UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan Flexible Parametric Survival Model dengan Time-Dependent Effects dalam Menangani Pelanggaran Asumsi Proportional Hazards (Studi Kasus: Data SUPPORT Pasien Kritis)**
Keimazriel Delan, Dr. Noorma Yulia Megawati, S.Si, M.Sc., M.Act.Sc.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** . . . . . **i**
**HALAMAN PENGESAHAN** . . . . . **ii**
**HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI** . . . . . **iii**
**HALAMAN PERSEMBAHAN** . . . . . **iv**
**HALAMAN MOTTO** . . . . . **v**
**PRAKATA** . . . . . **vi**
**DAFTAR ISI** . . . . . **vii**
**DAFTAR TABEL** . . . . . **x**
**DAFTAR GAMBAR** . . . . . **xii**
**INTISARI** . . . . . **xiv**
**ABSTRACT** . . . . . **xvi**
**I PENDAHULUAN** . . . . . **1**
1.1. Latar Belakang . . . . . 1
1.2. Rumusan Masalah . . . . . 3
1.3. Pembatasan Masalah . . . . . 3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian . . . . . 4
1.5. Tinjauan Pustaka . . . . . 4
1.6. Metodologi Penelitian . . . . . 6
1.7. Sistematika Penulisan . . . . . 7
**II LANDASAN TEORI** . . . . . **9**
2.1. Ruang Sampel dan Probabilitas . . . . . 9
2.2. Variabel Random . . . . . 10
2.3. Dasar Analisis Survival . . . . . 11
2.3.1. Waktu Kejadian . . . . . 11
2.3.2. Waktu Sensor . . . . . 12
2.3.3. Waktu Pengamatan . . . . . 12
2.3.4. Indikator Kejadian . . . . . 12
2.3.5. Data Tersensor . . . . . 13
2.3.6. Fungsi Survival . . . . . 13
2.3.7. Fungsi Distribusi Kumulatif . . . . . 14
2.3.8. Fungsi Densitas Probabilitas . . . . . 14
2.3.9. Fungsi Hazard . . . . . 15
2.3.10. Fungsi Hazard Kumulatif . . . . . 16

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan Flexible Parametric Survival Model dengan Time-Dependent Effects dalam Menangani Pelanggaran Asumsi Proportional Hazards (Studi Kasus: Data SUPPORT Pasien Kritis)**
Keimazriel Delan, Dr. Noorma Yulia Megawati, S.Si, M.Sc., M.Act.Sc.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**



2.4. Estimasi Kaplan–Meier . . . . . 17
2.5. Model Cox Proportional Hazards . . . . . 18
2.5.1. Model Cox Proportional Hazards . . . . . 18
2.5.2. Asumsi Proportional Hazards . . . . . 20
2.5.3. Uji Residu Schoenfeld . . . . . 21
2.5.4. Estimasi Parameter . . . . . 23
2.6. Uji Hipotesis . . . . . 27
2.6.1. Uji Rasio Likelihood . . . . . 27
2.6.2. Uji Wald . . . . . 28
2.7. Kriteria Seleksi dan Evaluasi Model . . . . . 28
2.7.1. Akaike Information Criterion . . . . . 28
2.7.2. Bayesian Information Criterion . . . . . 29
2.7.3. Time-Dependent Area Under the Curve . . . . . 29
2.7.4. Brier Score dan Integrated Brier Score . . . . . 31
2.7.5. Royston $R^2$ . . . . . 31
2.8. Marginal Survival . . . . . 32
2.9. Restricted Mean Survival Time . . . . . 33
**III FLEXIBLE PARAMETRIC SURVIVAL MODEL DENGAN TIME-DEPENDENT EFFECTS . . . . . 34**
3.1. Restricted Cubic Splines . . . . . 34
3.1.1. Fungsi Spline . . . . . 34
3.1.2. Cubic Splines . . . . . 35
3.1.3. Restricted Cubic Splines . . . . . 36
3.2. Flexible Parametric Survival Model (Proportional Hazards) . . . . . 40
3.2.1. Latar Belakang FPSM-PH . . . . . 40
3.2.2. Formulasi FPSM-PH . . . . . 41
3.3. Flexible Parametric Survival Model (Time-Dependent Effects) . . . 43
3.3.1. Formulasi FPSM-TDE . . . . . 43
3.3.2. Rasio Hazard sebagai Fungsi Waktu . . . . . 46
3.4. Asumsi Model Analisis Survival . . . . . 48
3.4.1. Asumsi Independensi Observasi . . . . . 48
3.4.2. Asumsi Penyensoran Noninformatif . . . . . 48
3.4.3. Asumsi Proportional Hazards (FPSM-PH) . . . . . 49
3.5. Estimasi Parameter . . . . . 50
3.6. Jumlah Derajat Kebebasan dan Lokasi Knots . . . . . 54
**IV STUDI KASUS . . . . . 56**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Penerapan Flexible Parametric Survival Model dengan Time-Dependent Effects dalam Menangani Pelanggaran Asumsi Proportional Hazards (Studi Kasus: Data SUPPORT Pasien Kritis)**
Keimazriel Delan, Dr. Noorma Yulia Megawati, S.Si, M.Sc., M.Act.Sc.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**



4.1. Metode Penelitian . . . . . 56
4.1.1. Sumber Data . . . . . 56
4.1.2. Variabel Penelitian . . . . . 56
4.1.3. Tahapan Analisis . . . . . 57
4.1.4. Alat dan Perangkat Lunak . . . . . 64
4.2. Analisis Deskriptif . . . . . 64
4.2.1. Distribusi Waktu Pengamatan . . . . . 64
4.2.2. Statistik Deskriptif Variabel . . . . . 65
4.3. Estimasi Kaplan-Meier . . . . . 68
4.4. Pemodelan Cox Proportional Hazards . . . . . 69
4.4.1. Estimasi Parameter Cox Proportional Hazards . . . . . 69
4.4.2. Pengujian Asumsi Proportional Hazards . . . . . 70
4.5. Pemodelan FPSM-PH . . . . . 75
4.5.1. Fungsi Restricted Cubic Splines pada Baseline . . . . . 75
4.5.2. Estimasi Parameter Model FPSM-PH . . . . . 82
4.6. Pemodelan FPSM-TDE . . . . . 84
4.6.1. Seleksi Variabel TDE . . . . . 84
4.6.2. Estimasi Parameter Model FPSM-TDE . . . . . 87
4.6.3. Persamaan Model FPSM-TDE . . . . . 90
4.7. Penilaian Kesesuaian Model . . . . . 92
4.7.1. Uji Rasio Likelihood FPSM-PH vs FPSM-TDE . . . . . 92
4.7.2. Perbandingan Metrik Kesesuaian Model Survival . . . . . 93
4.7.3. Kesesuaian terhadap Kaplan–Meier . . . . . 93
4.7.4. Perbandingan Diskriminasi dan Kalibrasi Model Survival . . 98
4.8. Contoh: Pasien Kanker vs Pasien Koma . . . . . 101
4.9. Analisis Sensitivitas Derajat Kebebasan Variabel TDE . . . . . 104
**V PENUTUP . . . . . 107**
5.1. Kesimpulan . . . . . 107
5.2. Saran . . . . . 109
**DAFTAR PUSTAKA . . . . . 111**
**A Data . . . . . 115**
**B Syntax R . . . . . 116**