

## Association Between Smartphone Use and Insomnia Incidence in Youth: A Meta-Analysis

### Hubungan Antara Penggunaan *Smartphone* dan Kejadian Insomnia pada Kalangan Muda: Analisis Meta

Rezza Debby Kurniawan<sup>1\*</sup>, Murni Muhzal<sup>2</sup>, Anggy Yulistya Putri<sup>3</sup>, Caecilia Bintang Girik Allo<sup>4</sup>, Dina Jumiatul Fitri<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih

**Email:** <sup>1</sup>[iniejakurniawan@gmail.com](mailto:iniejakurniawan@gmail.com), <sup>2</sup>[murnimuhzal15@gmail.com](mailto:murnimuhzal15@gmail.com), <sup>3</sup>[gyyvat@gmail.com](mailto:gyyvat@gmail.com),

<sup>4</sup>[caecilia.bintang@fmipa.uncen.ac.id](mailto:caecilia.bintang@fmipa.uncen.ac.id), <sup>5</sup>[d.j.fitri@fmipa.uncen.ac.id](mailto:d.j.fitri@fmipa.uncen.ac.id)

\*Corresponding author

Received: 9 December 2025, revised: 26 March 2026, accepted: 5 April 2026

#### Abstract

Smartphone use has become an integral part of young people's lives (adolescents/students). However, excessive use is often associated with the incidence of insomnia. Various studies have been conducted to examine this relationship, but they have produced varying risk magnitudes. Meta-analysis can be used to quantitatively summarize the impact of smartphone use on the incidence of insomnia in young people. This study uses data from three cross-sectional journals published between 2022 and 2024, comprising a total of 371 respondents, that met the PICO criteria. The calculation of summary effect sizes used the random effect model because the results of the studies used came from different researchers, which was also confirmed by a substantial heterogeneity value ( $I^2 = 80.0\%$ ). The effect size used is the Risk Ratio (RR). The pooled analysis results showed that excessive smartphone use significantly increased the risk of insomnia. The obtained Summary Risk Ratio (RR) was 2.6199 (95% CI: 1.0791 – 6.3609). These results interpret that the risk of insomnia in young people with excessive smartphone use is 2.6199 times higher compared to normal use. Thus, smartphone use is a significant risk factor for the incidence of insomnia in young people.

**Keywords:** Insomnia, Meta-Analysis, Random Effects Model, Smartphone.

#### Abstrak

Penggunaan *smartphone* telah menjadi bagian integral dari kehidupan kalangan muda (remaja/mahasiswa). Namun, penggunaan yang berlebihan sering dikaitkan dengan kejadian insomnia. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengkaji hubungan ini, namun menghasilkan besaran risiko yang bervariasi. Analisis meta dapat digunakan untuk merangkum secara kuantitatif dampak dari penggunaan *smartphone* terhadap kejadian insomnia pada kalangan muda. Penelitian ini menggunakan data dari tiga jurnal cross-sectional yang



dipublikasikan antara tahun 2022 hingga 2024 dengan total 371 responden, yang memenuhi kriteria PICO. Perhitungan *summary effect sizes* menggunakan *random effect model* karena hasil penelitian-penelitian yang digunakan berasal dari peneliti yang berbeda, yang juga terkonfirmasi dengan nilai heterogenitas substansial ( $I^2 = 80,0\%$ ). Ukuran efek yang digunakan adalah *Risk Ratio* (RR). Hasil analisis gabungan menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* berlebihan secara signifikan meningkatkan risiko insomnia. *Summary Risk Ratio* (RR) yang diperoleh adalah 2,6199 (95% CI: 1,0791 – 6,3609). Hasil ini menginterpretasikan bahwa risiko insomnia pada kalangan muda dengan penggunaan *smartphone* berlebihan adalah 2,6199 kali lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan wajar. Jadi, penggunaan *smartphone* merupakan faktor risiko yang signifikan untuk kejadian insomnia pada kalangan muda

**Kata Kunci:** *Insomnia, Analisis Meta, Random Effects Model, Smartphone.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah menjadikan *smartphone* (telepon pintar) sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, terutama di kalangan muda seperti remaja dan mahasiswa. Penggunaan *smartphone* yang masif memberikan berbagai kemudahan dalam komunikasi, akses informasi, dan hiburan. Namun, penggunaan yang berlebihan, terutama pada malam hari, telah banyak dikaitkan dengan berbagai masalah kesehatan, salah satunya adalah insomnia [8]. Kondisi ini erat kaitannya dengan tingginya paparan cahaya biru dari layar perangkat elektronik sebelum tidur, yang dapat menghambat produksi hormon melatonin sehingga memicu kesulitan tidur [6]. Kebiasaan ini sering kali diperparah oleh aktivitas hiburan yang menyita waktu, seperti bermain *game online* secara terus-menerus, yang pada akhirnya mengakibatkan gangguan tidur dan masalah kesehatan lainnya [1]. Insomnia merupakan gangguan tidur yang ditandai dengan kesulitan untuk memulai tidur, mempertahankan tidur, atau kualitas tidur yang buruk, meskipun memiliki kesempatan yang cukup untuk tidur [3]. Kondisi ini dapat berdampak negatif pada kesehatan fisik, konsentrasi belajar, dan kesejahteraan emosional kalangan muda [11].

Temuan internasional juga menunjukkan pola hubungan yang konsisten antara penggunaan *smartphone*/elektronik media dengan masalah tidur pada remaja dan dewasa muda. Han *et al.* melaporkan bahwa penggunaan media elektronik (termasuk *smartphone*) berkorelasi dengan penurunan kualitas tidur serta peningkatan masalah tidur; efek hubungan cenderung lebih kuat pada kategori penggunaan yang bersifat *problematic use* dibanding penggunaan umum, dan terdapat variasi menurut konteks budaya [5]. Temuan ini menegaskan bahwa isu gangguan tidur terkait penggunaan perangkat digital merupakan fenomena yang luas pada satu wilayah.

Pada populasi mahasiswa/kalangan muda, Izquierdo-Condoy *et al.* pada studi *multicenter cross-sectional* di enam negara Amerika Latin menemukan adanya asosiasi yang kuat antara adiksi/penggunaan ponsel yang tidak sehat dengan kualitas tidur yang buruk pada mahasiswa kedokteran [9]. Secara metodologis, studi tersebut menggunakan instrumen terstandar (misalnya PSQI) dan analisis regresi untuk mengendalikan faktor perancu demografis, sehingga memperkuat bukti hubungan penggunaan ponsel dengan outcome tidur. Selanjutnya, Yin *et al.* pada sampel besar mahasiswa menunjukkan bahwa *smartphone addiction* dan indikator penggunaan objektif (misalnya screen time tinggi dan frekuensi unlock tinggi) berasosiasi dengan peningkatan peluang kualitas tidur buruk [17]. Hasil ini memperlihatkan bahwa bukan hanya durasi yang relevan, tetapi juga pola penggunaan (misalnya intensitas akses/cek ponsel) yang dapat berkaitan dengan gangguan tidur.

Dari sisi mekanisme psikologis, Li *et al.* melaporkan bahwa hubungan adiksi *smartphone* dengan gangguan tidur pada mahasiswa dapat melibatkan faktor emosi negatif sebagai mediator, serta adanya perbedaan menurut gender (moderator) [10]. Studi semacam ini memperkaya

pemahaman bahwa hubungan *smartphone*-insomnia tidak hanya bersifat langsung, tetapi juga dapat dipengaruhi faktor psikososial dan perilaku.

Di Indonesia, beberapa penelitian telah mengkaji hubungan antara penggunaan *smartphone* dan kejadian insomnia. Penelitian oleh Silitonga & Anugrahwati terhadap mahasiswa di Institut Kesehatan Hermina menemukan adanya hubungan yang signifikan antara penggunaan *smartphone* dan insomnia [15]. Serupa dengan itu, Mutiara & Purwati dalam studinya pada siswa SMK di Bogor juga melaporkan adanya hubungan antara durasi penggunaan *smartphone* dengan kejadian insomnia [12]. Ningsih & Rahyuni juga menemukan bahwa penggunaan *smartphone* merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan insomnia pada mahasiswa di Universitas Jambi [13].

Meskipun penelitian-penelitian tersebut secara konsisten menunjukkan adanya hubungan, besaran risiko (efek) yang dilaporkan bervariasi antar studi. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh karakteristik sampel, lokasi penelitian, instrumen pengukuran, dan definisi kategorisasi “penggunaan *smartphone* wajar vs berlebihan” yang berbeda. Variasi hasil ini juga sejalan dengan literatur internasional yang menunjukkan adanya heterogenitas efek antar penelitian. Oleh karena itu, diperlukan sebuah studi yang dapat merangkum hasil-hasil penelitian tersebut secara kuantitatif untuk mendapatkan estimasi risiko yang lebih kuat dan komprehensif.

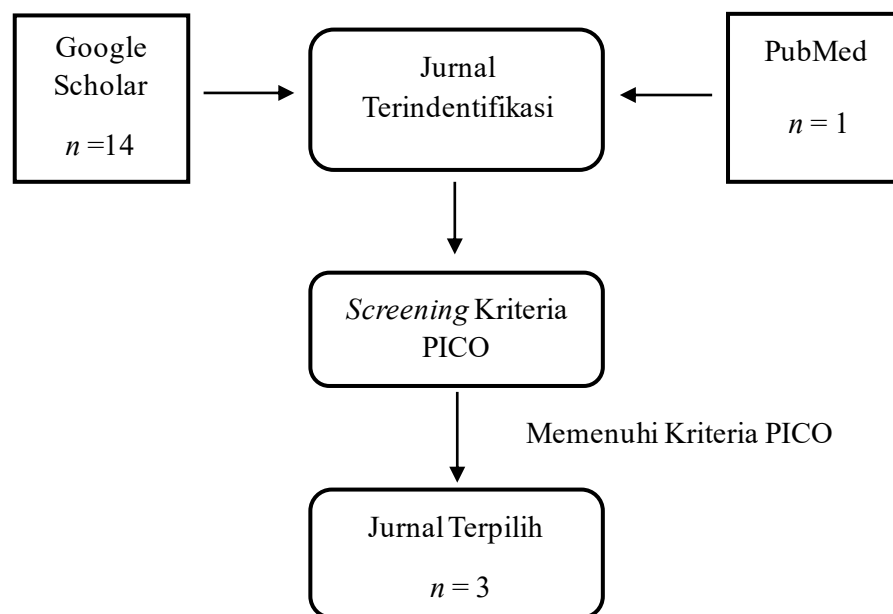
Analisis meta adalah metode statistik yang digunakan untuk menggabungkan hasil dari beberapa penelitian independen yang serupa, guna menghasilkan satu kesimpulan statistik (summary effect) [14]. Dengan menggunakan analisis meta, dampak keseluruhan dari penggunaan *smartphone* terhadap kejadian insomnia pada kalangan muda dapat diestimasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merangkum secara kuantitatif hasil penelitian-penelitian yang ada untuk mengetahui estimasi besaran risiko hubungan antara penggunaan *smartphone* dan kejadian insomnia pada kalangan muda di Indonesia.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam analisis meta, data yang digunakan berasal dari hasil-hasil penelitian yang telah dipublikasi. Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan melakukan sintesis data sekunder. Proses ekstraksi data, analisis statistik, dan pembuatan grafik dalam penelitian ini diolah menggunakan perangkat lunak RStudio untuk memastikan akurasi estimasi model *Fixed Effect* maupun *Random Effect*. Pencarian artikel jurnal dilakukan melalui portal pencarian daring, utamanya Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) dan PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Penelitian yang terpilih adalah penelitian yang dapat menjawab pertanyaan “Apakah penggunaan *smartphone* (gadget) berhubungan dengan kejadian insomnia pada kalangan muda (remaja/mahasiswa)?”. Pertanyaan penelitian berdasarkan strategi PICO [4]. P (*Populations/Populasi*): Kalangan muda (remaja atau mahasiswa). I (*Interventions/Intervensi*): Penggunaan *smartphone* berlebihan (durasi lama). C (*Comparators/Pembandingan*): Penggunaan *smartphone* wajar (durasi singkat). O (*Outcomes/Hasil*): Kejadian insomnia. Kriteria inklusi utama adalah studi *cross-sectional* atau *cohort* yang menyajikan data mentah dalam bentuk tabel kontingensi  $2 \times 2$ , yang memungkinkan untuk perhitungan *Risk Ratio* (RR). Dari 15 artikel jurnal yang dikumpulkan pada tahap awal, hanya 3 jurnal yang memenuhi kriteria PICO dan menyajikan data yang diperlukan untuk analisis meta. Meskipun hanya tiga studi yang memenuhi kriteria inklusi yang ketat, meta-analisis secara statistik tetap dapat dilakukan dengan minimal dua studi untuk mendapatkan estimasi efek gabungan awal (*preliminary pooled estimate*) [16]. Alur pemilihan jurnal dapat dilihat pada Gambar 2.1.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**



**Gambar 2.1** Alur Pemilihan Jurnal

### 2.1 Effect Sizes Menggunakan *Risk Ratio*

Di dalam meta analisis dikenal dengan istilah *effect size*. Pengukuran *effect size* dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan *risk ratio* [2]. Penggunaan *Risk Ratio* (RR) atau *Prevalence Ratio* lebih dipilih daripada *Odds Ratio* (OR) karena memberikan estimasi risiko yang lebih intuitif dan mencegah *overestimation* (estimasi berlebih). Formula yang digunakan untuk menghitung *risk ratio* dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

$$\text{Risk Ratio} = \frac{A/n_1}{C/n_2} \quad 2.1$$

Perhitungan untuk mendapatkan *effect size* pada data biner yang menggunakan *risk ratio* bukanlah nilai dari *risk ratio* nya, melainkan nilai logaritma *risk ratio*. Sehingga diperoleh *effect size* sebagai berikut:

$$\text{LogRiskRatio} = \ln(\text{RiskRatio}) \quad 2.2$$

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**

Variansi dan standar *error* dari logaritma *risk ratio* sebagai berikut:

$$V_{\text{LogRiskRatio}} = \frac{1}{A} - \frac{1}{n_1} + \frac{1}{C} - \frac{1}{n_2} \quad 2.3$$

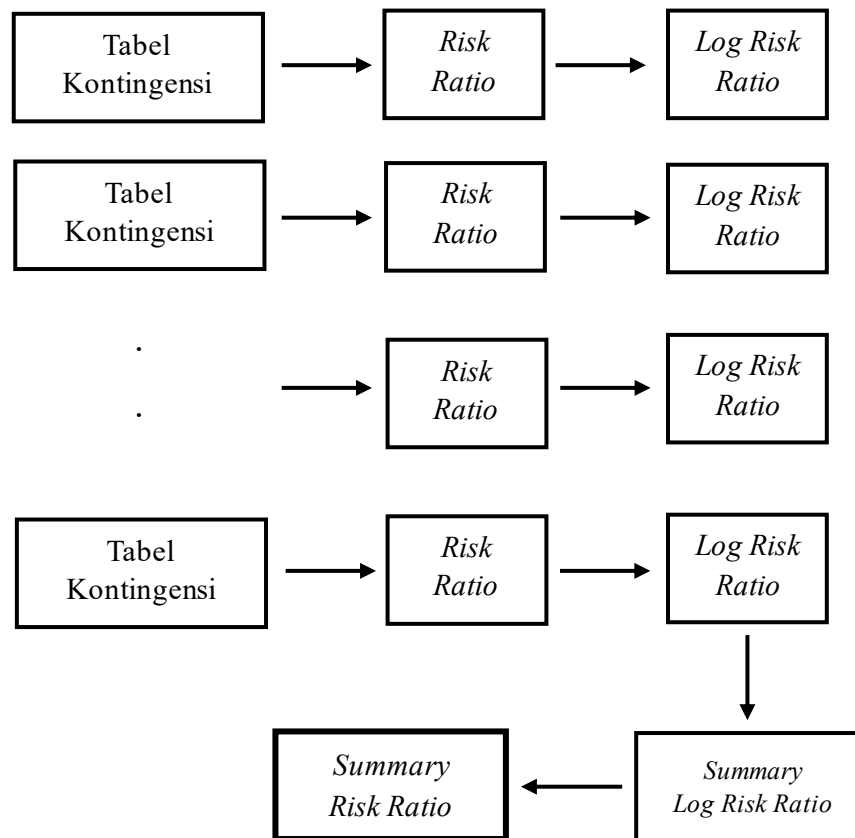
$$SE_{\text{LogRiskRatio}} = \sqrt{V_{\text{LogRiskRatio}}} \quad 2.4$$

Batas bawah (LL) dan batas atas (UL) pada selang kepercayaan 95% bagi logaritma *risk ratio* adalah sebagai berikut:

$$LL_{\text{LogRiskRatio}} = \text{LogRiskRatio} - 1.96 \times SE_{\text{LogRiskRatio}} \quad 2.5$$

$$UL_{\text{LogRiskRatio}} = \text{LogRiskRatio} + 1.96 \times SE_{\text{LogRiskRatio}} \quad 2.6$$

Alur pengerjaan menggunakan *risk ratio* secara sistematis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2.** Alur Mendapatkan *Summary Effect Size*

Setelah mendapatkan hasil dalam bentuk logaritma *risk ratio*, hasil tersebut dapat dikonversi kembali ke dalam *riks ratio*:

$$\text{RiskRatio} = \exp(\text{LogRiskRatio}) \quad 2.7$$

$$LL_{\text{RiskRatio}} = \exp(LL_{\text{LogRiskRatio}}) \quad 2.8$$

$$UL_{\text{RiskRatio}} = \exp(UL_{\text{LogRiskRatio}}) \quad 2.9$$

## 2.2 Fixed Effect Model

Pada *Fixed Effect Model* diasumsikan bahwa semua penelitian mempunyai *effect size* yang sama. Oleh karena itu *true effect size* adalah sama untuk semua penelitian. Pada Meta Analisis, peneliti memulai dengan mencari *observed effects* yang dapat dihitung dari hasil-hasil penelitian kemudian peneliti mengestimasi *population effect (true effect)*.

Dibutuhkan rata-rata bobot untuk menghasilkan estimasi *population effect* yang tepat atau untuk meminimumkan variansi. Bobot yang ditetapkan untuk setiap penelitian adalah invers dari variansinya. Bobot untuk setiap penelitian pada *Fixed Effect Model* sebagai berikut:

$$W_i = \frac{1}{V_{Y_i}} \quad 2.10$$

dengan:

$W_i$  = bobot penelitian ke- $i$

$V_{Y_i}$  = variansi dalam penelitian untuk penelitian ke- $i$ .

Rata-rata bobot pada *Fixed Effect Model* sebagai berikut:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^k W_i Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad 2.11$$

dengan  $k$  adalah banyaknya penelitian atau studi.

Rata-rata bobot sering juga disebut sebagai *summary effect* atau rata-rata *effect*. Variansi dan standar *error* dari *summary effect* dapat dilihat pada persamaan 2.12 dan 2.13:

$$V_M = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad 2.12$$

$$SE_M = \sqrt{V_M} \quad 2.13$$

Batas bawah (LL) dan batas atas (UL) pada selang kepercayaan 95% bagi *summary effect* adalah sebagai berikut:

$$LL_M = M - 1.96 \times SE_M \quad 2.14$$

$$UL_M = M + 1.96 \times SE_M \quad 2.15$$

Pada *Fixed Effect Model* dapat juga dilakukan pengujian hipotesis *true effect*  $\theta$ .

Langkah-langkah pengujian hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \theta = 0$$

$$H_1: \theta \neq 0$$

Tentukan tingkat signifikansi, yaitu  $\alpha$ .

Statistik Uji:

$$Z^* = \frac{M^*}{SE_{M^*}}$$

$$p^* - value = 2[1 - (\Phi(|Z^*|))]$$

dengan  $\Phi(Z^*)$  adalah Distribusi Kumulatif Wajar Standar.

Daerah penolakan: Tolak  $H_0$  jika dan hanya jika  $Z^* > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  atau  $Z^* < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$ . Apabila menggunakan  $p^* - value$ , maka tolak  $H_0$  jika dan hanya jika  $p^* - value < \alpha$ .

### 2.3 Random Effects Model

Pada *Fixed Effect* Model diasumsikan bahwa semua penelitian mempunyai *effect size* yang sama. Pada kenyataannya, tidak semua penelitian mempunyai *effect size* yang sama. Oleh karena itu, bobot untuk setiap studi pada *random effect model* adalah invers dari variansi dalam penelitian ( $V_{Y_i}$ ) ditambah dengan variansi antar penelitian ( $\tau^2$ ).  $\tau^2$  adalah variansi antar penelitian pada populasi. Karena  $\tau^2$  tidak diketahui maka ditaksir oleh  $T^2$ . Perhitungan  $T^2$  adalah sebagai berikut:

$$T^2 = \frac{Q-df}{c} \quad 2.16$$

dengan:

$$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k W_i Y_i)^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad 2.17$$

$$df = k - 1 \quad 2.18$$

$$C = \sum_{i=1}^k W_i - \frac{\sum_{i=1}^k W_i^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad 2.19$$

Bobot untuk setiap penelitian pada *random effect model* adalah sebagai berikut:

$$W_i^* = \frac{1}{V_{Y_i}^*} \quad 2.20$$

dengan  $V_{Y_i}^* = V_{Y_i} + T^2$ .

Maka *summary effect* pada *random effect model* dapat dilihat pada persamaan 2.21.

$$M^* = \frac{\sum_{i=1}^k W_i^* Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad 2.21$$

Variansi dan standar *error* dari *summary effect* pada *random effect model* dapat dilihat pada persamaan 2.22 dan 2.23.

$$V_{M^*} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i^*} \quad 2.22$$

$$SE_{M^*} = \sqrt{V_{M^*}} \quad 2.23$$

Batas bawah (LL) dan batas atas (UL) pada selang kepercayaan 95% bagi *summary effect* adalah sebagai berikut:

$$LL_{M^*} = M^* - 1.96 \times SE_{M^*} \quad 2.24$$

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**

$$UL_{M^*} = M^* + 1.96 \times SE_{M^*} \quad 2.25$$

Sama halnya dengan *fixed effect model*, pada *random effect model* dapat pula dilakukan pengujian hipotesis *true effect*  $\theta$ .

Langkah-langkah pengujian hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \theta = 0$$

$$H_1: \theta \neq 0$$

Tentukan tingkat signifikansi, yaitu  $\alpha$ .

Statistik Uji:

$$Z^* = \frac{M^*}{SE_{M^*}}$$

$$p^* - value = 2[1 - (\Phi(|Z^*|))]$$

dengan  $\Phi(Z^*)$  adalah Distribusi Kumulatif Wajar Standar.

Daerah penolakan: Tolak  $H_0$  jika dan hanya jika  $Z^* > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  atau  $Z^* < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$ . Apabila menggunakan  $p^* - value$ , maka tolak  $H_0$  jika dan hanya jika  $p^* - value < \alpha$ .

## 2.4 Heterogenitas

Terdapat beberapa statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui heterogenitas antar penelitian. Pengujian-pengujian yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendukung alasan penggunaan model dalam analisis meta. Heterogenitas yang sesungguhnya bergantung pada penelitian yang digunakan. Apabila penelitian yang digunakan berasal dari peneliti-peneliti yang berbeda dan dilakukan di daerah yang berbeda pula maka pastilah terdapat heterogenitas *effect size* antar penelitian.

### 2.4.1 Statistik $Q$

Statistik  $Q$  menghasilkan suatu pengujian hipotesis yang dapat digunakan untuk mengetahui heterogenitas dalam penelitian. Namun, statistik  $Q$  tidak dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar heterogenitas antar penelitian. Langkah-langkah pengujian menggunakan statistik  $Q$  sebagai berikut:

$H_0$ : semua penelitian mempunyai *effect size* yang sama

$H_1$ : tidak semua penelitian mempunyai *effect size* yang sama

Tentukan tingkat signifikansi, yaitu  $\alpha$ .

Statistik Uji:

$$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k W_i Y_i)^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \sim \chi^2_{(k-1)}$$

Daerah penolakan: Tolak  $H_0$  jika dan hanya jika  $p - value < \alpha$ .

### 2.4.2 Estimasi $\tau^2$

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**

$\tau^2$  adalah variansi dari *true effect*. Estimasi dari  $\tau^2$  adalah  $T^2$ . Perhitungan  $T^2$  dapat dilihat pada persamaan 2.16. Standar deviasi dari *true effect* adalah sebagai berikut:

$$T = \sqrt{T^2} \quad 2.26$$

Selang kepercayaan bagi  $\tau^2$  dapat diperoleh dengan beberapa tahap. Tahap 1 adalah menghitung nilai  $A$  sebagai berikut:

$$A = \left[ df + 2 \left( sw1 - \frac{sw2}{sw1} \right) \tau^2 + \left( sw2 - 2 \left( \frac{sw3}{sw1} \right) + \frac{sw2^2}{sw1^2} \right) \tau^4 \right] \quad 2.27$$

dengan:

$$sw1 = \sum_{i=1}^k w_i$$

$$sw2 = \sum_{i=1}^k w_i^2$$

$$sw3 = \sum_{i=1}^k w_i^3$$

Pada tahap 1 dapat diketahui variansi dan standar *error* dari  $T^2$ , yaitu:

$$V_{T^2} = 2 \times \left( \frac{A}{C^2} \right) \quad 2.28$$

$$SE_{T^2} = \sqrt{T^2} \quad 2.29$$

Oleh karena distribusi dari  $T^2$  belum tentu berdistribusi wajar, maka menghitung selang kepercayaan 95% bagi  $\tau^2$  menggunakan  $T^2 \pm 1.96 \times SE_{T^2}$  tidak memberikan selang kepercayaan yang akurat.

Tahap 2 adalah menghitung nilai  $B$  sebagai berikut:

Jika  $Q > (df + 1)$ , maka:

$$B = 0.5 \times \frac{\ln(Q) - \ln(df)}{\sqrt{2Q} - \sqrt{2 \times df - 1}} \quad 2.30$$

Jika  $Q \leq (df + 1)$ , maka:

$$B = \sqrt{\frac{1}{2 \times (df - 1) \times \left( 1 - \left( \frac{1}{3 \times (df - 1)^2} \right) \right)}} \quad 2.31$$

Tahap 3 adalah menghitung nilai tengah sebagai berikut:

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIK DAN KOMPUTASI

Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang  
Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri

$$L = \exp\left(0.5 \times \ln\left(\frac{Q}{df}\right) - 1.96 \times B\right) \quad 2.32$$

$$U = \exp\left(0.5 \times \ln\left(\frac{Q}{df}\right) + 1.96 \times B\right) \quad 2.33$$

Tahap 4 adalah menghitung batas bawah (LL) dan batas atas (UL) selang sekepercayaan 95% bagi  $\tau^2$ , sebagai berikut:

$$LL_{T^2} = \frac{df \times (L^2 - 1)}{C} \quad 2.34$$

$$UL_{T^2} = \frac{df \times (U^2 - 1)}{C} \quad 2.35$$

Batas bawah (LL) dan batas atas (UL) selang sekepercayaan 95% bagi  $\tau$ , sebagai berikut:

$$LL_T = \sqrt{LL_{T^2}} \quad 2.36$$

$$UL_T = \sqrt{UL_{T^2}} \quad 2.37$$

Apabila batas bawah atau batas atas dari selang kepercayaan kurang dari 0 maka batas bawah atau batas atas tersebut dianggap nol. Apabila batas bawah dari selang kepercayaan lebih besar dari nol, maka  $T^2$  signifikan.

### 2.4.3 Statistik $I^2$

$I^2$  merupakan *ratio* antara *true* heterogenitas dan total varians pada *observed effect* [7]. Skala dari  $I^2$  adalah 0 – 100%. Perhitungan  $I^2$  sebagai berikut:

$$I^2 = \left(\frac{Q - df}{Q}\right) \times 100\% \quad 2.38$$

Selang kepercayaan 95% bagi  $I^2$  dapat diperoleh melalui beberapa tahap. Tahap 1 adalah menghitung nilai  $A$  seperti pada persamaan 2.27. Tahap 2 adalah menghitung nilai  $B$  seperti pada persamaan 2.30 dan 2.31. Tahap 3 adalah menghitung nilai tengah seperti pada persamaan 2.32 dan 2.33. Tahap 4 adalah menghitung batas bawah (LL) dan batas atas (UL) selang sekepercayaan 95% bagi  $I^2$ , sebagai berikut:

$$LL_{I^2} = \left(\frac{L^2 - 1}{L^2}\right) \times 100\% \quad 2.39$$

$$UL_{I^2} = \left(\frac{U^2 - 1}{U^2}\right) \times 100\% \quad 2.40$$

Apabila batas bawah atau batas atas dari selang kepercayaan kurang dari 0 maka batas bawah atau batas atas tersebut dianggap nol. Apabila batas bawah dari selang kepercayaan lebih besar dari nol, maka  $I^2$  signifikan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang  
Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri

### 3.1 Jurnal Terpilih

Terdapat tiga jurnal terpilih yang memenuhi kriteria PICO dari 15 jurnal yang dikumpulkan pada tahap awal. Ketiga jurnal ini menggunakan desain studi *cross-sectional* untuk meneliti hubungan antara penggunaan *smartphone* dan kejadian insomnia pada populasi kalangan muda. Ringkasan dari jurnal terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Ringkasan Jurnal Terpilih

Penulis	Tahun Jurnal	Lokasi Penelitian	Study Design	Jumlah Pasien	Orang dengan Penggunaan <i>Smartphone</i> Wajar	Orang dengan Penggunaan <i>Smartphone</i> Berlebihan
Silitonga & Anugrahwati	2024	Jakarta	<i>Cross-sectional</i>	122	55	67
Mutiara & Purwati	2022	Bogor	<i>Cross-sectional</i>	161	70	91
Ningsih & Rahyuni	2023	Jambi	<i>Cross-sectional</i>	88	36	52

### 3.2 Hasil dan Penelitian

Data yang diperlukan untuk analisis meta diekstraksi dari setiap jurnal terpilih. Sesuai kriteria PICO, grup Terpapar (Exposed) adalah kategori penggunaan *smartphone* berlebihan (durasi lama), dan grup Tidak Terpapar (Non-Exposed) adalah kategori penggunaan wajar (durasi singkat). *Event* adalah jumlah responden yang mengalami insomnia pada masing-masing grup. Data yang diperoleh dari jurnal-jurnal terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.2.

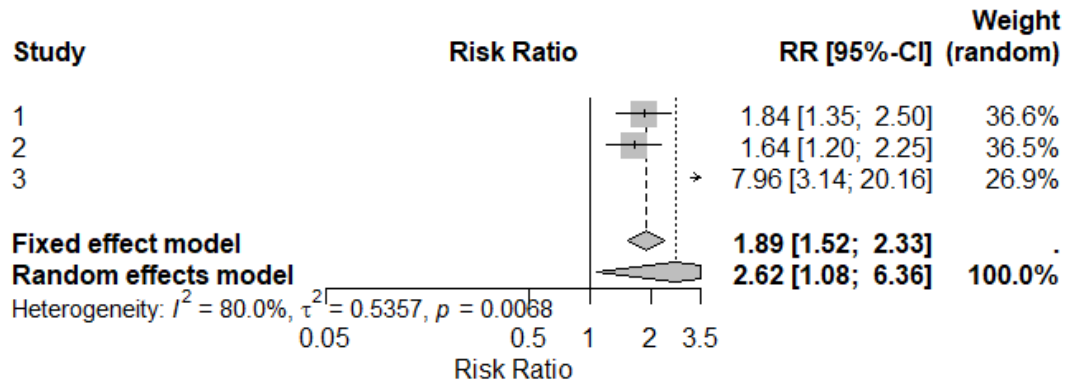
**Tabel 3.2.** Data dari Jurnal Terpilih

Peneliti	Penggunaan Berlebihan ( <i>Exposed</i> )		Penggunaan Wajar ( <i>Non-Exposed</i> )	
	<i>Event</i>	Total	<i>Event</i>	Total
Silitonga & Anugrahwati	56	67	25	55
Mutiara & Purwati	62	91	29	70
Ningsih & Rahyuni	46	52	4	36

### 3.3 Analisis Meta Terhadap Hubungan Penggunaan *Smartphone* dan Insomnia

Terdapat 3 hasil penelitian yang digunakan untuk menganalisis efek dari penggunaan *smartphone* terhadap kejadian insomnia pada kalangan muda. Hasil analisis disajikan dalam *Forest Plot* yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**



**Gambar 3.1.** Forest Plot

Pada penelitian ini, digunakan *random effect model*. Model ini dipilih karena jurnal yang digunakan berasal dari peneliti yang berbeda dan dilakukan di lokasi yang berbeda-beda (Jakarta, Bogor, Jambi). Hal ini didukung oleh nilai  $I^2$  pada *Test of Heterogeneity* pada Gambar 3.1 yang menghasilkan 80,0%. Nilai  $I^2$  di atas 50% mengindikasikan adanya heterogenitas (keragaman) yang substansial antar penelitian, sehingga penggunaan *random effect model* adalah tepat untuk merangkum hasil.

```

--- Ringkasan Hasil Meta-Analisis ---
> print(summary(result))
      RR          95%-CI %w(common) %w(random)
1 1.8388 [1.3509; 2.5029]    47.9      36.6
2 1.6446 [1.2038; 2.2467]    46.8      36.5
3 7.9615 [3.1440; 20.1612]    5.3      26.9

Number of studies: k = 3

              RR          95%-CI      z  p-value
Common effect model  1.8855 [1.5231; 2.3341]  5.82 < 0.0001
Random effects model  2.6199 [1.0791; 6.3609]  2.13  0.0333

Quantifying heterogeneity (with 95%-CIs):
tau^2 = 0.5357 [0.0532; 30.4372]; tau = 0.7319 [0.2307; 5.5170]
I^2 = 80.0% [36.7%; 93.7%]; H = 2.24 [1.26; 3.98]

Test of heterogeneity:
  Q d.f. p-value
 10.00  2  0.0068

Details of meta-analysis methods:
- Inverse variance method
- Restricted maximum-likelihood estimator for tau^2
- Q-Profile method for confidence interval of tau^2 and tau
- Calculation of I^2 based on Q

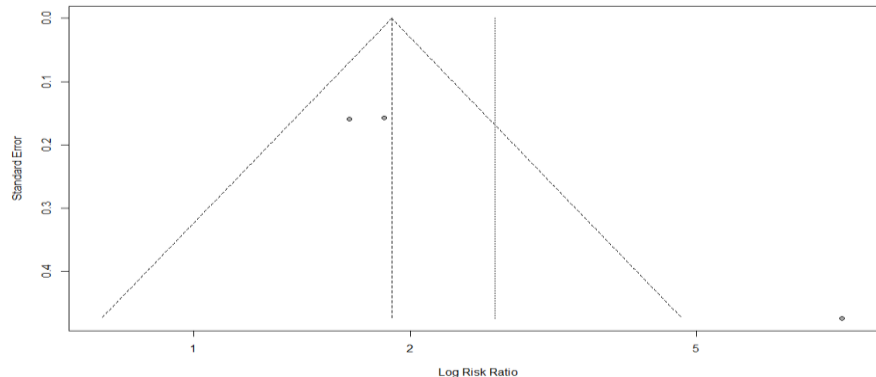
```

**Gambar 3.2.** Ringkasan Hasil Analisis

Berdasarkan Gambar 3.2, hasil dari *random effects model* menunjukkan nilai summary *Risk Ratio* (RR) = 2,6199. Nilai ini signifikan secara statistik ( $p = 0,0333$ ) dengan selang kepercayaan 95% (95% – CI) sebesar [1,0791 – 6,3609]. Hasil ini memberikan interpretasi bahwa risiko kalangan muda (remaja/mahasiswa) yang menggunakan *smartphone* secara berlebihan akan terkena insomnia adalah 2, 6199 kali lebih besar daripada kalangan muda yang menggunakan *smartphone* secara wajar.

*Funnel Plot* (Gambar 3.3) digunakan untuk melihat bias publikasi.

**JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI**  
**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang**  
**Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**



**Gambar 3.3.** *Funnel Plot* (Uji Bias Publikasi)

Pada Gambar 3.3, *Funnel Plot* digunakan untuk mengevaluasi sebaran studi. Dapat dilihat bahwa sebaran dari ketiga penelitian tidak simetris sempurna di sekitar garis *summary effect*. Studi oleh Ningsih & Rahyuni (titik kanan bawah) terlihat berada di luar batas corong (*funnel*), yang menunjukkan besaran efek yang sangat besar dari studi tersebut. Pola asimetris ini konsisten dengan nilai heterogenitas ( $I^2 = 80,0\%$ ) yang terdeteksi dalam analisis, yang menunjukkan bahwa perbedaan antar studi (heterogenitas) merupakan faktor yang signifikan dalam sebaran hasil ini.

#### 4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, yang terbaik adalah menggunakan *random effect model* untuk menghitung *summary effect sizes*. Model ini dipilih karena studi yang dianalisis berasal dari peneliti dan lokasi yang berbeda. Keputusan ini didukung oleh temuan heterogenitas substansial antar studi ( $I^2 = 80,0\%$ ). Hasil analisis gabungan (*summary*) menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* secara berlebihan (durasi lama) secara signifikan meningkatkan risiko insomnia pada kalangan muda. Estimasi *summary risk ratio* (RR) adalah 2,6199 (95% CI: 1,0791 – 6,3609), yang berarti risiko insomnia pada kalangan muda dengan penggunaan *smartphone* berlebihan adalah 2,6199 kali lebih tinggi dibandingkan mereka dengan penggunaan *smartphone* wajar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afandi, A. R., 2024. Pengaruh Game Online terhadap Produktivitas Otak: Antara Hiburan atau Bahaya. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ)*, Vol. 2, No. 8, 354-358.
- [2] Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R., 2009. *Introduction to Meta-Analysis*. John Wiley & Sons.
- [3] Chandra, H. & Makatika, A. Y., 2022. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Insomnia pada Lansia di Panti Sosial Tresna Werda Himo-himo Ternate. *Global Health Science*, Vol. 7, No. 1, 7-13.
- [4] Cumpston, M. S., McKenzie, J. E., Thomas, J., & Brennan, S. E., 2021. The Use of 'PICO for Synthesis' and Methods for Synthesis without Meta-analysis: Protocol for a Survey of Current Practice in Systematic Reviews of Health Interventions. *F1000Research*, Vol. 9, 678.

## JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKADAN KOMPUTASI

**Rezza Debby Kurniawan, Murni Muhzal, Anggy Yulistya Putri, Caecilia Bintang  
Girik Allo, Dina Jumiatul Fitri**

- [5] Han, X., Zhou, E., & Liu, D., 2024. Electronic Media Use and Sleep Quality: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e48356. doi: 10.2196/48356.
- [6] Hidayat, M. T., Nurmaulid, A., Wulandari, D. S., Muto'an, A. S., & Aditya, D., 2024. Hubungan Gelombang Cahaya Lampu dan Cahaya Biru dengan Kualitas Tidur Remaja Dewasa. *Bhinneka: Jurnal Bintang Pendidikan dan Bahasa*, Vol. 2, No. 1, 39-51.
- [7] Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G., 2003. Measuring Inconsistency in Meta-analyses. *BMJ*, Vol. 327, 557–560.
- [8] Indra, I., Hakim, A. A., & Putra, A. D., 2025. Hubungan antara Penggunaan Gadget terhadap Kualitas Tidur Siswa SMA Pertiwi. *Vitamin: Jurnal ilmu Kesehatan Umum*, Vol. 3, No. 1, 268-276.
- [9] Izquierdo-Condoy, J. S., Paz, C., Nati-Castillo, H. A., Gollini-Mihalopoulos, R., Aveiro-Róbaló, T. R., Valeriano Paucar, J. R., Laura Mamami, S. E., Caicedo, J. F., Loaiza-Guevara, V., Mejía, D. C., Salazar-Santoliva, C., Villavicencio-Gomezjurado, M., Hall, C., & Ortiz-Prado, E., 2025. Impact of Mobile Phone Usage on Sleep Quality Among Medical Students Across Latin America: Multicenter Cross-Sectional Study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e60630. doi: 10.2196/60630.
- [10] Li, S., Deng, Y., Cai, L., & Wu, L., 2025. The Relationship Between Smartphone Addiction and Sleep Disorder Among College Students: Negative Emotions as a Mediator and Gender as a Moderator. *Frontiers in Psychiatry*, 16, 1542243. doi: 10.3389/fpsy.2025.1542243.
- [11] Lukman, M., Cahyaningsih, H., Shalahuddin, I., & Rositanti., 2025. Dampak Gangguan Tidur terhadap Kesehatan pada Remaja: A Scoping Review. *Manuju: Malahayati Nursing Journal*, Vol. 7, No. 7, 3045-3058.
- [12] Mutiara, A. L. & Purwati, N. H., 2022. Hubungan Durasi Penggunaan Gadget dengan Kejadian Insomnia pada Remaja di SMK Pelita Ciampea 2 Bogor Tahun 2022. *Perpustakaan Fakultas Ilmu Keperawatan UMJ*.
- [13] Ningsih, V. R. & Rahyuni, V. S., 2023. Analisis Penggunaan Smartphone dan Stres dengan Kejadian Insomnia pada Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Universitas Jambi. *Jurnal Kesmas Jambi (JKMJ)*, Vol. 7, No. 1, 49-54.
- [14] Sihombing, P. R., Arsani, A. M., Mahfirah, T. F., Krisdianto, B. F., & Lameky, V. Y., 2024. *Meta Analysis dalam Berbagai Software*. Minhaj Pustaka.
- [15] Silitonga, J. M. & Anugrahwati, R., 2024. Hubungan Penggunaan Smartphone terhadap Kejadian Insomnia pada Mahasiswa/i di Institut Kesehatan Hermina. *Manuju: Malahayati Nursing Journal*, Vol. 6, No. 8, 3475-3484.
- [16] Valentine, J. C., Pigott, T. D., & Rothstein, H. R. (2010). How many studies do you need? A primer on statistical power for meta-analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 35(2), 215-247.
- [17] Yin, J., Tang, X., Liu, Z., Gong, Y., Yang, H., & Zhang, Y., 2025. Associations Between Both Smartphone Addiction and Objectively Measured Smartphone Use and Sleep Quality and Duration Among University Students: Cross-Sectional Study. *JMIR Mental Health*, 12, e77796. doi: 10.2196/77796.