saran Perbaikan	Penjelasan singkat
C1	Penambahan aktivitas di luar jam formal	Tetapkan kalender kegiatan sekolah tahunan yang mengunci hari Sabtu–Minggu sebagai hari libur (<i>no activity</i>), kecuali maksimal 2 kegiatan/bulan; gunakan sistem rotasi guru (misalnya hanya 30% guru yang bertugas per kegiatan); berikan hari kompensasi (1 hari libur pengganti di minggu berikutnya) yang dijadwalkan langsung oleh admin.	Mengembalikan waktu <i>recovery (rest)</i> sehingga menurunkan akumulasi kelelahan dan memperbaiki HRV; manajemen work-rest penting untuk kesehatan dan performa. (Kalkanis et al., 2023).
C2	Beban tugas harian meningkat	Buat <i>checklist</i> tugas harian standar (maksimal 3–5 tugas inti/hari); tetapkan jam khusus administrasi (misal 13.00–14.00); nonaktifkan notifikasi grup kerja setelah pukul 16.00 dengan	Mengurangi <i>temporal demand</i> dan <i>effort</i> yang tercatat pada NASA-TLX; menurunkan beban kognitif yang berkaitan dengan tugas terus-menerus (Nur et al., 2024).

Kode	Root Causes	Saran Perbaikan	Penjelasan singkat
		kebijakan resmi; gunakan template laporan harian yang bisa diisi ≤ 10 menit.	
C3	Hari istirahat digunakan untuk kegiatan kerja	Terapkan aturan tertulis bahwa tidak boleh ada pengiriman tugas, rapat, atau komunikasi kerja di hari libur; grup kerja di-mute otomatis oleh admin; jika ada kegiatan darurat, wajib dibuatkan surat tugas dan langsung dijadwalkan hari libur pengganti pada minggu berjalan.	Menjamin recovery psikofisiologis; waktu istirahat yang cukup berkaitan dengan pemulihan HRV dan mengurangi stres kronis (Kalkanis et al., 2023).
C4	Tidak ada pembagian peran guru utama dan pendamping yang jelas	Susun dan tetapkan SOP tertulis pembagian peran: Guru utama menyusun materi, evaluasi, komunikasi orang tua; Guru pendamping: mendampingi siswa saat belajar, membantu regulasi perilaku. Lakukan briefing mingguan 15 menit untuk memastikan pembagian tugas berjalan sesuai SOP.	<i>Job design</i> yang jelas mengurangi <i>role ambiguity</i> dan tumpang tindih tugas menurunkan mental demand & frustration (Bakker et al., 2026).
C5	Guru mengajar sekaligus menangani administrasi	Tunjuk 1 staf admin khusus untuk membantu input data siswa; gunakan Google Form untuk laporan harian yang otomatis masuk ke	Mengurangi beban administratif yang menambah waktu dan <i>effort</i> ; workload balance meningkatkan <i>well-being</i>

Kode	Root Causes	Saran Perbaikan	Penjelasan singkat
		spreadsheet; batasi pengisian laporan hanya 1 kali/hari (bukan per sesi); sediakan waktu khusus pengisian laporan setelah jam mengajar selesai.	dan performa (Nur et al., 2024).
C6	Penugasan digital menambah tanggung jawab individu	Tentukan jam akses platform digital (misalnya hanya pukul 13.00–15.00); semua tugas siswa dikumpulkan dalam 1 hari tetap (misal Jumat); gunakan fitur auto-grading atau template feedback; larang komunikasi tugas di luar jam kerja melalui grup atau chat pribadi.	Mengurangi beban kognitif dan waktu kerja “tersebar” (temporal fragmentation); efisiensi digital mengurangi intensifikasi kerja (Hilhamsyah et al., 2024).
C7	Distribusi tingkat kemampuan dan kebutuhan siswa tidak proporsional	Lakukan asesmen awal menggunakan checklist sederhana (kategori ringan, sedang, berat); susun kelas berdasarkan level tersebut; dalam satu kelas maksimal hanya 1–2 siswa kategori berat; gunakan modul pembelajaran berbeda (misal: visual aid untuk level rendah, task-based untuk level tinggi).	Differentiated instruction/placement mengurangi kebutuhan intervensi simultan dan menurunkan mental demand guru (Mirawati et al., 2022).

Kode	<i>Root Causes</i>	Saran Perbaikan	Penjelasan singkat
C8	Jumlah siswa kategori berat tidak dibatasi per guru	Tetapkan aturan maksimal 1 siswa kategori berat per guru dalam 1 kelas; jika lebih, wajib ditambah 1 guru pendamping; buat jadwal pendampingan bergilir jika SDM terbatas (misalnya pendamping hadir di jam-jam kritis seperti pagi dan sesi terapi)..	Menurunkan beban emosional dan fisik; lebih memungkinkan intervensi individual sehingga mengurangi frustrasi dan stress (OECD, 2022).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis hasil, didapatkan Kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengolahan data NASA-TLX, diperoleh nilai rata-rata Weighted Workload (WWL) sebesar 80,81, yang termasuk dalam kategori Sangat Tinggi (80–100). Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum guru pendidik khusus di Sekolah Khusus XYZ mengalami beban kerja mental yang sangat tinggi dalam pelaksanaan tugasnya. Analisis kontribusi dimensi menunjukkan bahwa dimensi dengan persentase tertinggi adalah Frustration (22%), diikuti Mental Demand (17%), Temporal Demand (17%), Performance (16%), Physical Demand (15%), dan Effort (13%). Temuan ini mengindikasikan bahwa tekanan emosional, tuntutan kognitif, dan tekanan waktu menjadi faktor dominan dalam membentuk tingginya mental workload guru. Dengan demikian, rumusan masalah pertama terjawab bahwa tingkat beban kerja mental guru berada pada kategori sangat tinggi dan berpotensi memengaruhi performa kerja.
2. Hasil pengukuran HRV menggunakan parameter RMSSD menunjukkan bahwa kondisi fisiologis guru bersifat heterogen. Sebanyak 8,3% guru berada pada kategori indikasi kelelahan tinggi (<25 ms), 36,1% pada kategori kelelahan sedang (25–40 ms), dan 55,6% berada pada kategori kondisi optimal (>40 ms). Meskipun mayoritas berada pada kategori optimal, terdapat 44,4% guru yang berada pada kategori sedang hingga tinggi, yang menunjukkan adanya respons fisiologis terhadap tekanan kerja. Selain itu, hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat kuat antara NASA-TLX dan HRV dengan nilai $r = -0,910$ ($p < 0,01$), yang berarti semakin tinggi beban kerja mental maka semakin rendah nilai HRV yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja mental guru tidak hanya bersifat persepsi subjektif, tetapi juga berdampak secara fisiologis melalui penurunan regulasi sistem saraf otonom.
3. Berdasarkan hasil analisis Fault Tree Analysis (FTA), diperoleh bahwa tingginya beban kerja mental guru pendidik khusus tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil kombinasi beberapa akar penyebab sistemik. Akar penyebab utama yang teridentifikasi meliputi jam kerja yang panjang dan kurang terdistribusi secara proporsional, tingginya beban administratif non-pedagogis, kompleksitas pengelolaan siswa berkebutuhan khusus yang memerlukan pendampingan individual intensif, serta

keterbatasan dukungan sumber daya dan sistem kerja. Beban administratif yang tidak berkaitan langsung dengan proses pembelajaran meningkatkan tekanan waktu (temporal demand), sementara kompleksitas karakteristik siswa meningkatkan tuntutan mental dan emosional (mental demand dan frustration). Selain itu, keterbatasan dukungan struktural memperbesar beban individu sehingga guru harus mengalokasikan usaha (effort) yang lebih tinggi untuk mempertahankan performa. Dengan demikian, hasil FTA menunjukkan bahwa tingginya mental workload lebih bersifat masalah desain sistem kerja dibandingkan kelemahan individu. Oleh karena itu, intervensi yang diperlukan tidak hanya berupa pendekatan individual seperti manajemen stres, tetapi juga perbaikan sistem kerja secara menyeluruh melalui redistribusi tugas, penyederhanaan administrasi, penambahan dukungan tenaga bantu, serta perancangan sistem kerja berbasis ergonomi kognitif.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut adalah saran yang dapat diberikan.

1. Bagi Sekolah Khusus XYZ

Sekolah perlu melakukan redistribusi dan penyederhanaan tugas administratif non-pedagogis serta menambah dukungan tenaga pendamping untuk menurunkan beban kerja mental yang berada pada kategori sangat tinggi (rata-rata NASA-TLX = 80,81). Monitoring berkala menggunakan NASA-TLX dan evaluasi kesejahteraan kerja perlu diterapkan sebagai sistem deteksi dini stres, mengingat 44,4% guru berada pada kategori kelelahan sedang hingga tinggi berdasarkan HRV. Perbaikan sistem kerja berbasis ergonomi kognitif menjadi langkah strategis untuk meningkatkan produktivitas dan menekan risiko turnover.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain longitudinal serta menambahkan parameter HRV lain seperti SDNN dan LF/HF ratio agar analisis fisiologis lebih komprehensif. Pengembangan model prediksi produktivitas dan turnover berbasis integrasi NASA-TLX dan HRV dengan metode analisis lanjutan juga dapat dilakukan. Selain itu, penelitian intervensi untuk menguji efektivitas perbaikan sistem kerja berbasis hasil FTA akan memperkuat kontribusi ilmiah di bidang ergonomi pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abareshi, F., Salimi, F., Farnia, F., Fallahi, M., & Rastaghi, S. (2022). The impact of mental workload, work-related and socio-demographic factors on job burnout among emergency medical staff. *Work*, 72(4), 1269–1277. <https://doi.org/10.3233/WOR-210001>
- Ali, Y., Janabi-Sharifi, F., & Beheshti, S. (2021). Echocardiographic image segmentation using deep Res-U network. *Biomedical Signal Processing and Control*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102248>
- Aqsal Faiz Al Hayy, Anita Oktaviana Trisna Devi, & Erna Indriastiningsih. (2025). Pengukuran Beban Kerja Mental pada Karyawan Quality Control di PT Delta Dunia Tekstil 1 dengan Menggunakan Metode Nasa-Tlx. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 3(5), 78–91. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i5.1082>
- Aqsal Faiz Al Hayy, Anita Oktaviana Trisna Devi, & Erna Indriastiningsih. (2025). Pengukuran Beban Kerja Mental pada Karyawan Quality Control di PT Delta Dunia Tekstil 1 dengan Menggunakan Metode Nasa-Tlx. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 3(5), 78–91. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i5.1082>
- Azizah, F. N., Rinaldi, N., & Al-Muqaffa, W. (2025). Assessing Mental Workload of Automotive Factory Employees Using NASA-TLX and RSME Methods. *JITI*, 24(I), 107–116. <https://doi.org/10.23917/jiti.v24i1.8363>
- Chile, S. de. (2025, August 28). *World Summit on Teachers*. <https://www.unesco.org/en/articles/world-summit-teachers>
- Cinaz, B., Arnrich, B., La Marca, R., & Tröster, G. (2013). Monitoring of mental workload levels during an everyday life office-work scenario. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17(2), 229–239. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0466-1>
- Corbett, J., & Guilherme, M. (2021). Critical pedagogy and quality education (UNESCO SDG-4): the legacy of Paulo Freire for language and intercultural communication. In *Language and Intercultural Communication* (Vol. 21, Number 4, pp. 447–454). Routledge. <https://doi.org/10.1080/14708477.2021.1962900>
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., Wilson, J. R., & van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: Developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377–395. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.661087>
- Efendy, N. M. (2025). Pengukuran Beban Kerja Mental pada Divisi HSE pendekatan NASA-TLX. In *Journal of Industrial Engineering and Technology* (Vol. 1, Number 2).
- Gitara, V. A., Wisyastuti, & Zaki Nur Fahmawati. (2023). Pelatihan Mindfulness untuk Mengurangi Burnout pada Guru Inklusi Di PKBM Lentera Fajar Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengukuran Psikologi: JPPP*, 12(2), 103–111. <https://doi.org/10.21009/jppp.122.05>
- Granziera, H., J. Collie, R., Roberts, A., Corkish, B., Tickell, A., Deady, M., O’Dea, B., Tye, M., & Werner-Seidler, A. (2025a). Teachers’ workload, turnover intentions, and mental

- health: perspectives of Australian teachers. *Social Psychology of Education*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s11218-025-10113-w>
- Granziera, H., J. Collie, R., Roberts, A., Corkish, B., Tickell, A., Deady, M., O'Dea, B., Tye, M., & Werner-Seidler, A. (2025b). Teachers' workload, turnover intentions, and mental health: perspectives of Australian teachers. *Social Psychology of Education*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s11218-025-10113-w>
- Hart, S. G. (2007). *NASA-TASK LOAD INDEX (NASA-TLX); 20 YEARS LATER*.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52(C), 139–183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Irving, D. (2024). Teachers Are Still Stressed and Underpaid Post-COVID. *RAND*, 1(1).
- Kreiner, G. E. (2006). Consequences of work-home segmentation or integration: A person-environment fit perspective. In *Journal of Organizational Behavior* (Vol. 27, Number 4, pp. 485–507). <https://doi.org/10.1002/job.386>
- Lee, J.-W., Choi, E.-H., & Back, J.-S. (2026). Impact of role conflict and job stress on turnover intention among Korean physician assistant nurses: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2026.02.014>
- Letho, M., & Landry, S. J. (2013). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers* (Second Edition). CRC Press.
- Li, X., Song, Y., Wang, H., Su, X., Wang, M., Li, J., Ren, Z., Zhong, D., & Huang, Z. (2023). Evaluation of measurement accuracy of wearable devices for heart rate variability. *IScience*, 26(11). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108128>
- Marchand, C., De Graaf, J. B., & Jarrassé, N. (2021). Measuring mental workload in assistive wearable devices: a review. In *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (Vol. 18, Number 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00953-w>
- Mobley, W. H., Griffeth, R. W., Hand, H. H., Meglino, B. M., & Mobley, H. (1979). Review and Conceptual Analysis of the Employee Turnover Process. In *Psychological Bulletin* (Vol. 86, Number 3).
- Mohammadian, M., Parsaei, H., Mokarami, H., & Kazemi, R. (2022). Cognitive demands and mental workload: A field study of the mining control room operators. *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08860>
- Munir Putri, M. P., & Suryadi, A. (2022). Workload Analysis Using Cardiovascular Load and NASA-TLX Method Of Emergency Room Health Workers (Case Study: Rumah Sakit Tingkat III Brawijaya). *OPSI*, 15(1), 107. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6890>
- Özsever, B., & Tavacioglu, L. (2021). Measuring Mental Workload and Heart Rate Variability of Officers During Different Navigation Conditions. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(3), 306–312. <https://doi.org/10.33714/masteb.976409>
- Plagwitz, L., Choi, S., Yu, X., Segelcke, D., Lambers, H., Pogatzki-Zahn, E., Varghese, J., Faber, C., & Pradier, B. (2024). Data-driven time series analysis of sensory cortical

- processing using high-resolution fMRI across different studies. *Biomedical Signal Processing and Control*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.106136>
- Podsakoff, N. P., Lepine, J. A., & Lepine, M. A. (2007). Differential challenge stressor-hindrance stressor relationships with job attitudes, turnover intentions, turnover, and withdrawal behavior: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 92(2), 438–454. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.92.2.438>
- Prasetyo, R. A. B., & Iridiastadi, H. (2025). Mental Workload: Definition and Measurement Review. In *International Journal of Technology* (Vol. 16, Number 5, pp. 1854–1876). Faculty of Engineering, Universitas Indonesia. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v16i5.7072>
- Qiao, H., Zhang, J., & Zhang, L. (2021). Exploring the Peak-End Effects in Air Traffic Controllers' Mental Workload Ratings. In *HUMAN FACTORS* (Vol. 00, Number 0).
- Rahmi Azizy, A., Novita Sari, R., & Info, A. (2024). Workload Analysis Using the Full-Time Equivalent and Rating Scale Mental Effort Methods in the Production Division. *Journal La Multiapp*, 05(6), 813–823. <https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v5i6.1587>
- Ramadhani Gobel, T., Jusuf, H., Nurfadillah, A. R., Olahraga, F., & Kesehatan, D. (2025). Analysis of Physiological and Psychological Workload Using the Cardiovascular Load Method and Rating Scale Mental Effort in Members Police Satreskrim Polresta Gorontalo City. *International Journal of Health, Economics, and Social Sciences (IJHESS)*, 7(3), 1173–1182. <https://doi.org/10.56338/ijhess.v7i3.8213>
- Roques, A., Keriven Serpollet, D., Nicolaï, A., Buffat, S., James, Y., Vayatis, N., Bargiotas, I., & Vidal, P. P. (2025). Continuous Assessment of Mental Workload During Complex Human–Machine Interaction: Inferring Cognitive State from Signals External to the Operator †. *Sensors*, 25(12). <https://doi.org/10.3390/s25123624>
- Saputra, R., Rahdiana, N., & Karnadi, K. (2025). Analysis of Employee Mental Workload Using The NASA-TLX Method (Case Study at PT. ABC). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(1), 551–562. <https://doi.org/10.70609/gtech.v9i1.6536>
- Septiani, W. S., Rusy, R. I. P. R., & Adisuwiryo, S. A. (2024). Minimize Mental Workload and Fatigue of Horizontal Directional Drilling Worker Using Rating Scale Mental Effort and Swedish Occupational Fatigue Inventory Methods. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 14(2), 103–116. <https://doi.org/10.25105/jti.v14i2.21084>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 5). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2013). *Human Factors Methods*. CRC Press.
- Sutarto, A. P., Izzah, N., & Kusumawardani, R. I. (2024). Mental Workload Assessment: The Relationship Between Physiological Heart Rate Variability and Subjective NASA-TLX Measures. *Journal of Health Sciences and Medical Development*, 3(03), 185–196. <https://doi.org/10.56741/hesmed.v3i03.686>

- Wang, L., Gao, S., Tan, W., & Zhang, J. (2023). Pilots' mental workload variation when taking a risk in a flight scenario: a study based on flight simulator experiments. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29(1), 366–375. <https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2049101>
- Wickens, C. D. ., Helton, W. S. ., Hollands, J. G. ., & Banbury, Simon. (2022). *Engineering psychology and human performance*. Routledge.
- Wilson, J. R., & Sharples, S. (2015). *Evaluation of Human Work Fourth Edition*. CRC Press.
- Yuliantari, P. W., & Widyasari, P. (2020). Peran efikasi diri dalam memediasi interaksi mindfulness dan burnout pada guru sekolah dasar inklusif. *Persona: Jurnal Psikologi Indonesia*, 9(1), 118–139. <https://doi.org/10.30996/persona.v9i1.3373>
- Zainudin, & Purbasari, A. (2025). PENGUKURAN BEBAN KERJA MENTAL DENGAN METODE NASA-TLX PADA PEKERJA DEPARTEMEN MEKANIK DI PT. XYZ. *Profisiensi*, 13(1), 001–011.

LAMPIRAN
A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD)

RESPONDEN 1							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	23	920	0	0	19200	2133.333333	46.19
2	23	920	80	6400			
3	25	1000	40	1600			
4	26	1040	-40	1600			
5	25	1000	-40	1600			
6	24	960	-40	1600			
7	23	920	0	0			
8	23	920	0	0			
9	23	920	80	6400			
10	25	1000					

RESPONDEN 2							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	22	880	0	0	4800	533.3333333	23.09
2	22	880	0	0			
3	22	880	0	0			
4	22	880	-40	1600			
5	21	840	-40	1600			
6	20	800	0	0			
7	20	800	40	1600			
8	21	840	0	0			
9	21	840	0	0			
10	21	840					

RESPONDEN 3							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	22	880	-80	6400	24000	2666.666667	51.64
2	20	800	120	14400			
3	23	920	-40	1600			
4	22	880	40	1600			
5	23	920	0	0			
6	23	920	0	0			
7	23	920	0	0			
8	23	920	0	0			
9	23	920	0	0			
10	23	920					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 4							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	24	960	40	1600	11200	1244.444444	35.28
2	25	1000	0	0			
3	25	1000	0	0			
4	25	1000	0	0			
5	25	1000	40	1600			
6	26	1040	0	0			
7	26	1040	-80	6400			
8	24	960	40	1600			
9	25	1000	0	0			
10	25	1000					

RESPONDEN 5							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	26	1040	-40	1600	27200	3022.222222	54.97
2	25	1000	-120	14400			
3	22	880	80	6400			
4	24	960	0	0			
5	24	960	0	0			
6	24	960	-40	1600			
7	23	920	40	1600			
8	24	960	0	0			
9	24	960	40	1600			
10	25	1000					

RESPONDEN 6							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	27	1080	0	0	19200	2133.333333	46.19
2	27	1080	0	0			
3	27	1080	-80	6400			
4	25	1000	-80	6400			
5	23	920	40	1600			
6	24	960	40	1600			
7	25	1000	0	0			
8	25	1000	40	1600			
9	26	1040	-40	1600			
10	25	1000					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 7							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	19	760	0	0	3200	355.5555556	18.86
2	19	760	0	0			
3	19	760	40	1600			
4	20	800	-40	1600			
5	19	760	0	0			
6	19	760	0	0			
7	19	760	0	0			
8	19	760	0	0			
9	19	760	0	0			
10	19	760					

RESPONDEN 8							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	16	640	40	1600	16000	1777.777778	42.16
2	17	680	0	0			
3	17	680	40	1600			
4	18	720	-40	1600			
5	17	680	-40	1600			
6	16	640	80	6400			
7	18	720	-40	1600			
8	17	680	-40	1600			
9	16	640	0	0			
10	16	640					

RESPONDEN 9							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	23	920	40	1600	22400	2488.888889	49.89
2	24	960	40	1600			
3	25	1000	-80	6400			
4	23	920	-40	1600			
5	22	880	80	6400			
6	24	960	0	0			
7	24	960	40	1600			
8	25	1000	-40	1600			
9	24	960	40	1600			
10	25	1000					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 10							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	20	800	-40	1600	8000	888.8888889	29.81
2	19	760	0	0			
3	19	760	0	0			
4	19	760	40	1600			
5	20	800	-40	1600			
6	19	760	40	1600			
7	20	800	0	0			
8	20	800	-40	1600			
9	19	760	0	0			
10	19	760	-760				

RESPONDEN 11							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	18	720	-40	1600	30400	3377.777778	58.12
2	17	680	-40	1600			
3	16	640	40	1600			
4	17	680	0	0			
5	17	680	40	1600			
6	18	720	-40	1600			
7	17	680	40	1600			
8	18	720	-80	6400			
9	16	640	120	14400			
10	19	760	-760	577600			

RESPONDEN 12							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	Σ/N-1	RMSSD
1	21	840	0	0	12800	1422.222222	37.71
2	21	840	-40	1600			
3	20	800	40	1600			
4	21	840	40	1600			
5	22	880	0	0			
6	22	880	0	0			
7	22	880	-80	6400			
8	20	800	-40	1600			
9	19	760	0	0			
10	19	760					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 13							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	25	1000	0	0	22400	2488.888889	49.89
2	25	1000	-40	1600			
3	24	960	-40	1600			
4	23	920	-80	6400			
5	21	840	40	1600			
6	22	880	-80	6400			
7	20	800	40	1600			
8	21	840	-40	1600			
9	20	800	40	1600			
10	21	840					

RESPONDEN 14							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	20	800	-40	1600	4800	533.3333333	23.09
2	19	760	0	0			
3	19	760	0	0			
4	19	760	0	0			
5	19	760	0	0			
6	19	760	-40	1600			
7	18	720	0	0			
8	18	720	0	0			
9	18	720	40	1600			
10	19	760	-760				

RESPONDEN 15							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	26	1040	-40	1600	25600	2844.444444	53.33
2	25	1000	-80	6400			
3	23	920	0	0			
4	23	920	80	6400			
5	25	1000	-80	6400			
6	23	920	-40	1600			
7	22	880	0	0			
8	22	880	40	1600			
9	23	920	-40	1600			
10	22	880	-880				

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 16							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	19	760	-40	1600	12800	1422.222222	37.71
2	18	720	40	1600			
3	19	760	-40	1600			
4	18	720	0	0			
5	18	720	0	0			
6	18	720	0	0			
7	18	720	40	1600			
8	19	760	-80	6400			
9	17	680	0	0			
10	17	680	-680	462400			

RESPONDEN 17							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	24	960	-40	1600	22400	2488.888889	49.89
2	23	920	-40	1600			
3	22	880	-120	14400			
4	19	760	40	1600			
5	20	800	0	0			
6	20	800	0	0			
7	20	800	-40	1600			
8	19	760	40	1600			
9	20	800	0	0			
10	20	800					

RESPONDEN 18							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	20	800	40	1600	17600	1955.555556	44.22
2	21	840	-40	1600			
3	20	800	-80	6400			
4	18	720	40	1600			
5	19	760	40	1600			
6	20	800	-40	1600			
7	19	760	0	0			
8	19	760	40	1600			
9	20	800	40	1600			
10	21	840	-840				

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 19							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	25	1000	0	0	12800	1422.222222	37.71
2	25	1000	-40	1600			
3	24	960	-40	1600			
4	23	920	80	6400			
5	25	1000	40	1600			
6	26	1040	-40	1600			
7	25	1000	0	0			
8	25	1000	0	0			
9	25	1000	0	0			
10	25	1000					

RESPONDEN 20							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	26	1040	-40	1600	28800	3200	56.57
2	25	1000	-120	14400			
3	22	880	-40	1600			
4	21	840	-40	1600			
5	20	800	40	1600			
6	21	840	40	1600			
7	22	880	-80	6400			
8	20	800	0	0			
9	20	800	0	0			
10	20	800					

RESPONDEN 21							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	18	720	40	1600	8000	888.8888889	29.81
2	19	760	0	0			
3	19	760	-40	1600			
4	18	720	0	0			
5	18	720	0	0			
6	18	720	40	1600			
7	19	760	-40	1600			
8	18	720	0	0			
9	18	720	-40	1600			
10	17	680					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 22							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	18	720	-40	1600	12800	1422.222222	37.71
2	17	680	0	0			
3	17	680	40	1600			
4	18	720	40	1600			
5	19	760	0	0			
6	19	760	0	0			
7	19	760	-80	6400			
8	17	680	40	1600			
9	18	720	0	0			
10	18	720					

RESPONDEN 23							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	27	1080	40	1600	24000	2666.666667	51.64
2	28	1120	0	0			
3	28	1120	0	0			
4	28	1120	-80	6400			
5	26	1040	0	0			
6	26	1040	80	6400			
7	28	1120	-40	1600			
8	27	1080	-80	6400			
9	25	1000	40	1600			
10	26	1040					

RESPONDEN 24							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	18	720	0	0	6400	711.1111111	26.67
2	18	720	0	0			
3	18	720	-40	1600			
4	17	680	-40	1600			
5	16	640	0	0			
6	16	640	0	0			
7	16	640	40	1600			
8	17	680	-40	1600			
9	16	640	0	0			
10	16	640					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 25							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	20	800	0	0	8000	888.8888889	29.81
2	20	800	-40	1600			
3	19	760	0	0			
4	19	760	-40	1600			
5	18	720	40	1600			
6	19	760	0	0			
7	19	760	-40	1600			
8	18	720	0	0			
9	18	720	40	1600			
10	19	760	-760	577600			

RESPONDEN 26							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	19	760	0	0	28800	3200	56.57
2	19	760	40	1600			
3	20	800	-40	1600			
4	19	760	40	1600			
5	20	800	120	14400			
6	23	920	40	1600			
7	24	960	-40	1600			
8	23	920	-80	6400			
9	21	840	0	0			
10	21	840	-840				

RESPONDEN 27							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	21	840	0	0	11200	1244.444444	35.28
2	21	840	40	1600			
3	22	880	40	1600			
4	23	920	0	0			
5	23	920	0	0			
6	23	920	0	0			
7	23	920	0	0			
8	23	920	40	1600			
9	24	960	-80	6400			
10	22	880					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 28							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	14	560	0	0	25600	2844.444444	53.33
2	14	560	40	1600			
3	15	600	-40	1600			
4	14	560	80	6400			
5	16	640	40	1600			
6	17	680	0	0			
7	17	680	0	0			
8	17	680	-120	14400			
9	14	560	0	0			
10	14	560					

RESPONDEN 29							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	20	800	0	0	16000	1777.777778	42.16
2	20	800	0	0			
3	20	800	0	0			
4	20	800	40	1600			
5	21	840	-80	6400			
6	19	760	0	0			
7	19	760	80	6400			
8	21	840	0	0			
9	21	840	-40	1600			
10	20	800					

RESPONDEN 30							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	19	760	-40	1600	14400	1600	40
2	18	720	0	0			
3	18	720	40	1600			
4	19	760	40	1600			
5	20	800	-40	1600			
6	19	760	0	0			
7	19	760	80	6400			
8	21	840	40	1600			
9	22	880	0	0			
10	22	880					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

RESPONDEN 31							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	18	720	40	1600	19200	2133.333333	46.19
2	19	760	80	6400			
3	21	840	-40	1600			
4	20	800	40	1600			
5	21	840	-80	6400			
6	19	760	40	1600			
7	20	800	0	0			
8	20	800	0	0			
9	20	800	0	0			
10	20	800					

RESPONDEN 32							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	21	840	0	0	6400	711.1111111	26.67
2	21	840	40	1600			
3	22	880	0	0			
4	22	880	0	0			
5	22	880	40	1600			
6	23	920	0	0			
7	23	920	0	0			
8	23	920	40	1600			
9	24	960	-40	1600			
10	23	920					

RESPONDEN 33							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	^{^2}	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	21	840	0	0	19200	2133.333333	46.19
2	21	840	-80	6400			
3	19	760	40	1600			
4	20	800	80	6400			
5	22	880	-40	1600			
6	21	840	0	0			
7	21	840	0	0			
8	21	840	-40	1600			
9	20	800	40	1600			
10	21	840					

A-Tabel Perhitungan HRV (RMSSD) (Lanjutan)

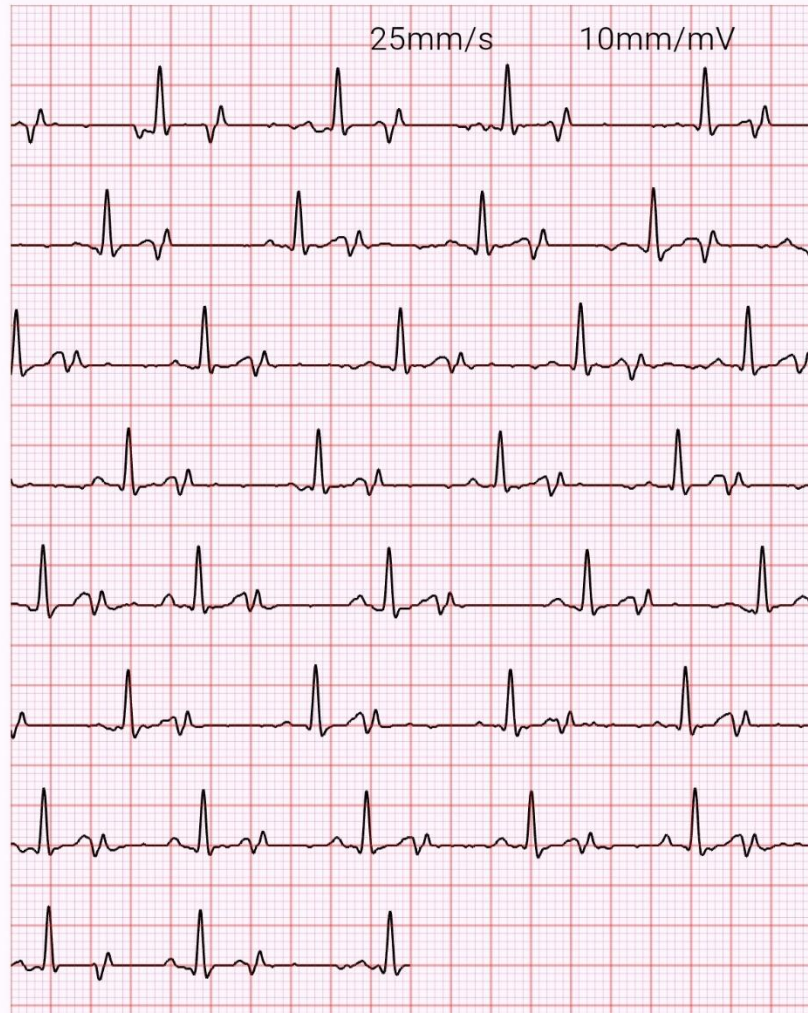
RESPONDEN 34							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	24	960	0	0	11200	1244.444444	35.28
2	24	960	-40	1600			
3	23	920	-40	1600			
4	22	880	0	0			
5	22	880	-40	1600			
6	21	840	40	1600			
7	22	880	40	1600			
8	23	920	40	1600			
9	24	960	-40	1600			
10	23	920					

RESPONDEN 35							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	22	880	-40	1600	28800	3200	56.57
2	21	840	-40	1600			
3	20	800	120	14400			
4	23	920	-80	6400			
5	21	840	-40	1600			
6	20	800	0	0			
7	20	800	0	0			
8	20	800	40	1600			
9	21	840	40	1600			
10	22	880	-880				

RESPONDEN 36							
Beat	Kotak Kecil	RR (ms)	Selisih	$\wedge^2$	Σ	$\Sigma/N-1$	RMSSD
1	22	880	-40	1600	25600	2844.444444	53.33
2	21	840	-40	1600			
3	20	800	-40	1600			
4	19	760	80	6400			
5	21	840	0	0			
6	21	840	40	1600			
7	22	880	-80	6400			
8	20	800	0	0			
9	20	800	-80	6400			
10	18	720					

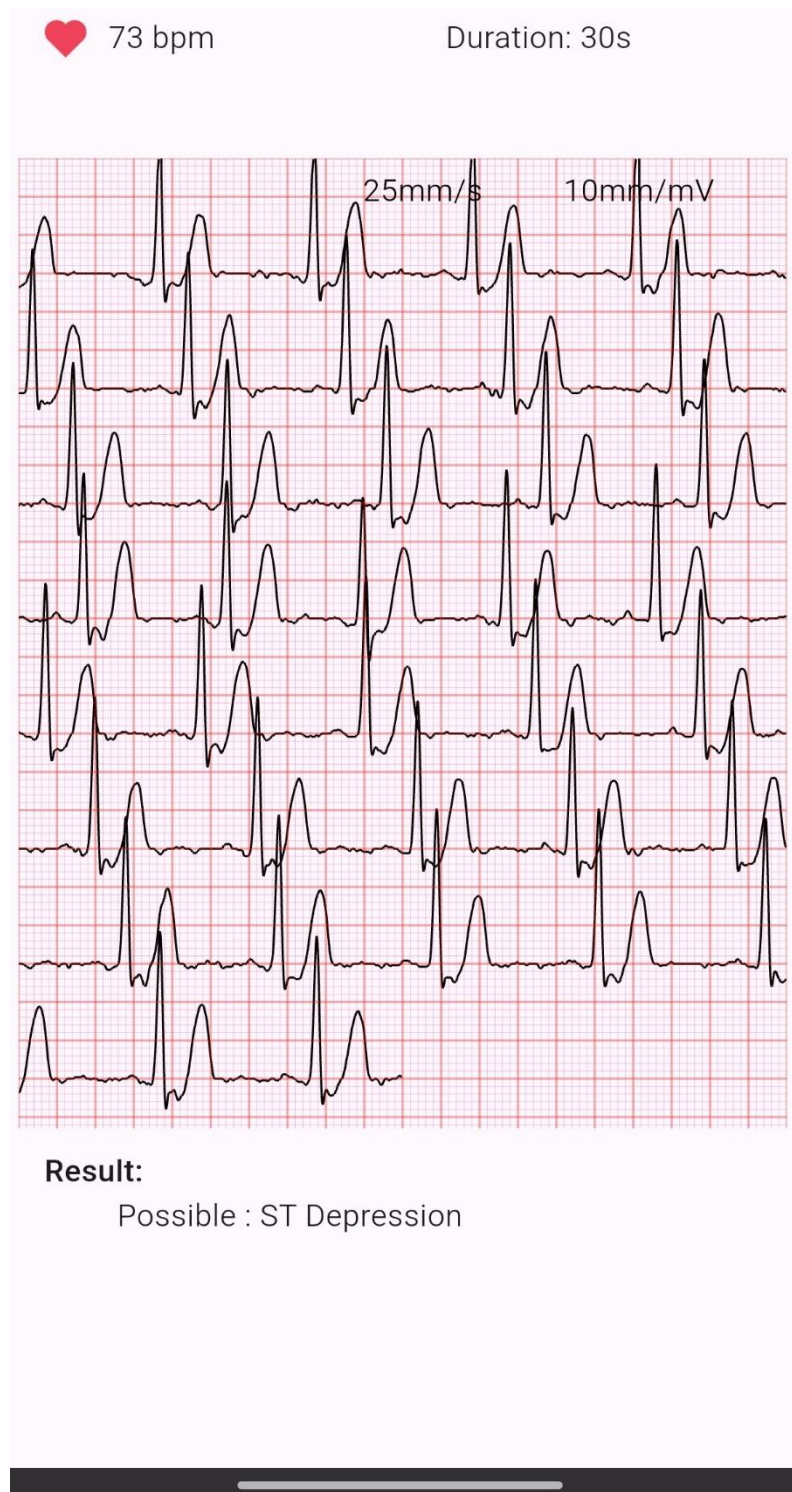
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 1 68 bpm

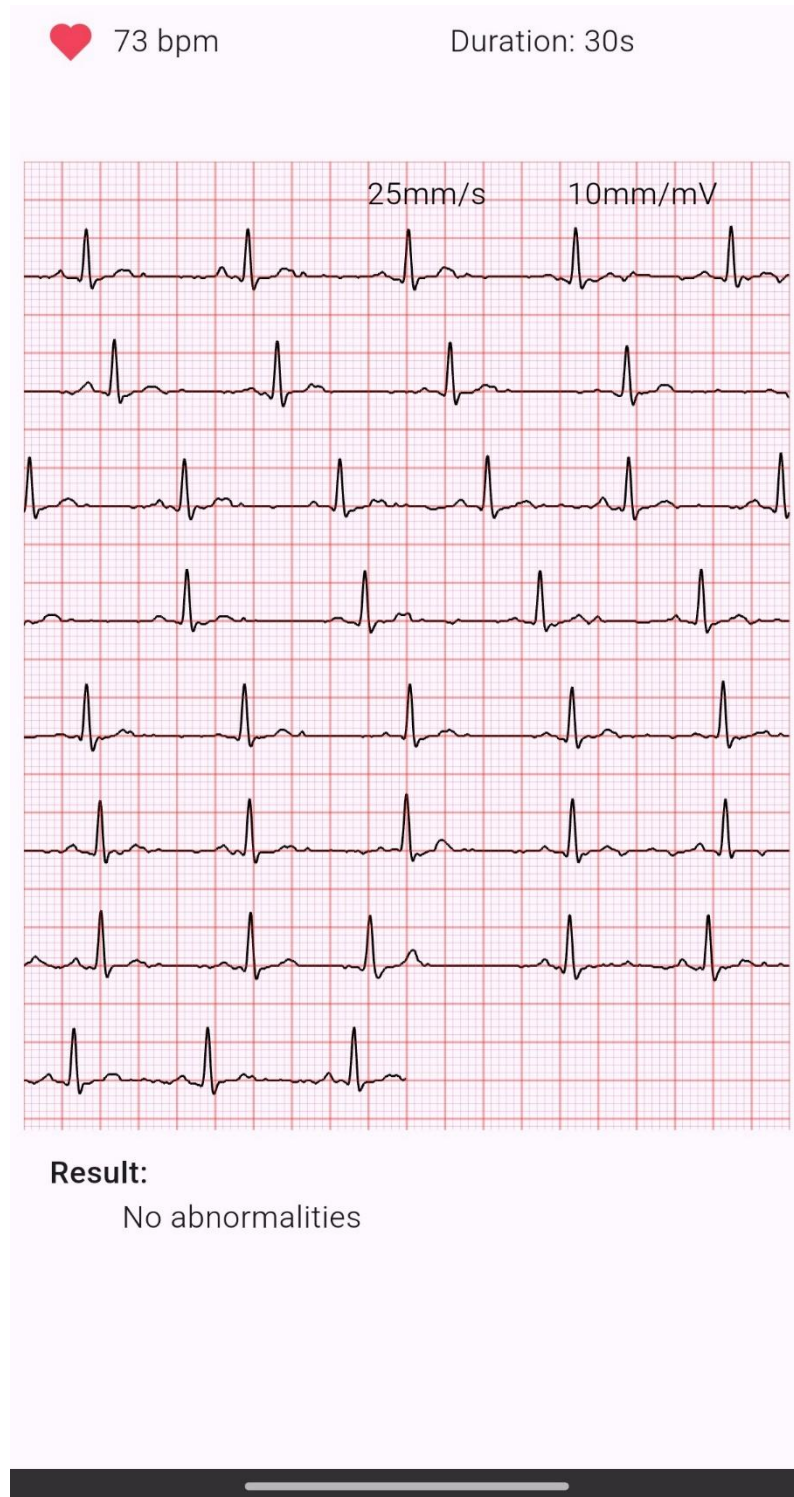
Duration: 30s

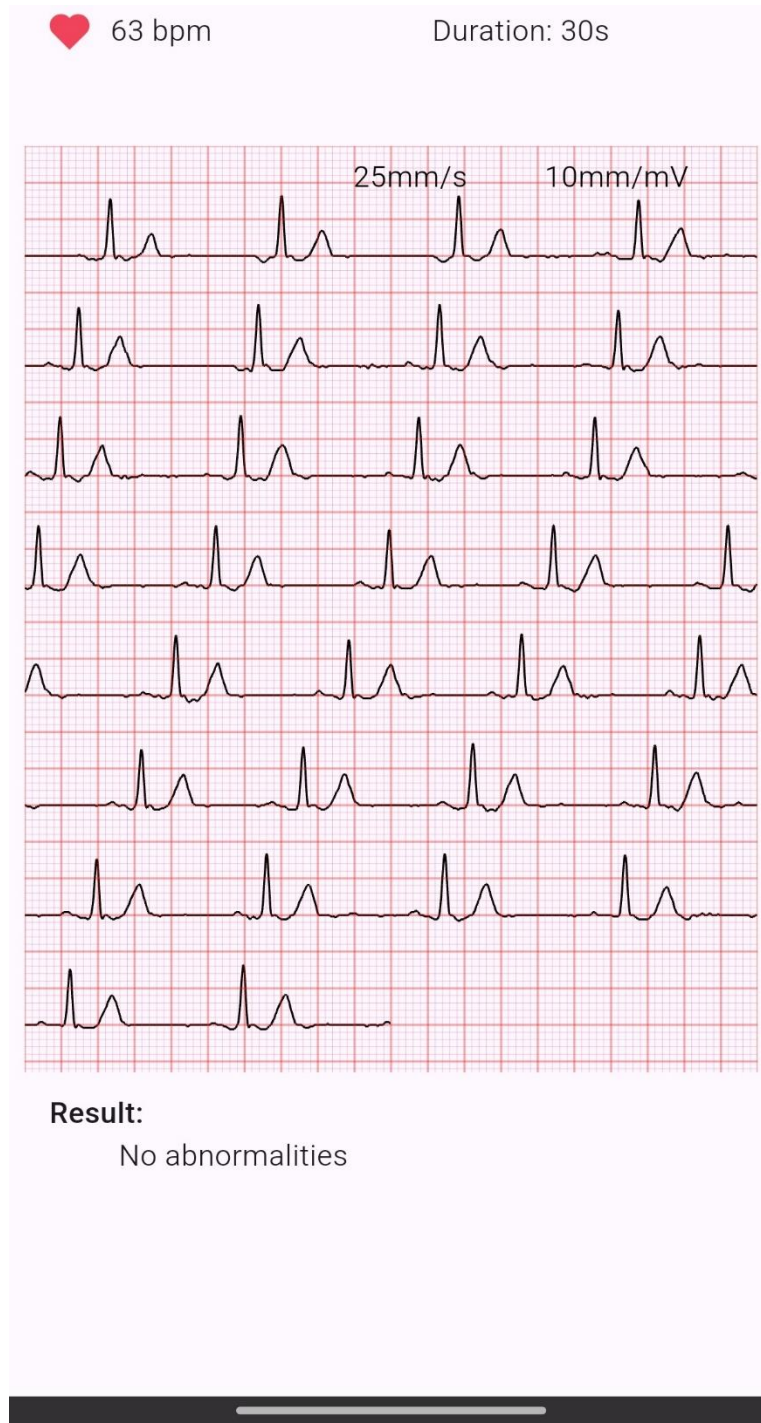
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 2

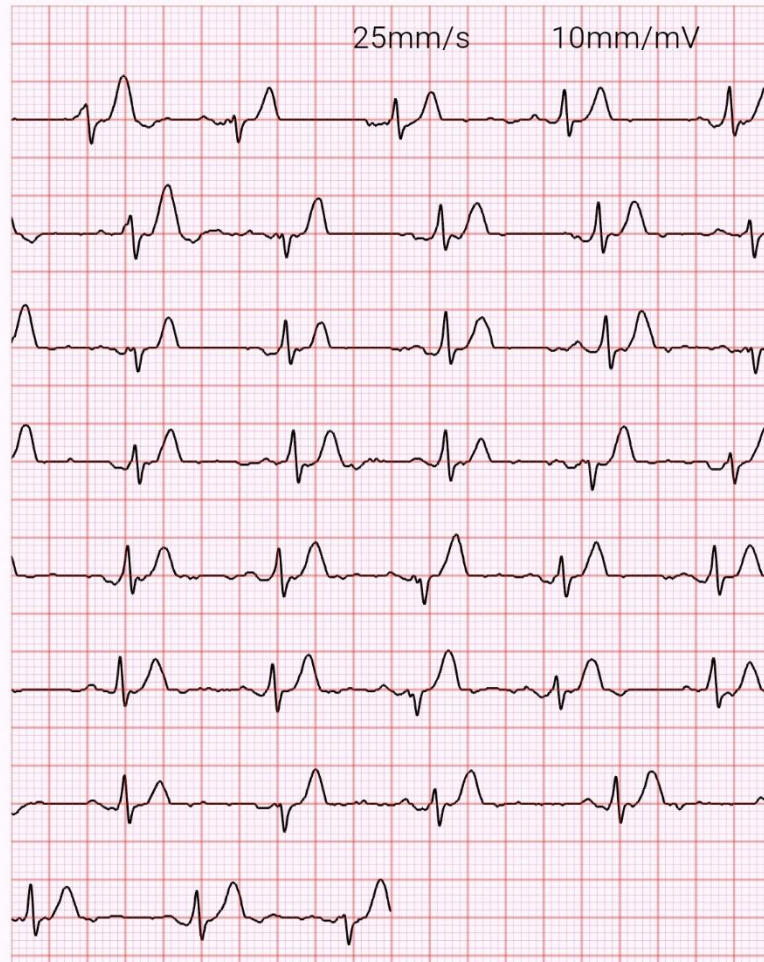


B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 3

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 4

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 5 74 bpm

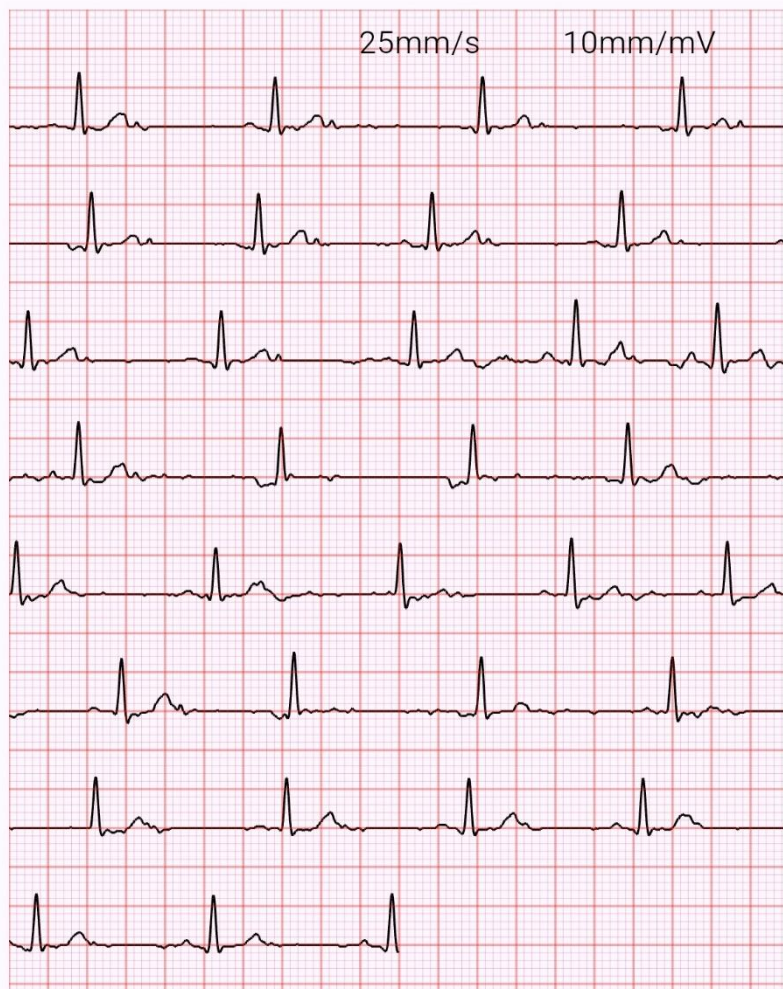
Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 6 65 bpm

Duration: 30s

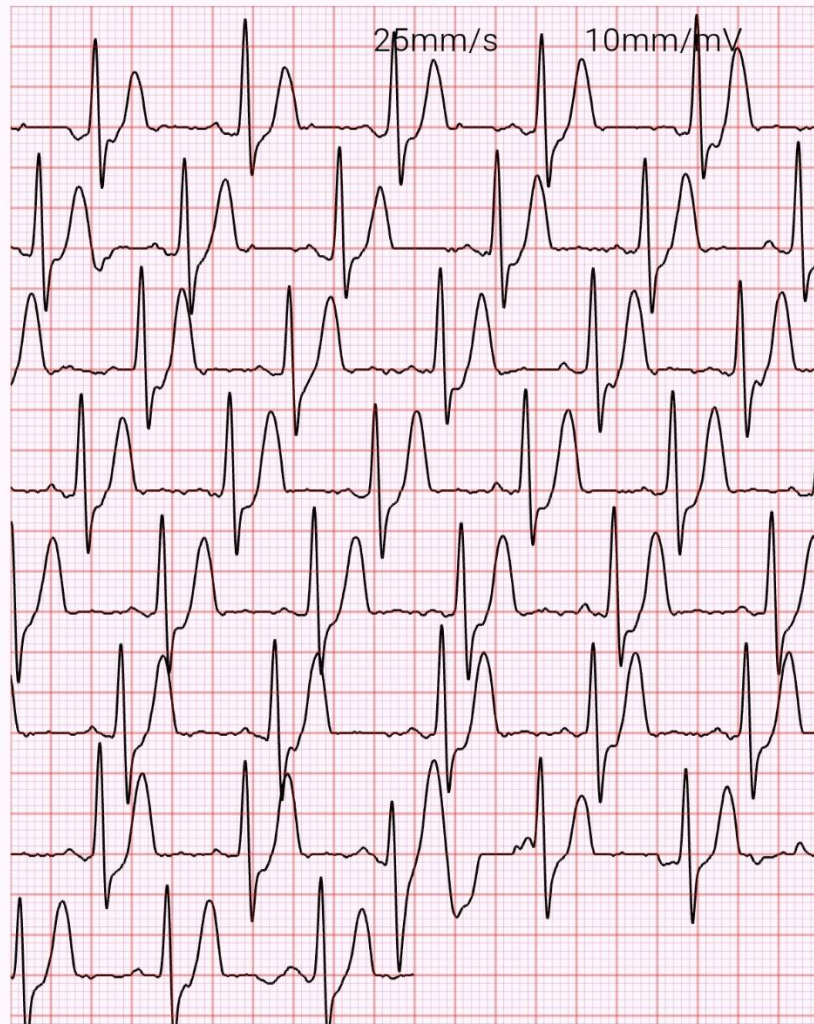
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 7

80 bpm

Duration: 30s

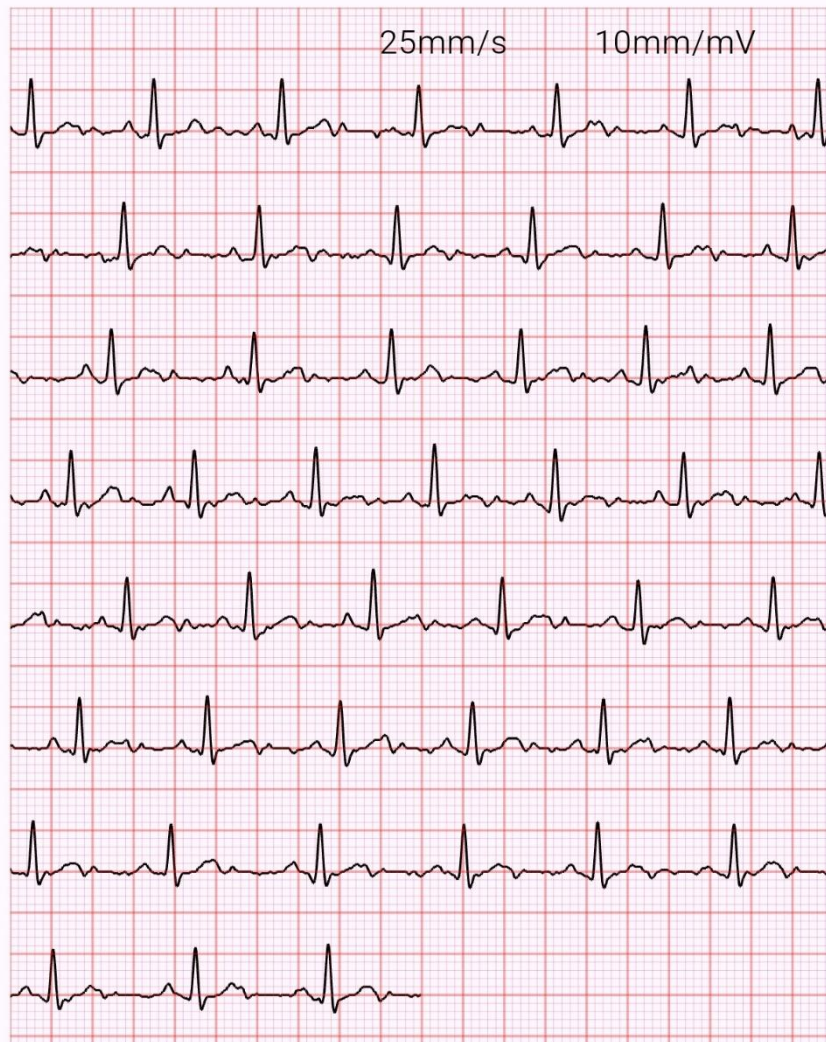
**Result:**

Possible : ST Depression

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 8

94 bpm

Duration: 30s

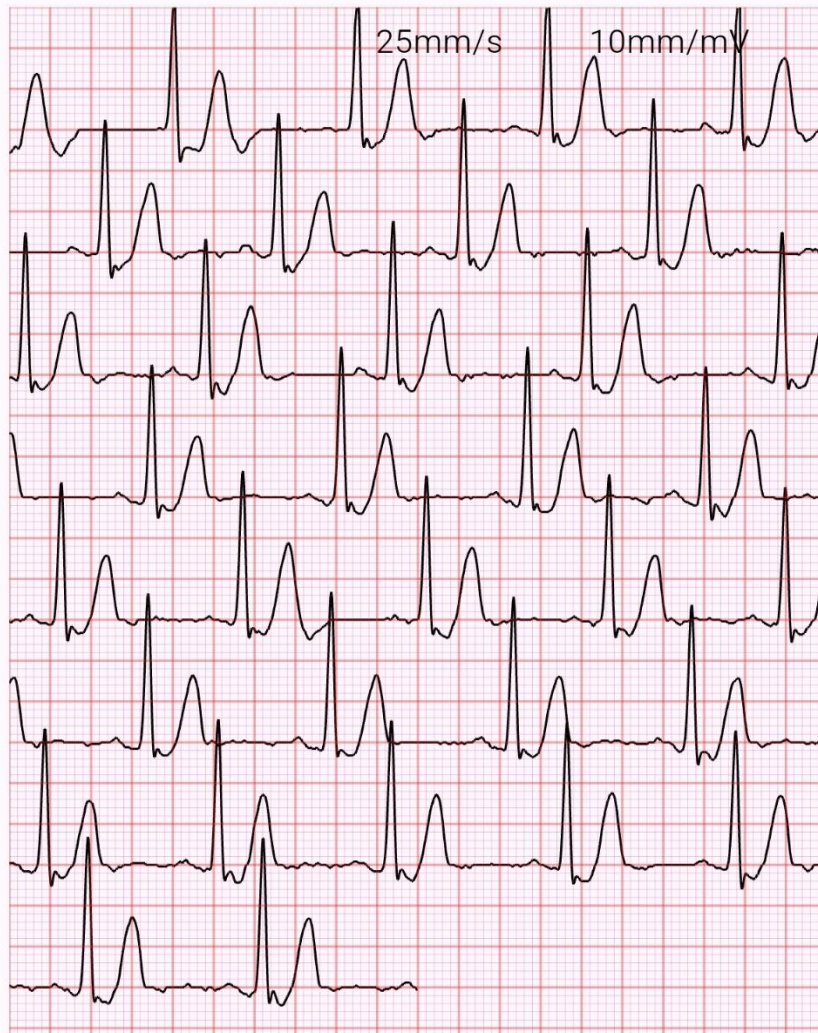
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 9

68 bpm

Duration: 30s

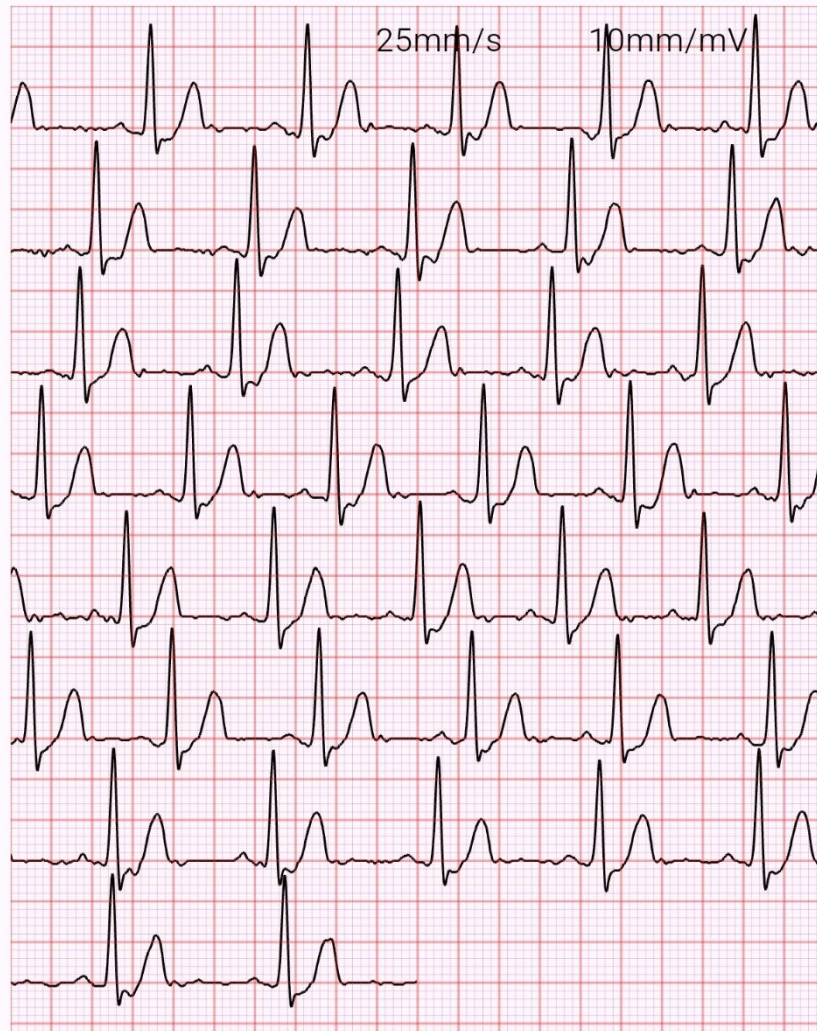
**Result:**

Possible : ST Depression

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 10

80 bpm

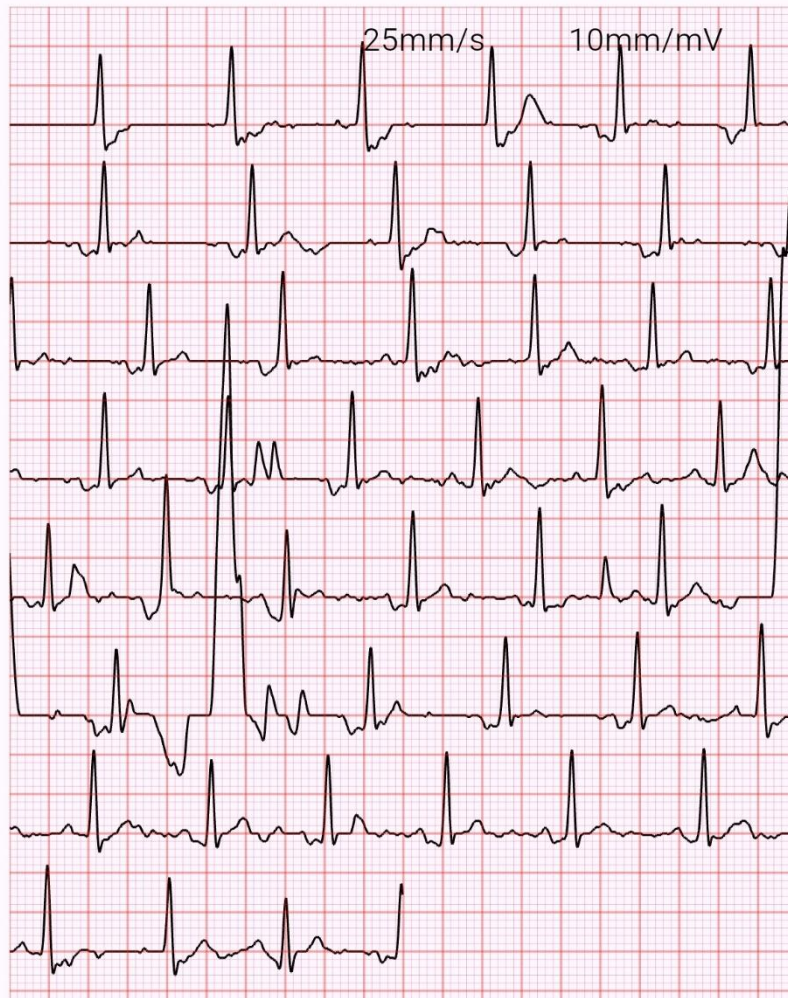
Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 11 98 bpm

Duration: 30s

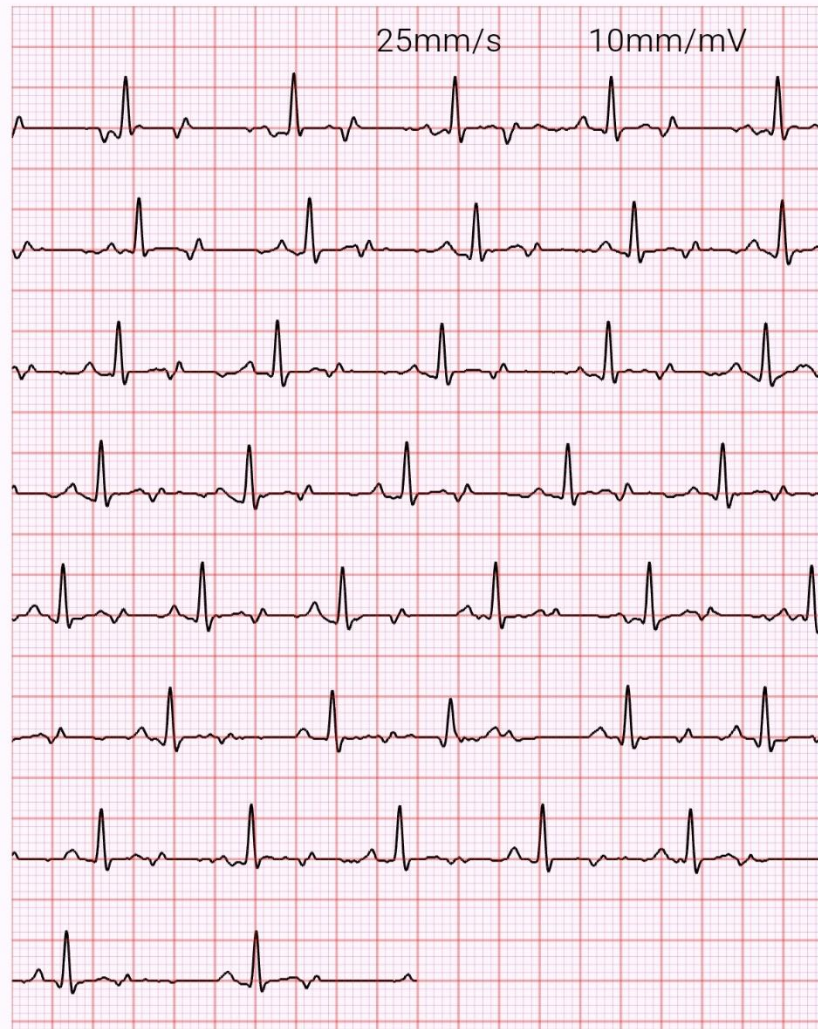
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 12

78 bpm

Duration: 30s

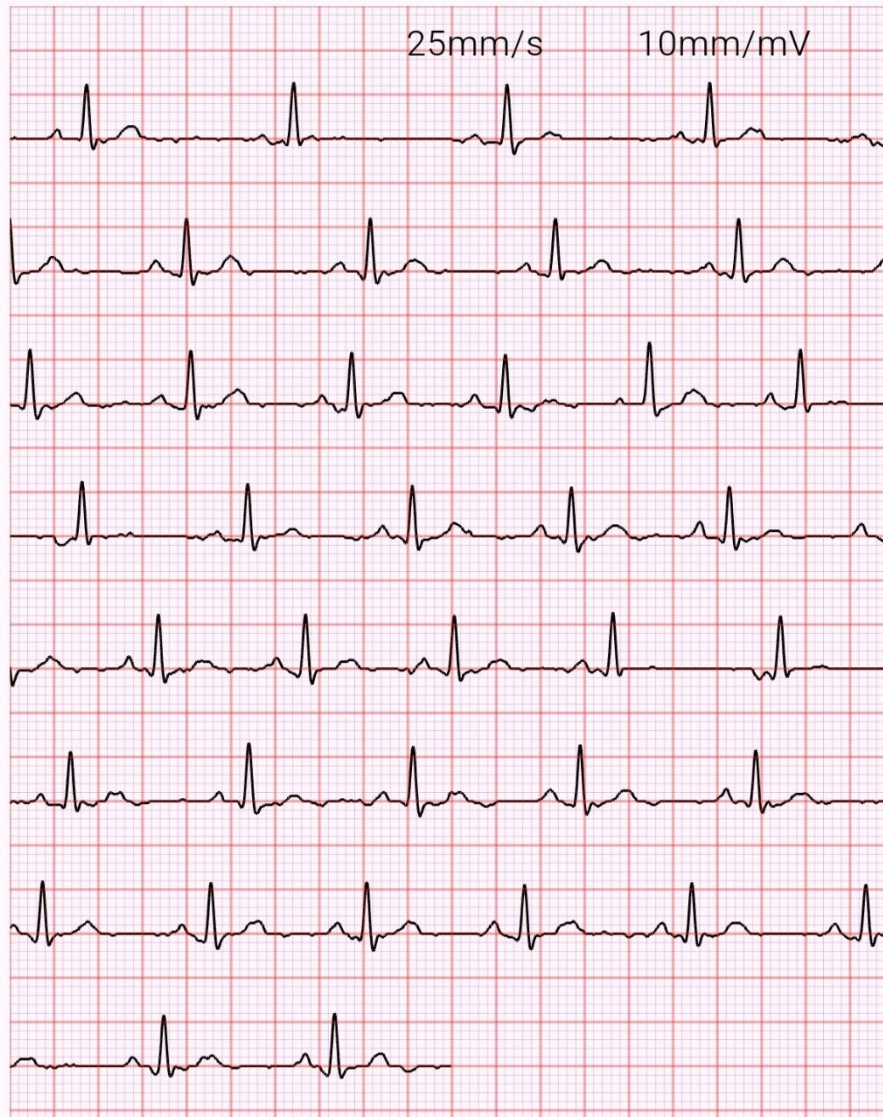
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 13

78 bpm

Duration: 30s

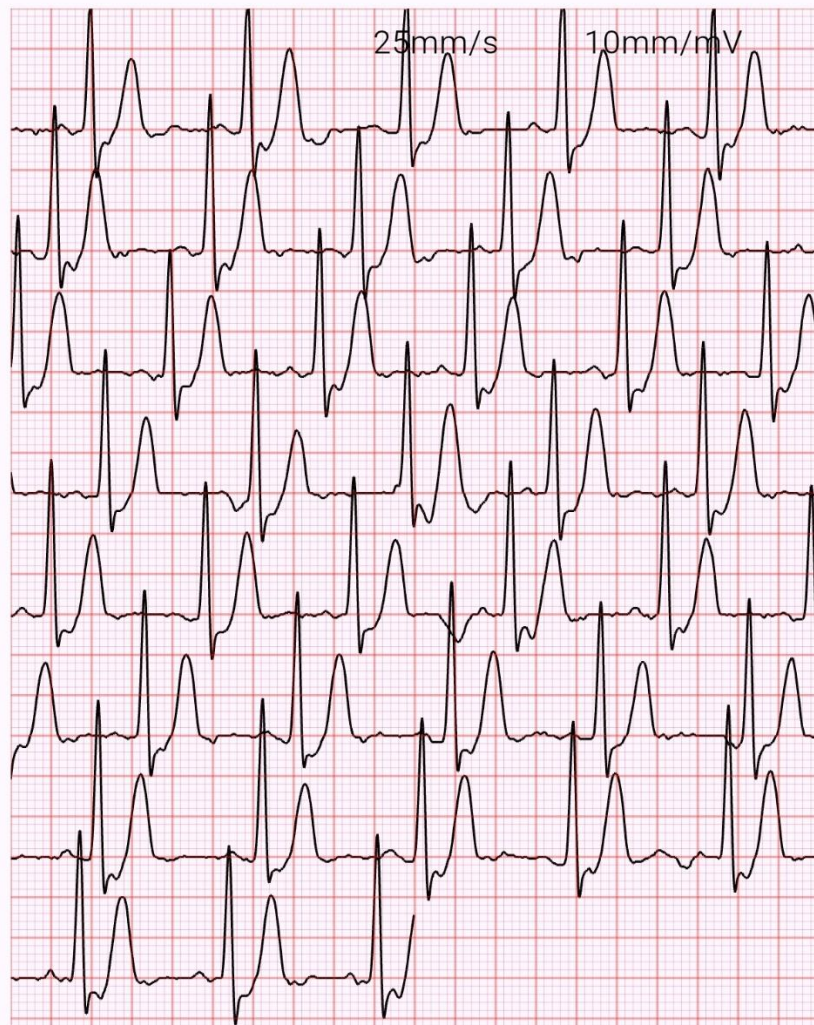
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 14

80 bpm

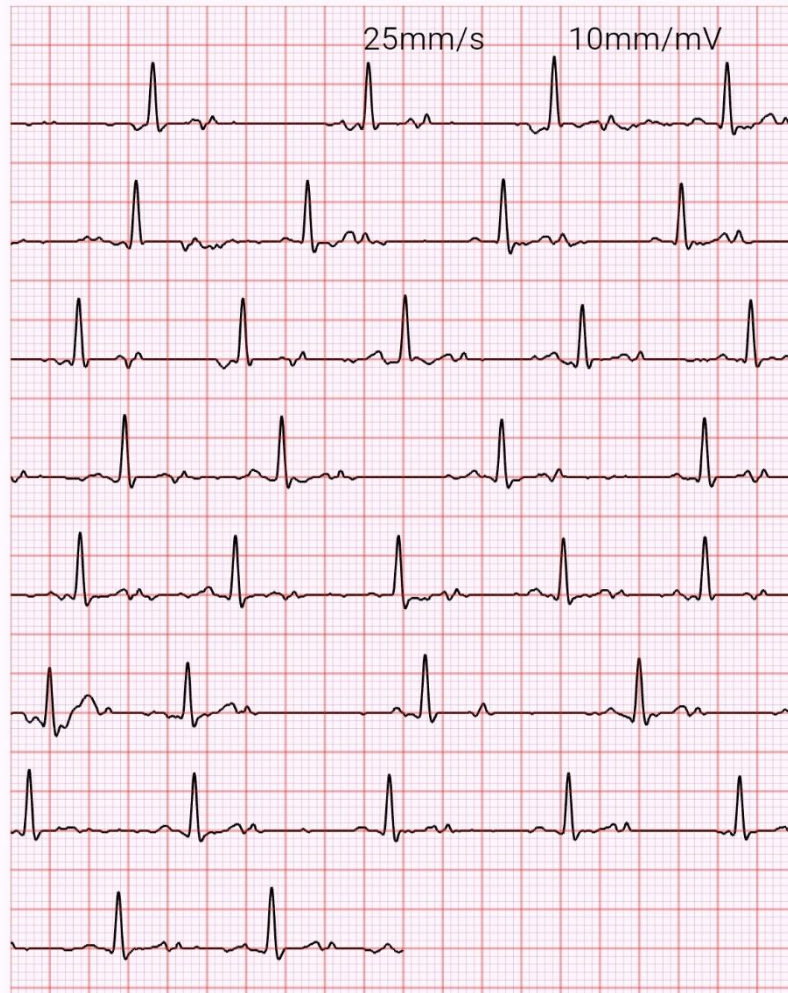
Duration: 30s

**Result:**

Possible : ST Depression

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 15 67 bpm

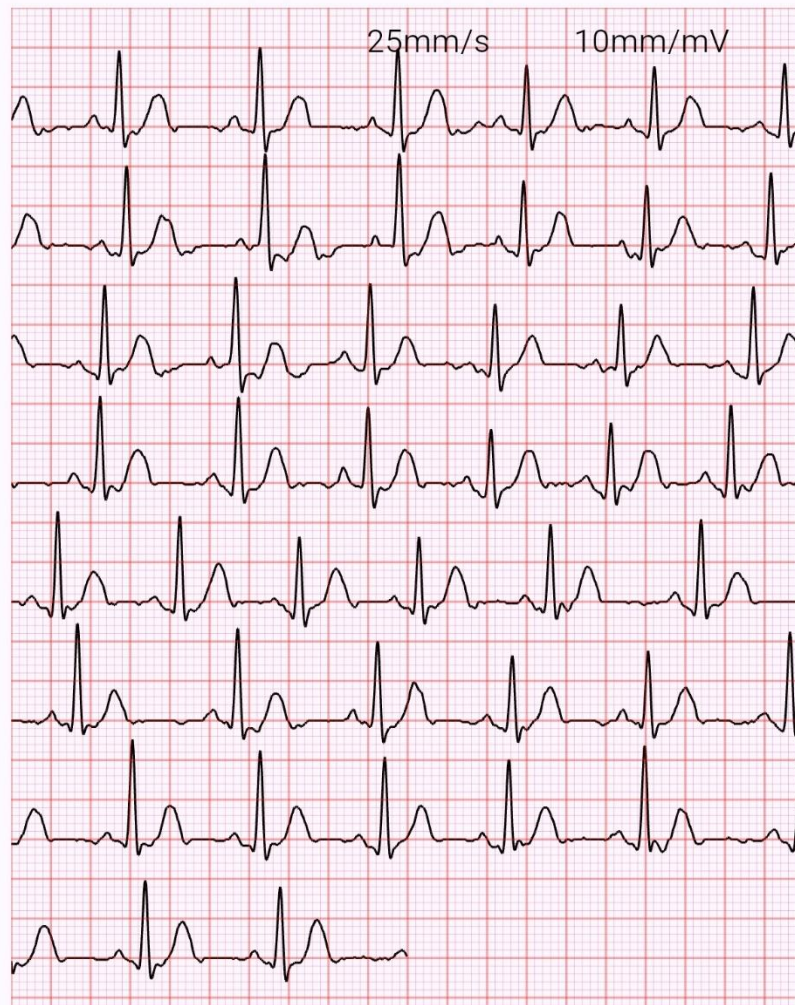
Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 16 90 bpm

Duration: 30s

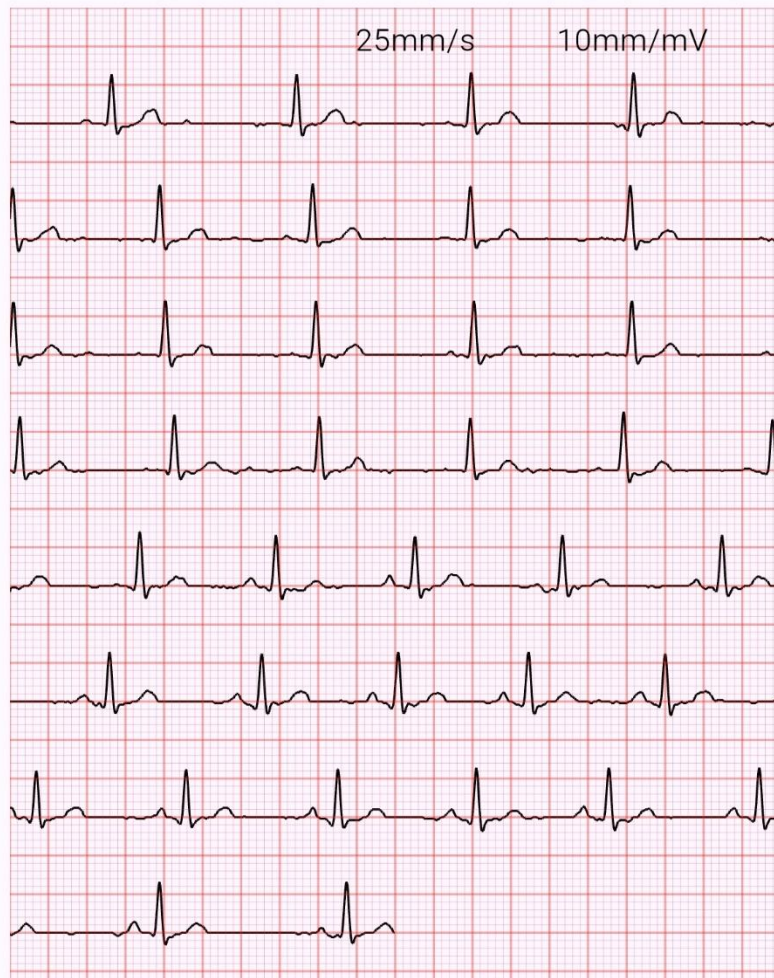
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 17

76 bpm

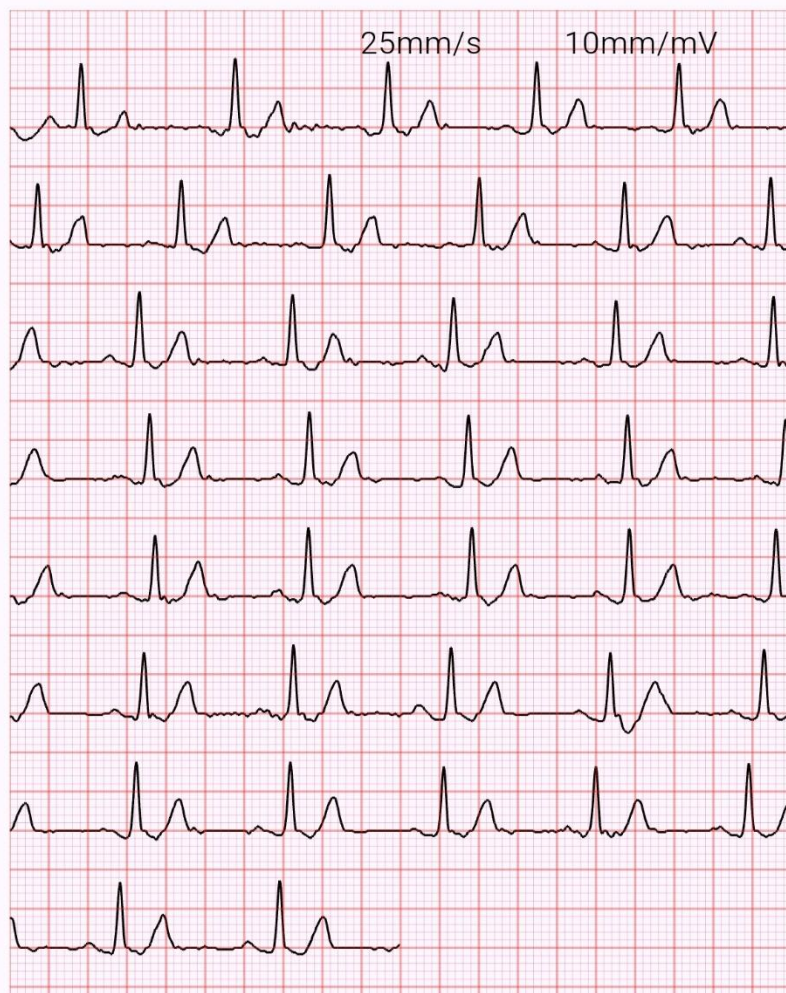
Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 18 77 bpm

Duration: 30s

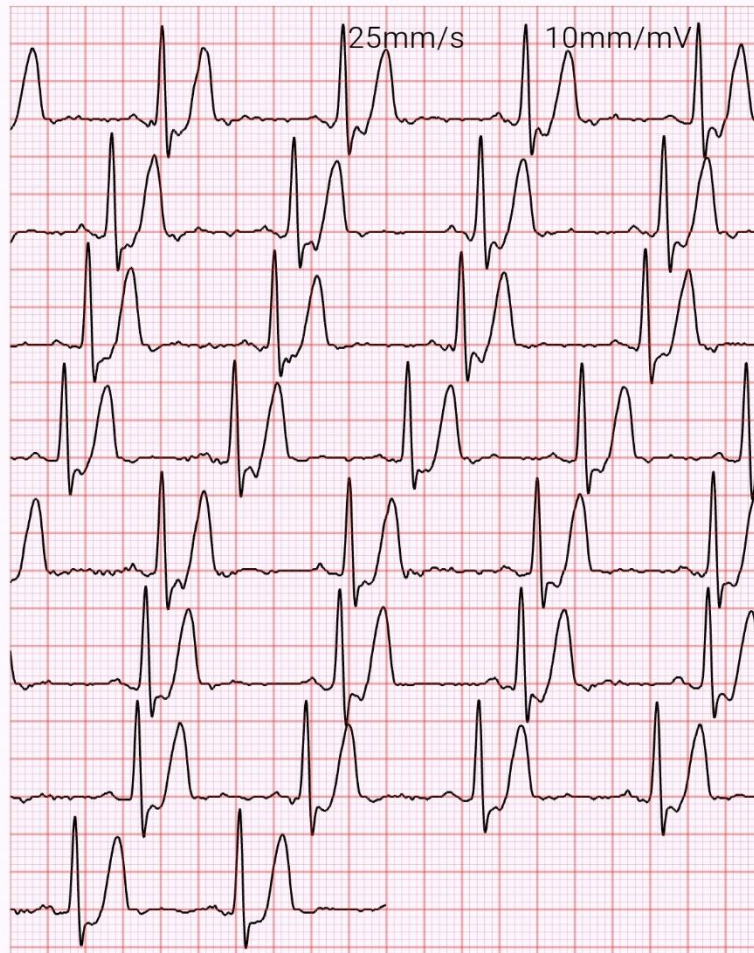
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 19

❤️ 63 bpm

Duration: 30s

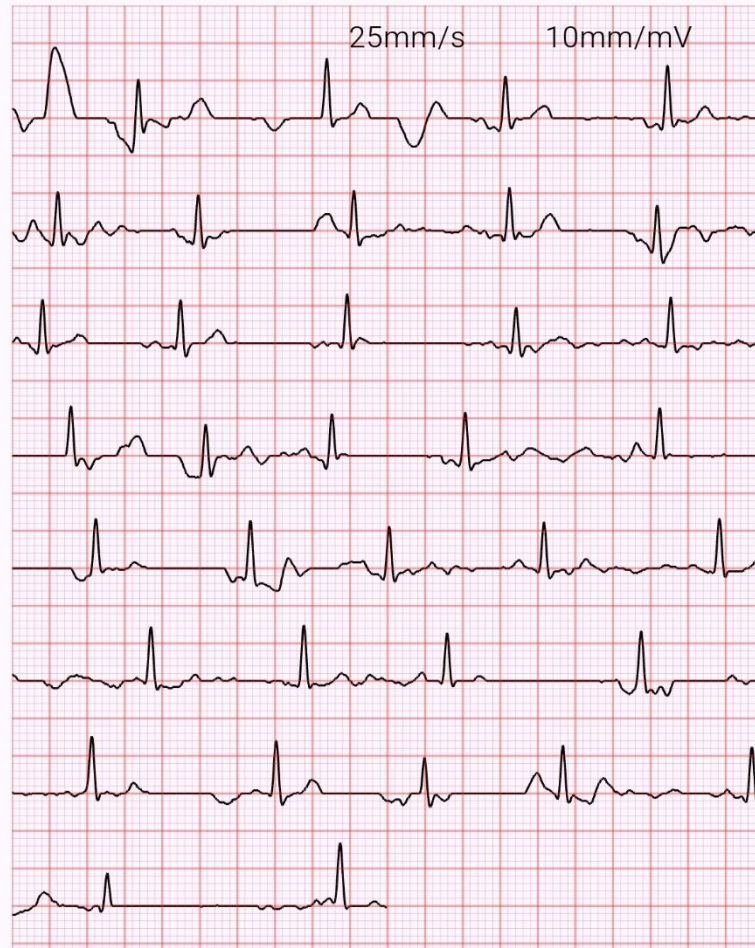
**Result:**

Possible : ST Depression

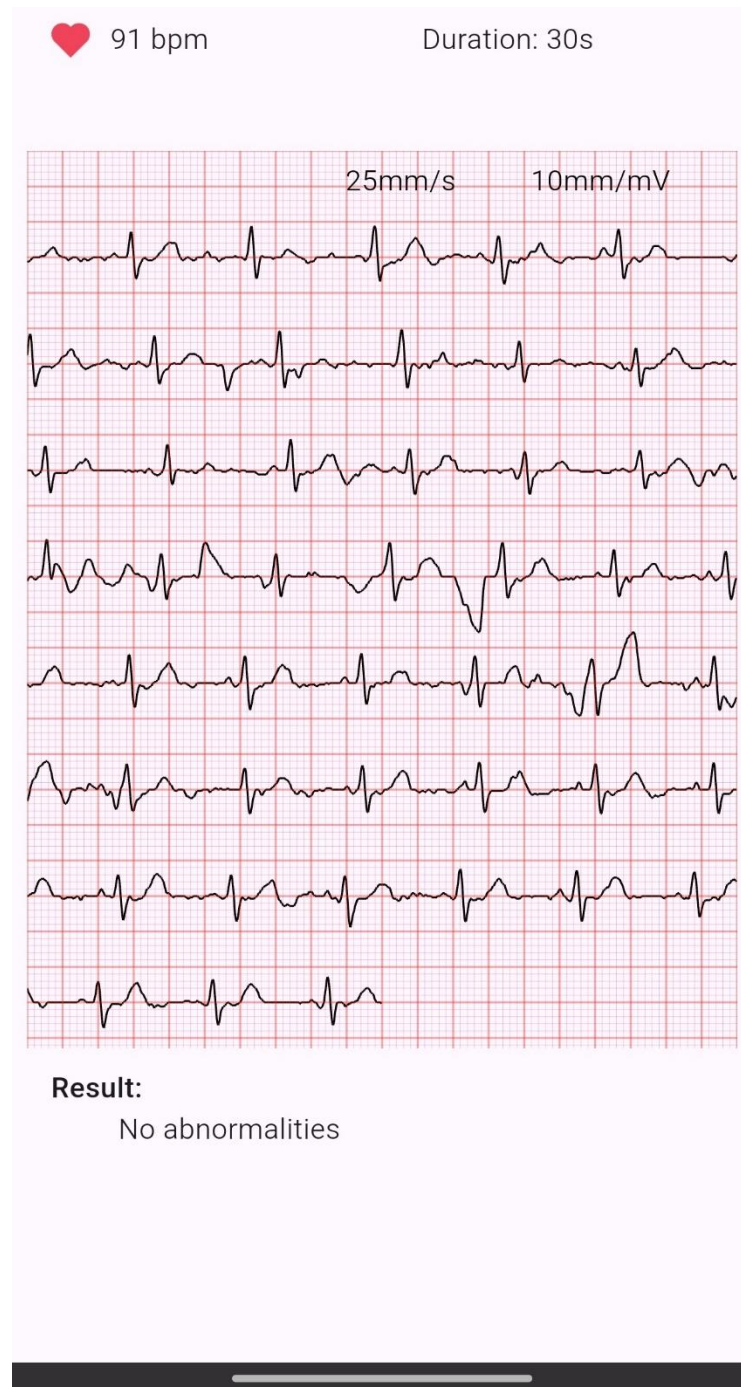
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 20

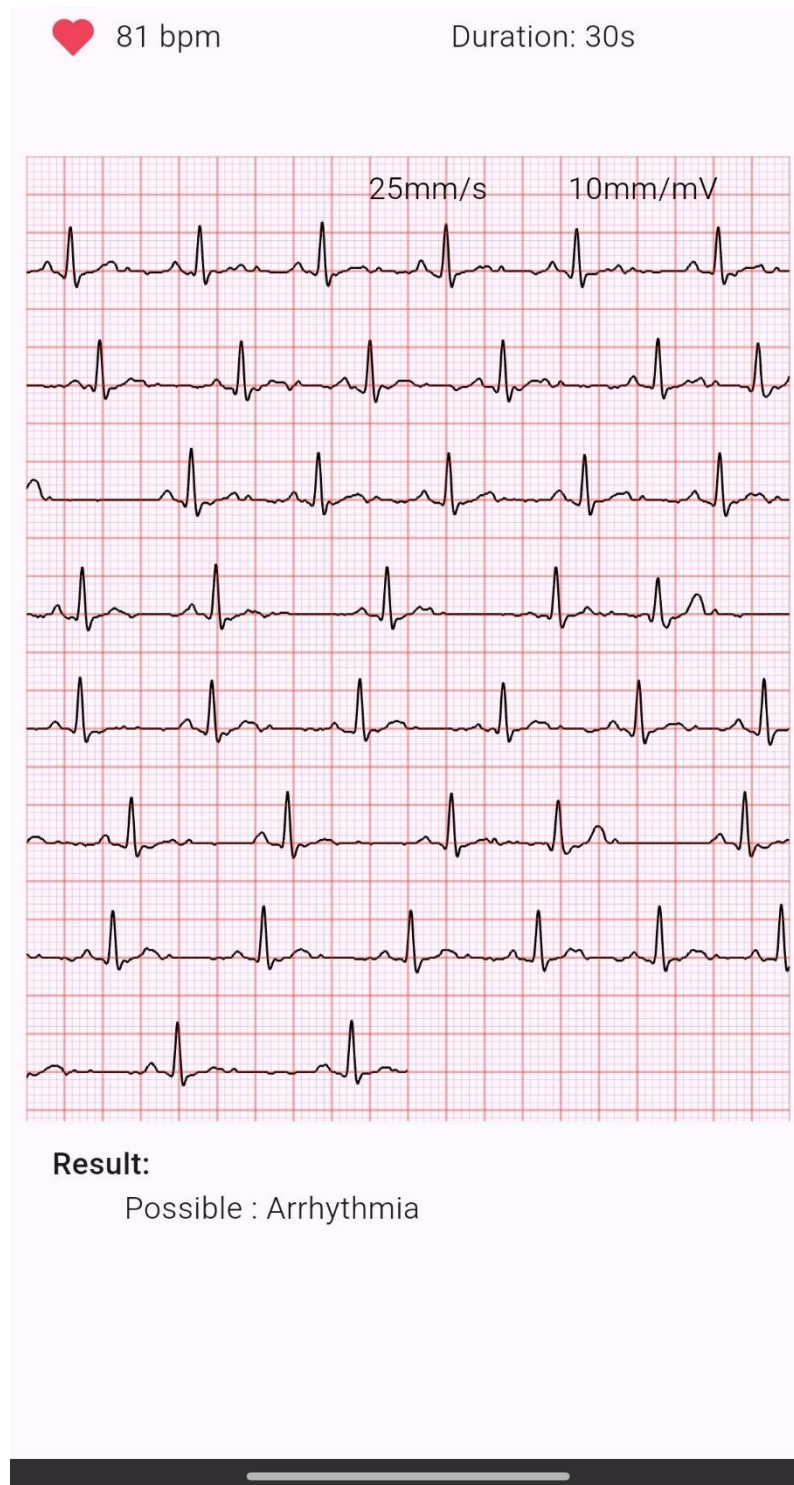
❤️ 71 bpm

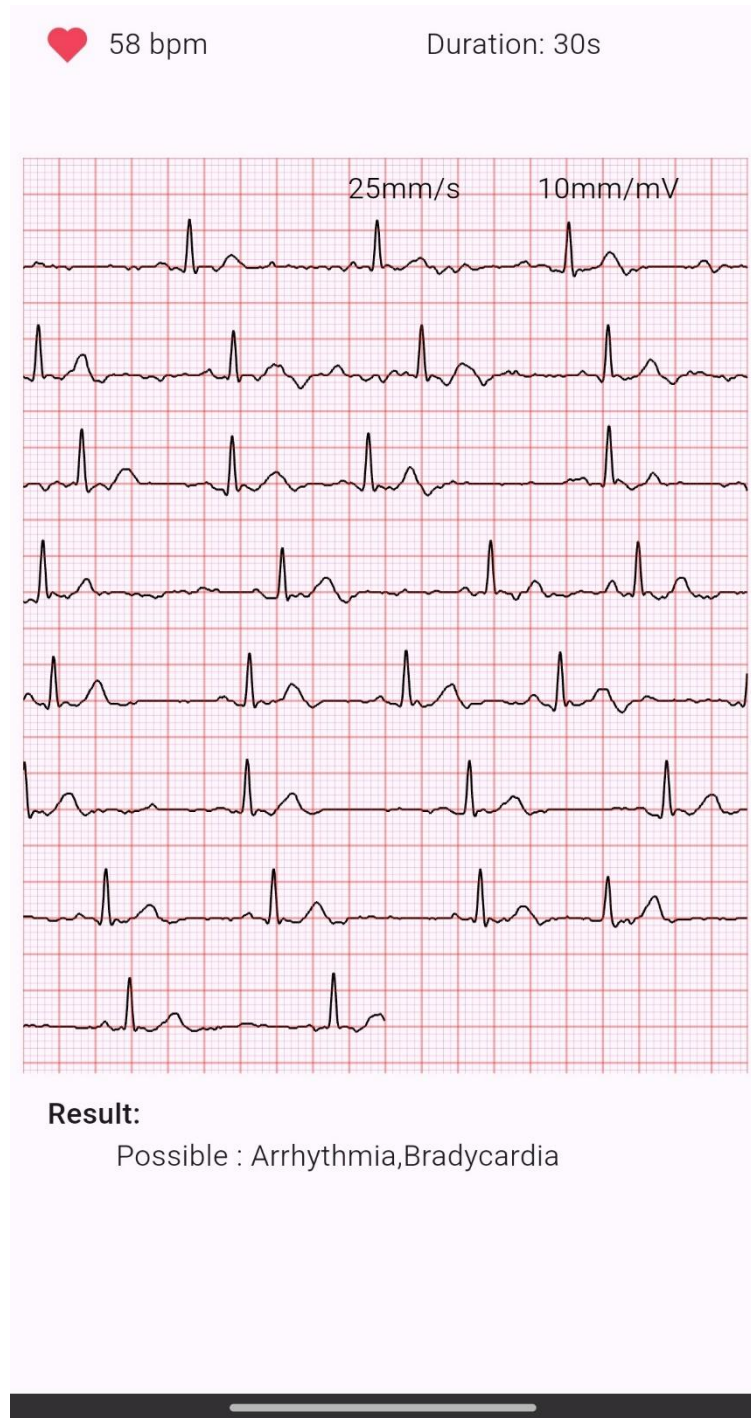
Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

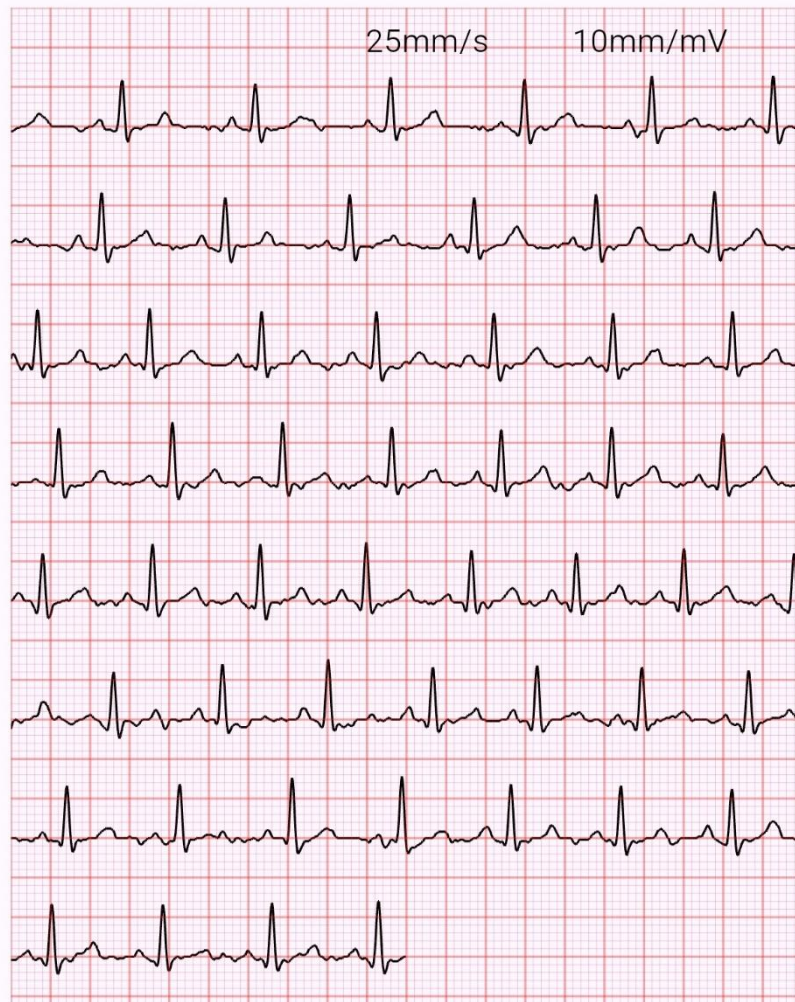
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 21

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 22

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 23

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 24 104 bpm

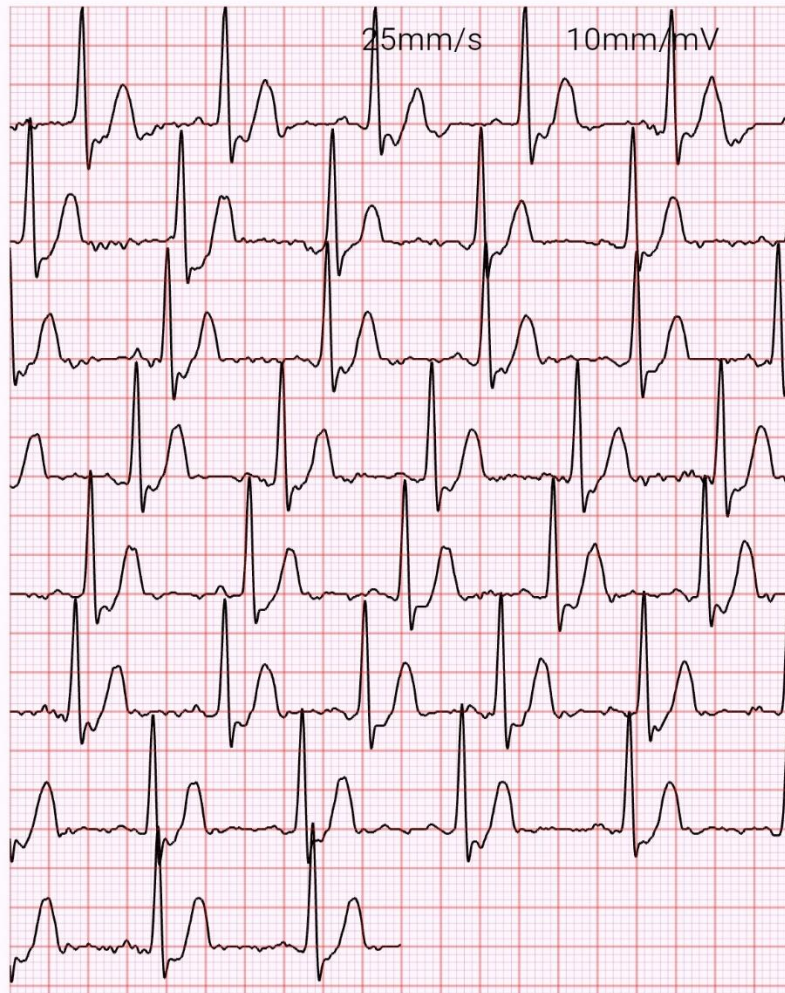
Duration: 30s

**Result:**

Possible : Tachycardia

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 25 78 bpm

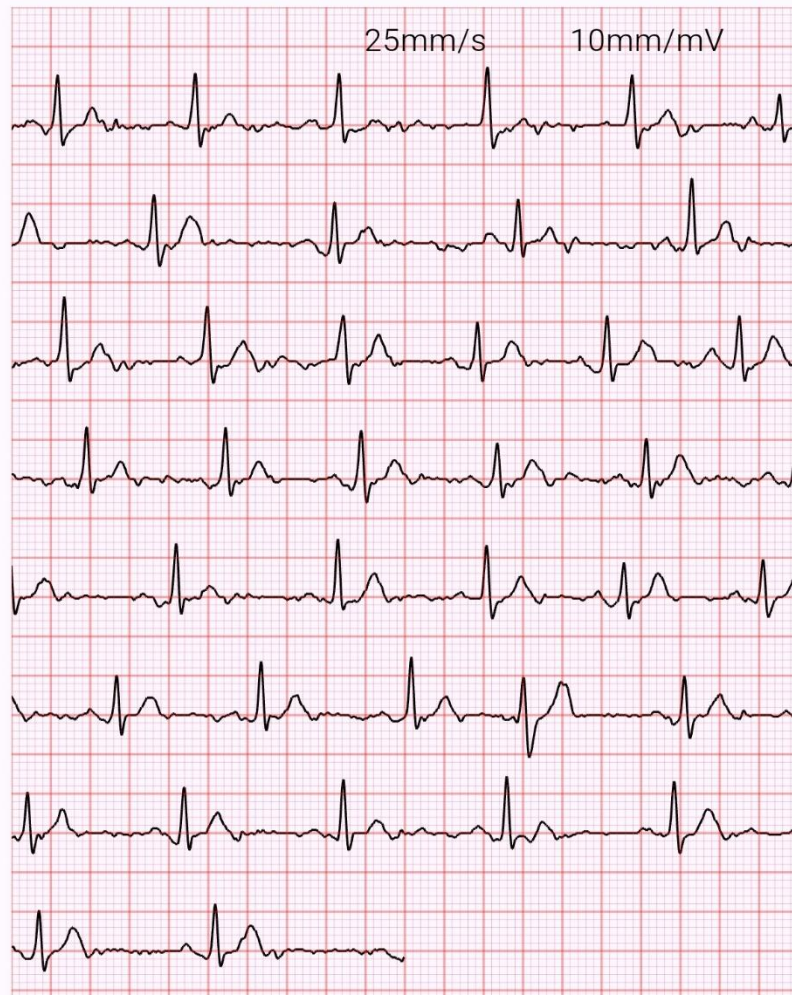
Duration: 30s

**Result:**

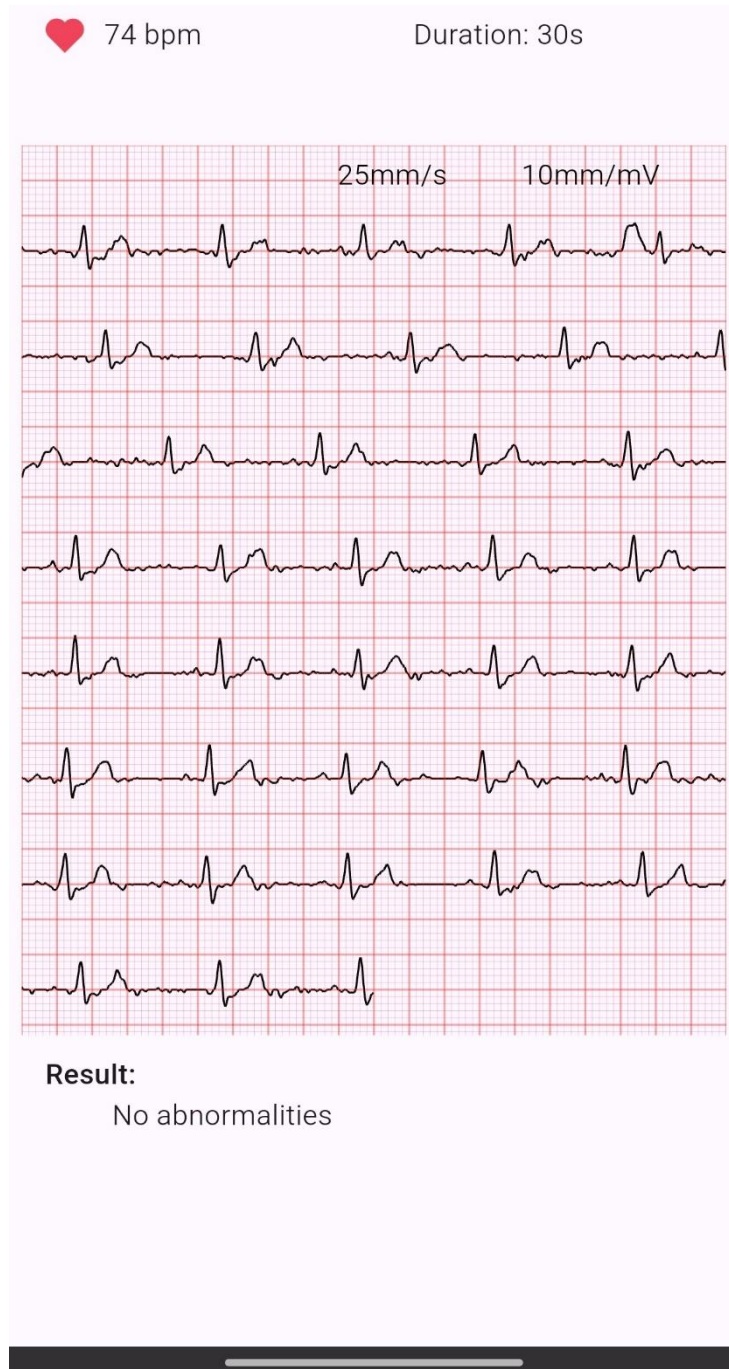
Possible : ST Depression

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 26 79 bpm

Duration: 30s

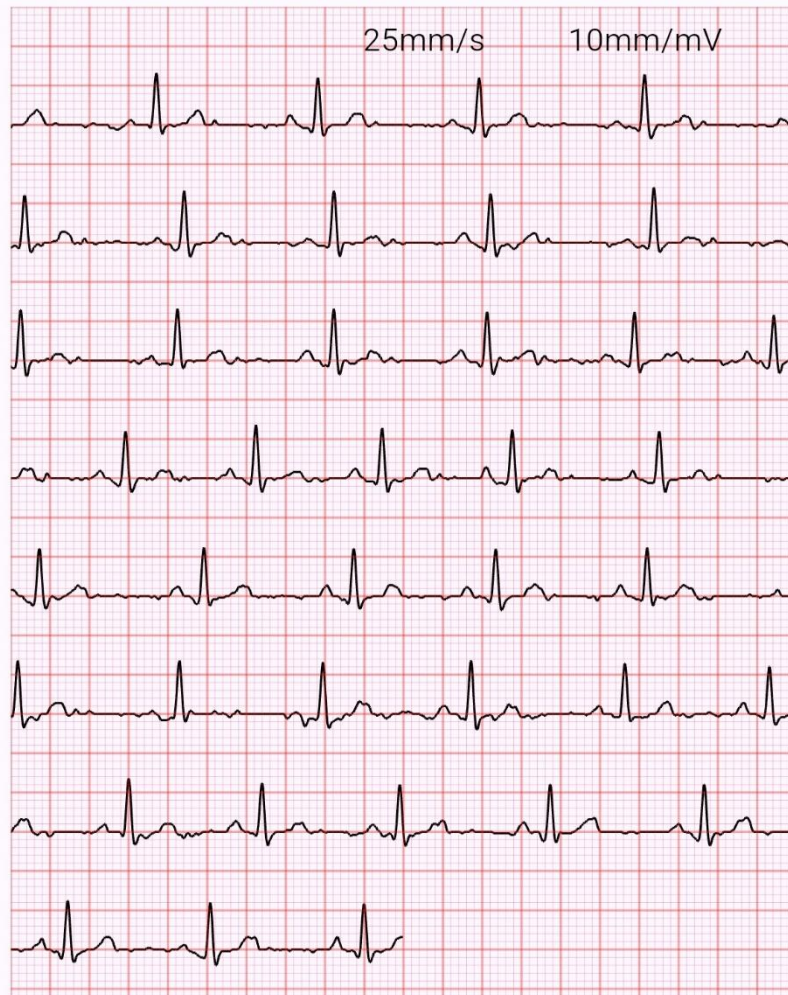
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 27

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 28 78 bpm

Duration: 30s

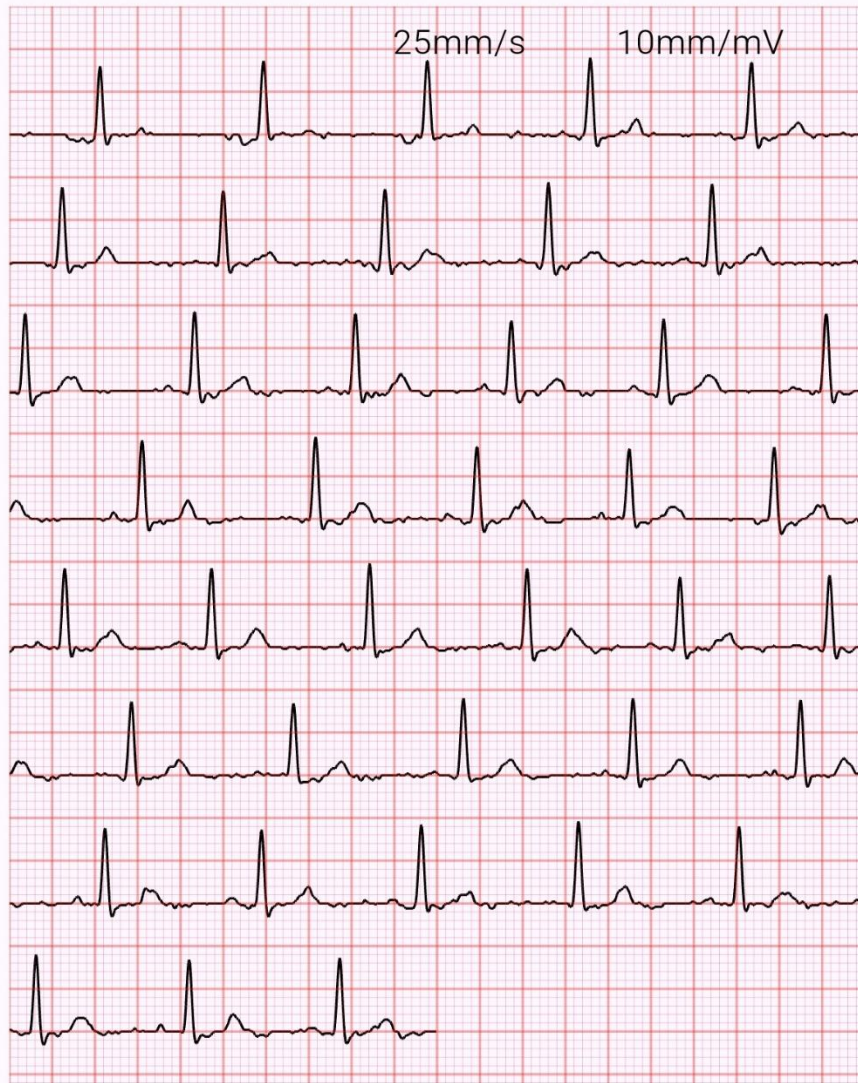
**Result:**

No abnormalities

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 29

80 bpm

Duration: 30s

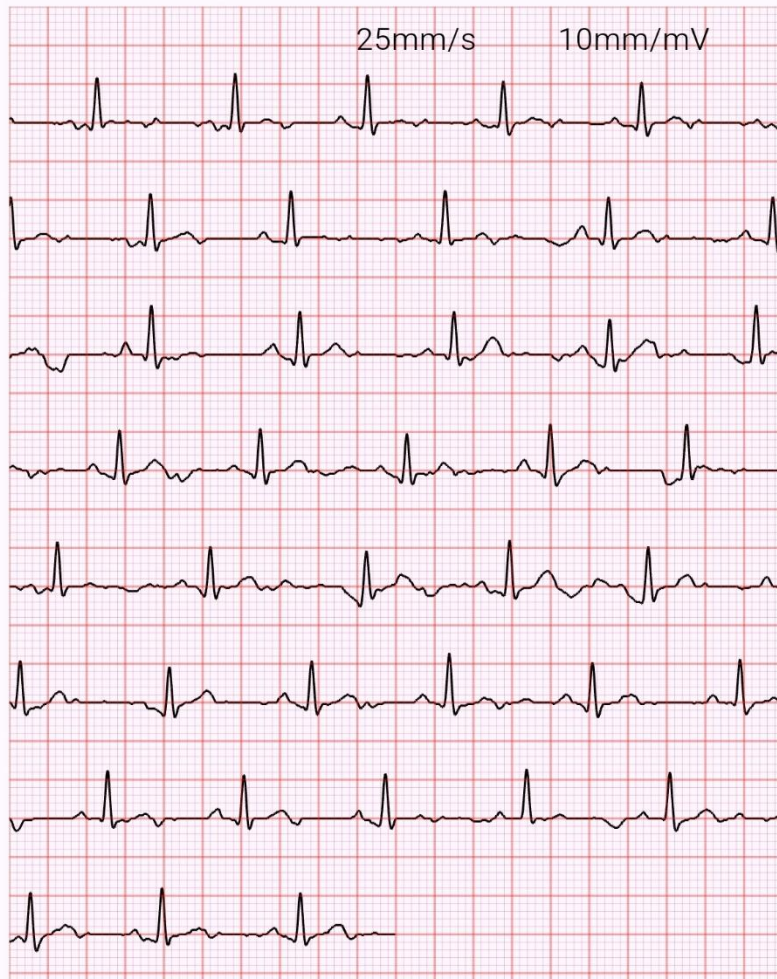
**Result:**

No abnormalities

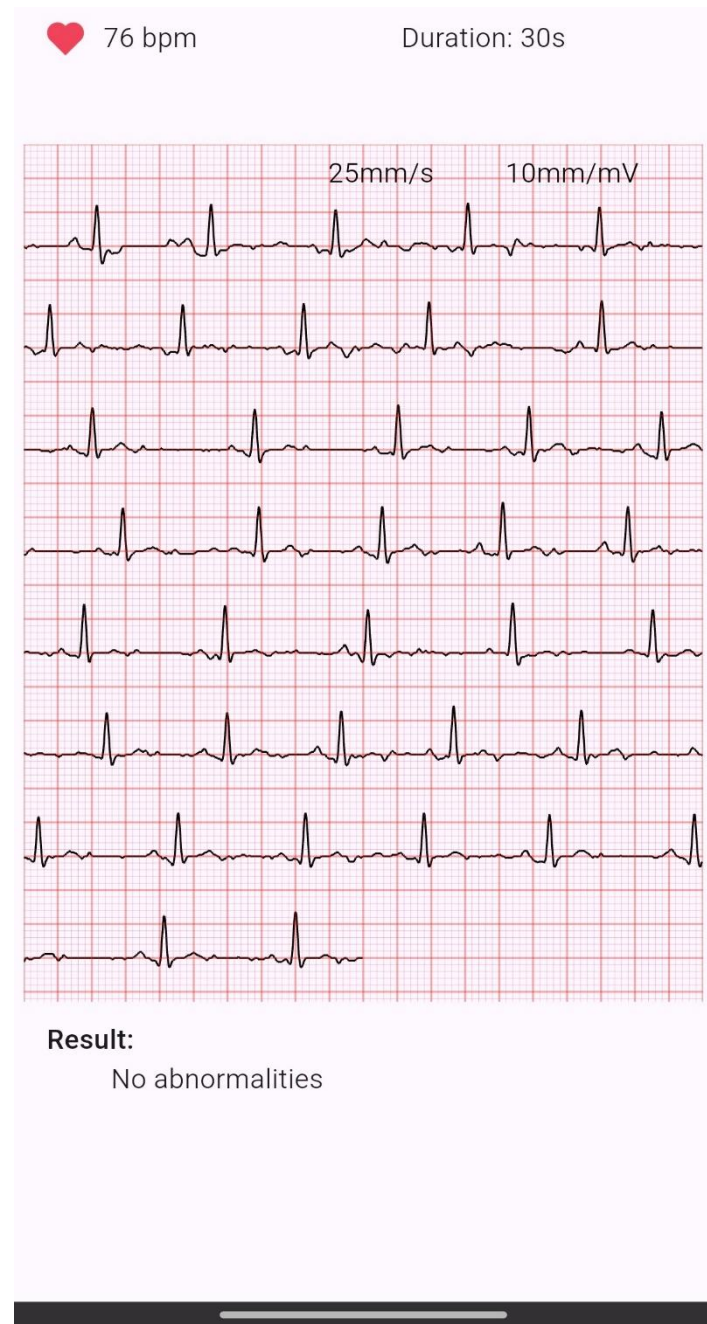
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 30

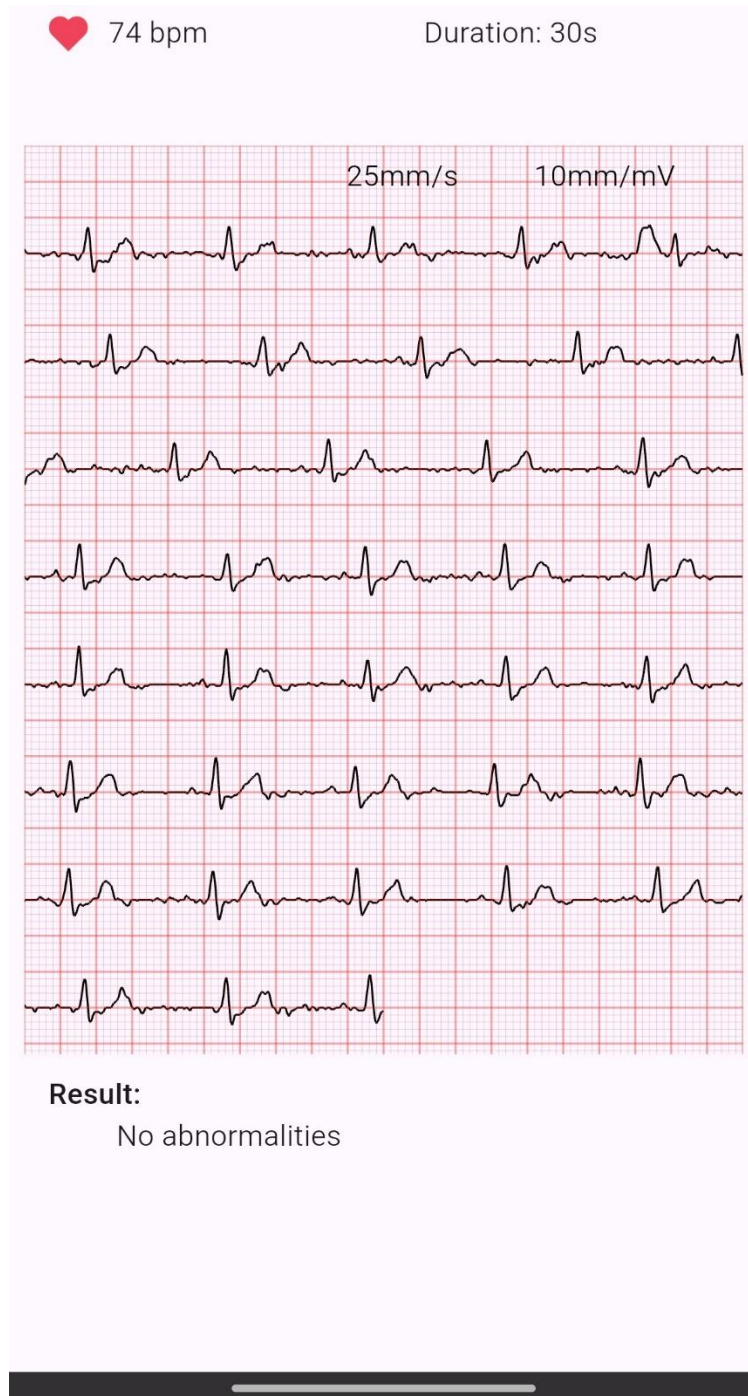
81 bpm

Duration: 30s

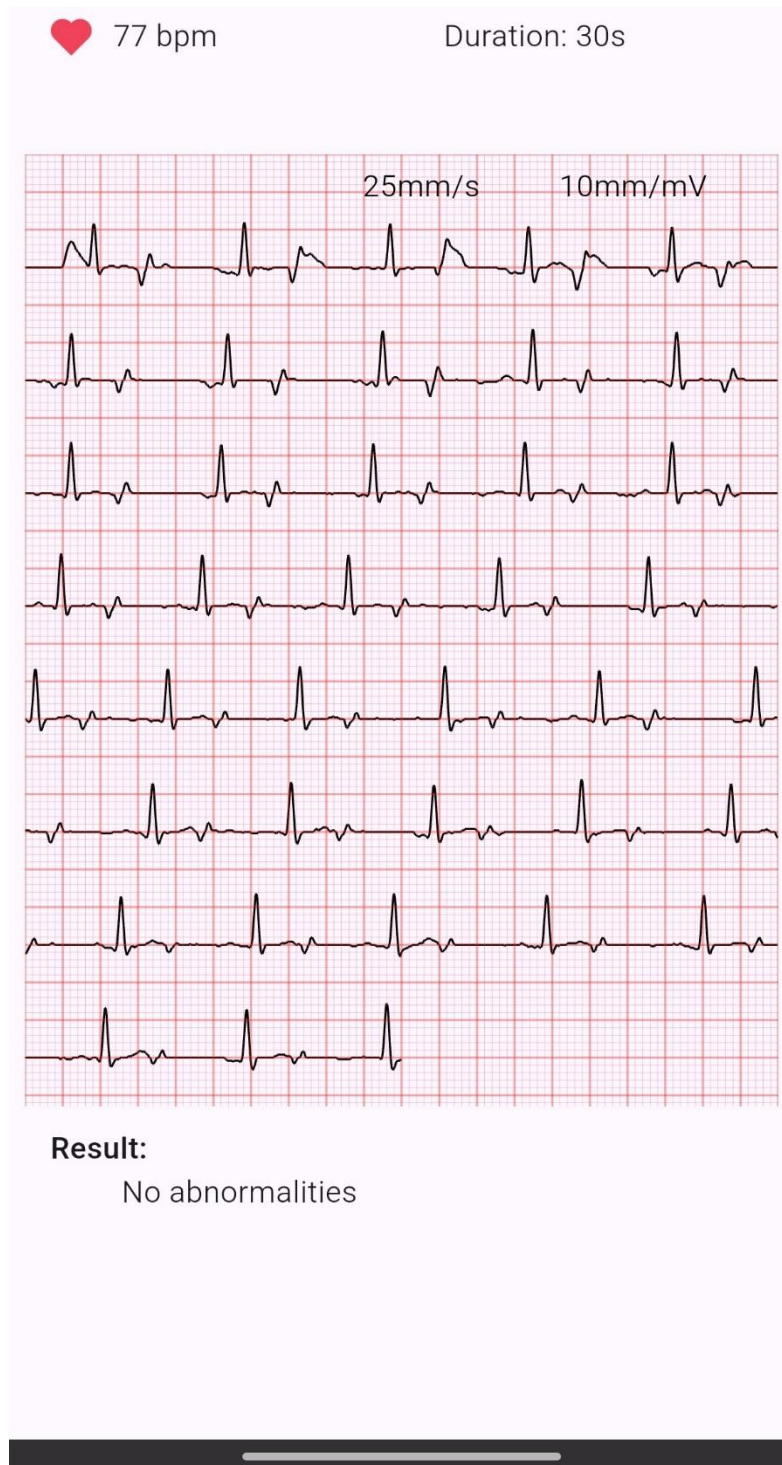
**Result:**

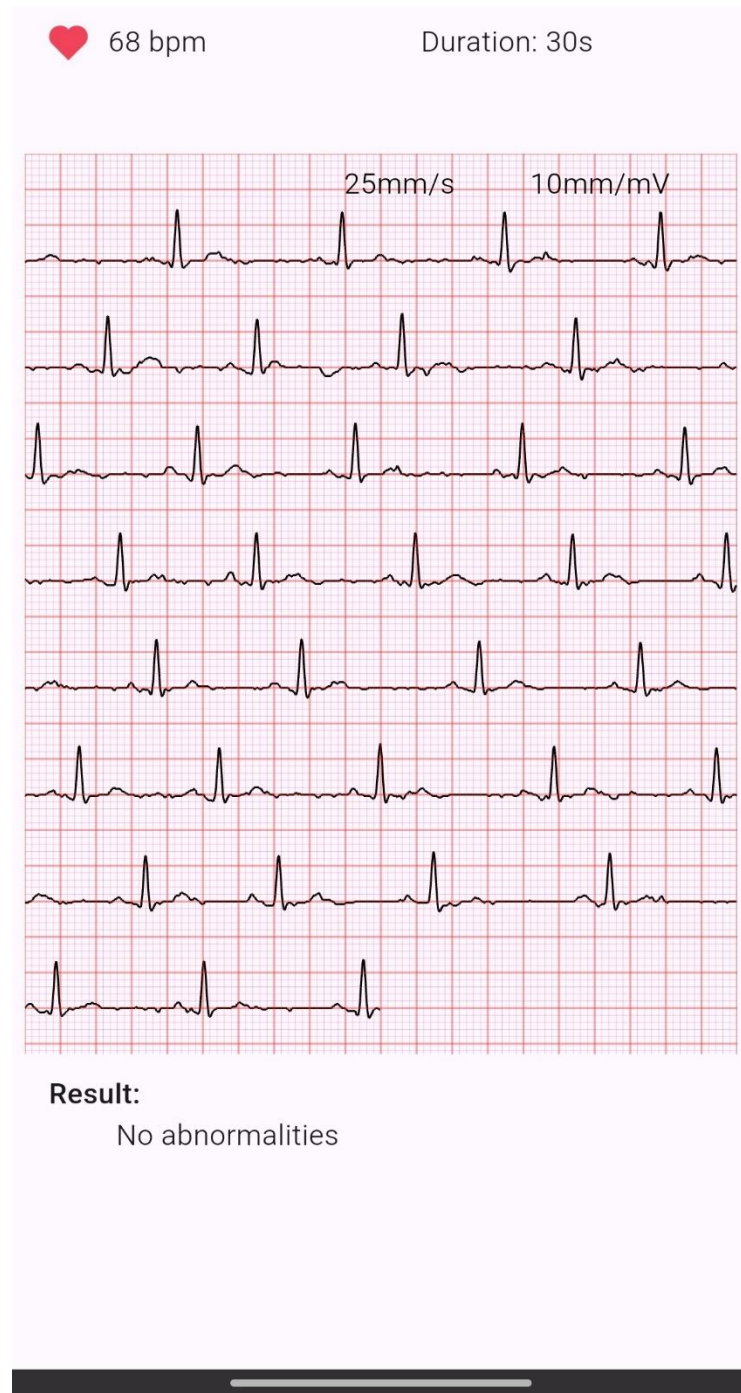
No abnormalities

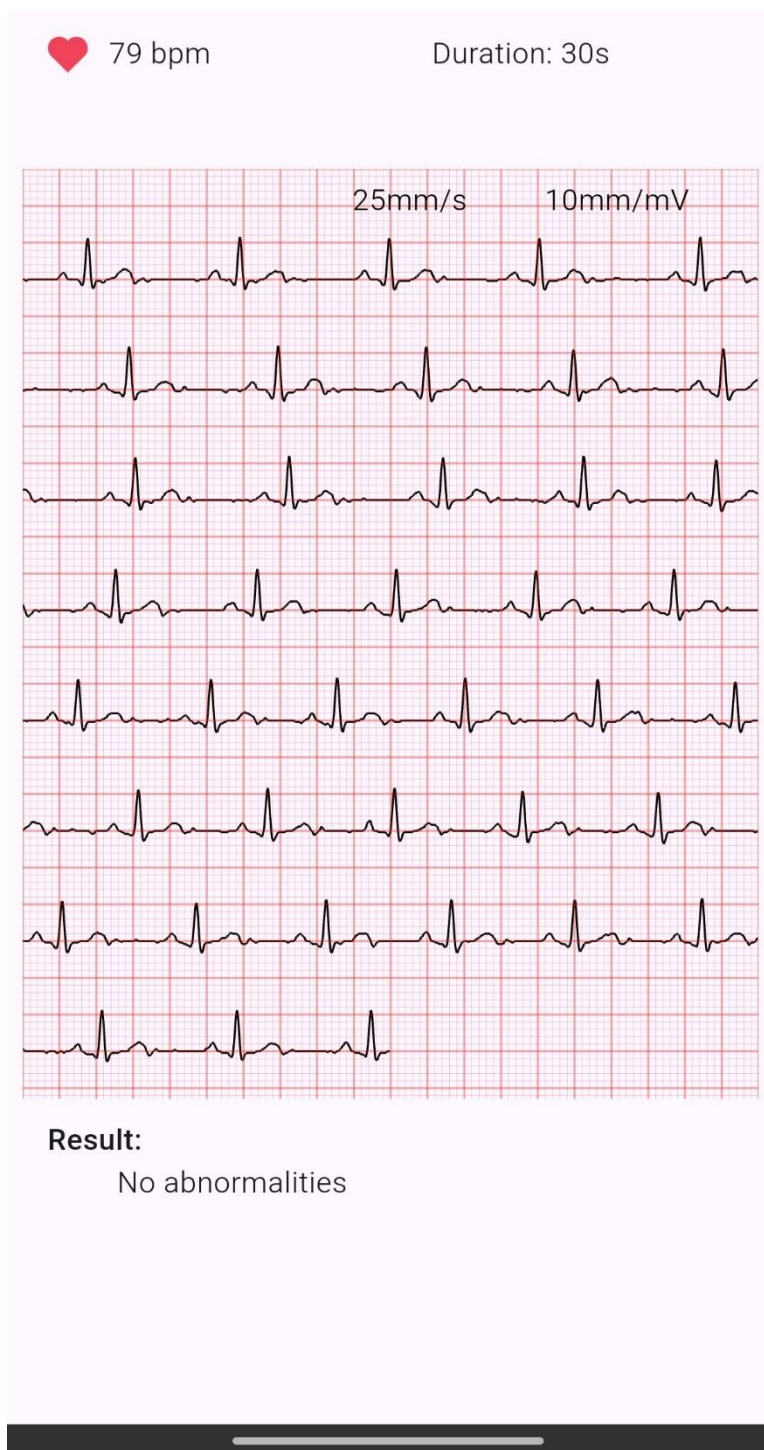
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 31

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 32

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 33



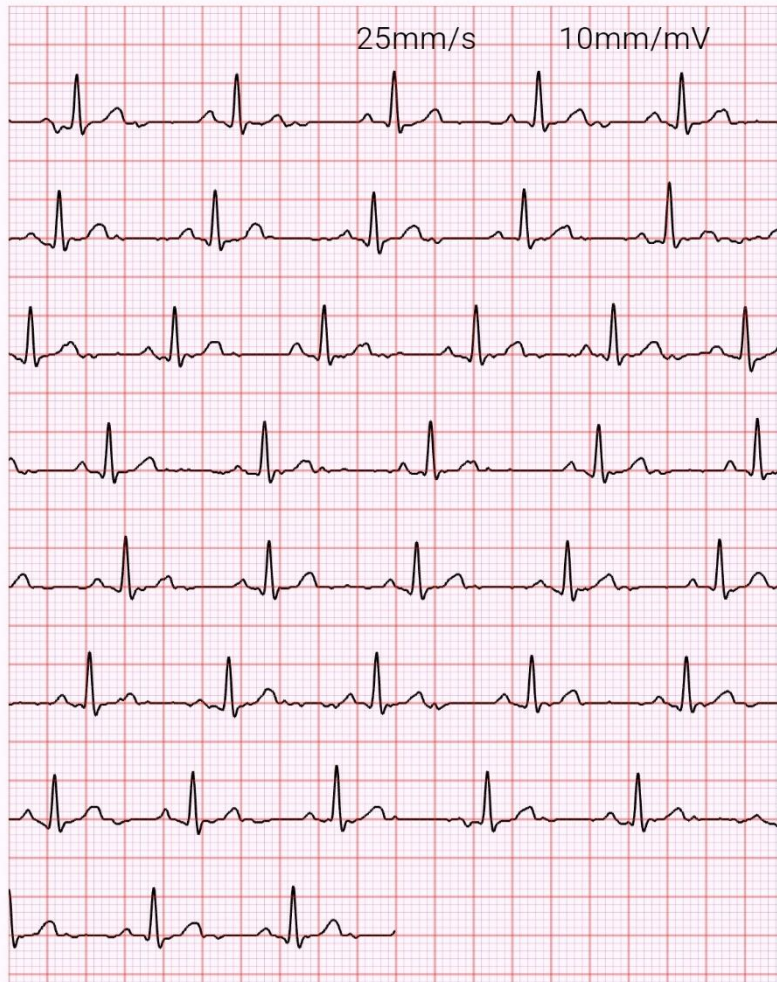
B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 34

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 35

B-Gelombang EKG Berdasarkan Pengukuran Responden 36

❤️ 78 bpm

Duration: 30s

**Result:**

No abnormalities

C-Dokumentasi Pengambilan Data



C-Dokumentasi Pengambilan Data



C-Dokumentasi Pengambilan Data (Lanjutan)

