

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi, pengambilan gambar telah menjadi aktivitas yang mudah diakses melalui perangkat digital seperti ponsel pintar ataupun kamera digital. Proses akuisisi citra pada perangkat tersebut secara umum terjadi melalui proses paparan sensor terhadap cahaya [1]. Setelah cahaya ditangkap, data mentah dari sensor akan melalui berbagai tahap pemrosesan sinyal digital. Proses ini mencakup konversi sinyal analog ke format digital, interpolasi informasi warna, serta penerapan berbagai teknik komputasi untuk meningkatkan kualitas citra, termasuk rekonstruksi warna, reduksi *noise*, dan optimasi kontras citra [2].

Dalam proses akuisisi citra tersebut, berbagai jenis degradasi dapat terjadi akibat faktor lingkungan maupun teknis [3]. Salah satu bentuk degradasi pada citra adalah *noise*, yang umumnya disebabkan oleh keterbatasan sensor atau kondisi pencahayaan rendah (*low-light*) [4]. Selain itu, terdapat pula degradasi blur, yang dapat diakibatkan oleh pergerakan objek atau perangkat akuisisi selama pengambilan gambar (*motion blur*) [5] ataupun diakibatkan karena kesalahan fokus pada objek (*defocus blur*) [6]. Meskipun telah terjadi kemajuan dalam teknologi perangkat akuisisi dan pemrosesan citra, berbagai bentuk degradasi tersebut tetap sulit dihindari karena kompleksitas kondisi dan keragaman faktor yang memengaruhi kualitas citra pada saat akuisisi.

Dari beragam jenis degradasi citra, blur menjadi jenis degradasi yang cukup kompleks dan dapat memengaruhi kualitas citra secara signifikan. Berbeda dengan bentuk degradasi lainnya, blur secara langsung mengubah informasi spasial citra, yang menyebabkan hilangnya ketajaman tepi objek, detail tekstur, serta menurunnya keseluruhan ketajaman citra [5]. Kondisi ini dapat menjadi sangat merugikan, terutama ketika citra digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketelitian visual tinggi, seperti fotografi satelit, analisis forensik, dan pencitraan medis [7]. Kompleksitas karakteristik *blur* serta tingginya frekuensi kemunculannya dalam berbagai situasi akuisisi menunjukkan pentingnya pengembangan metode restorasi citra yang mampu mengembalikan kualitas citra secara efektif.

Untuk mengatasi degradasi *blur*, telah dikembangkan berbagai teknik *deblurring* yang umumnya terbagi menjadi dua kategori: berbasis *Neural Network* (NN) dan non-NN. Metode berbasis NN menggunakan model *deep learning* yang dilatih pada dataset besar untuk mempelajari hubungan antara citra blur dan citra tajam [8]–[11]. Meskipun efektif, metode ini memerlukan sumber daya komputasi tinggi dan data pelatihan yang besar [12]. Sebaliknya, metode non-NN umumnya memformulasikan *deblurring* sebagai masalah optimasi, dengan tujuan mengestimasi kernel blur dan citra tajam [13]. Salah satu pendekatan umum adalah kerangka Maximum a Posteriori (MAP) yang mengintegrasikan informasi prior untuk membimbing proses restorasi [14].

Beragam jenis prior telah diajukan pada penelitian-penelitian sebelumnya untuk mendapatkan proses estimasi kernel yang lebih baik lagi dalam metode *deblurring* berbasis MAP. Beberapa contoh jenis prior yang telah diajukan pada penelitian sebelumnya yaitu *Local Maximum Gradient Prior* [15], *Dark Channel Prior* [16], *Weighted Dark Channel Prior* [17], *Extreme Channel Prior* [18] yang masing-masing mengeksplorasi karakteristik tertentu dari citra untuk dimanfaatkan dalam proses *deblurring*. Penelitian ini secara khusus menyoroti keterbatasan dari implementasi *three-segment prior* [19] yang diketahui kurang efektif dalam menangani kondisi blur campuran (*mixed blur*).

### Tujuan

Penelitian ini mengajukan metode baru untuk *image deblurring* dengan mengintegrasikan regularisasi Local Binary Pattern (LBP) ke dalam kerangka Maximum a Posteriori (MAP). Pendekatan ini ditujukan untuk mengatasi keterbatasan pada metode *three-segment prior*, dengan memanfaatkan kemampuan LBP dalam menangkap informasi tekstur, sehingga dapat meningkatkan proses estimasi *kernel blur* serta kualitas restorasi citra. Integrasi LBP ke dalam kerangka MAP merupakan kontribusi utama dalam penelitian ini dan membedakan metode yang diajukan dari pendekatan *deblurring* berbasis MAP sebelumnya.

### Organisasi Tulisan

Tulisan ini disusun dengan struktur sebagai berikut: Bagian 2 membahas studi terkait mengenai teknik *image deblurring* berbasis pendekatan MAP dengan integrasi prior. Pada Bagian 3, dijelaskan metode MAP dengan regularisasi LBP yang diusulkan. Bagian 4 menyajikan hasil eksperimen beserta analisis performa metode yang diusulkan berdasarkan metrik evaluasi yang telah ditentukan. Terakhir, Bagian 5 menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.