

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Citra merupakan sebuah representasi visual dari suatu objek, orang, atau suasana, dihasilkan oleh perangkat optik seperti cermin, lensa, atau kamera. Citra digital terdiri dari sejumlah elemen-elemen dan masing-masing elemen memiliki lokasi dan nilai tertentu. Pengolahan citra atau *image processing* bertujuan untuk mengambil sejumlah informasi dari suatu citra dan/atau mempersiapkan citra tersebut untuk tugas tertentu. [1] Seiring dengan kemajuan teknologi dan meluasnya pengaplikasian pemrosesan citra, urgensi serta tantangan untuk mengelola citra semakin besar.

Selama bertahun-tahun, teorema *sampling* Shannon-Nyquist menjadi dasar dari sebagian besar protokol *sensing* sinyal, akuisisi sinyal, hingga konversi sinyal analog ke digital yang digunakan hingga saat ini. Berdasarkan teorema Shannon-Nyquist, untuk merekonstruksi sinyal input dengan baik pada saat pengambilan *synchronous sampling*, frekuensi *sampling* harus lebih besar dari Nyquist *rate*. [2]

Dalam banyak pengaplikasian *image processing* sering terjadi kendala untuk menghasilkan kualitas citra yang baik. Citra yang tidak mencukup *sampling rate* yang disebabkan oleh susunan detektor tidak cukup padat sehingga pengukuran sinyal didapatkan tidak lengkap dalam domain frekuensi dan tidak menyerupai atau sama dengan sinyal informasi asli.[3] Salah satu contohnya ialah *astoronomical imaging* yang sangat penting untuk kemajuan astronomi dan fisika. Proses pencitraan dari sumber yang sangat jauh seperti objek astronomi memerlukan sebuah teleskop piringan berdiameter sangat besar dikarenakan kecilnya resolusi sudut objek yang diamati. Sebagai contoh, untuk mencitrakan emisi dengan resolusi radian 10^{-10} dengan panjang gelombang 1,3 mm memerlukan sebuah teleskop dengan panjang diameter sebesar 13.000 km atau sekitar 22% dari keliling bumi di sepanjang khatulistiwa. Untuk mewujudkannya tentu saja sulit, tetapi dengan mengumpulkan

data dari sekelompok teleskop yang tersebar di sekeliling permukaan bumi secara sinkron antar satu sama lain dapat menyamai data sampel yang dihasilkan dari sebuah teleskop berdiameter sama dengan jarak maksimum antar teleskop. Ini yang disebut dengan *Very Long Baseline Interferometry* (VLBI). [4]

Dari teori *compressive sensing* yang telah dikemukakan [5], [6] telah banyak penelitian yang mengulas serta menguji coba pengaplikasiannya. Salah satunya pada penelitian yang dilakukan oleh Yang J. dkk. [7] yang menghasilkan citra resolusi super dari satu citra beresolusi rendah. Citra dengan resolusi rendah direkonstruksi dengan pendekatan *compressive sensing* yaitu dengan melakukan *up-sampling*. Keluarannya berupa citra yang memiliki ukuran yang lebih besar dan ketajaman yang lebih baik dari citra input.

Lalu pada penelitian yang Bouman dkk. lakukan yaitu merekonstruksi citra astronomi dari kumpulan data VLBI dengan menggunakan metode *Continuous High-Resolution Image Reconstruction using Patch priors* (CHIRP). Metode CHIRP menghadirkan formulasi baru dan merupakan pengembangan dari pendekatan Bayesian. Metode ini dapat mengatasi kekurangan dari proses invers pada saat perenkonstruksian citra VLBI. Lalu Bouman dkk. membandingkan metode CHIRP terhadap metode lainnya yaitu *BiSpectrum Maximum Entropy Method* (BSMEM), SQUEEZE, dan CLEAN dengan menggunakan data sintesis dan *real*. Pada penelitian Bouman didapatkan algortime CHIRP mampu mengatasi beragam sumber data, mulai dari gambar benda langit yang sangat sederhana hingga kompleks, tanpa perlu penyesuaian parameter tambahan. Metode CHIRP juga mampu memperoleh nilai MSE yang lebih kecil dibandingkan SQUEEZE dan BSMEM yaitu dengan metode CHIRP didapatkan sebesar 0,02 sedangkan metode SQUEEZE dan BSMEM masing-masing mendapatkan MSE sebesar 0,04 dan 0,03. [9]

Dari penelitian [7] kemudian diteliti lebih lanjut pada penelitian [8] dengan metode super-resolusi (metode Yang) yang dinilai cocok untuk merekonstruksi citra dari sumber informasi frekuensi tidak lengkap (*incomplete frequency information*). Pada penelitian tersebut, *patch* beresolusi rendah-tinggi pada citra pelatihan dipelajari

untuk menghasilkan sebuah *over-complete dictionary*. Kemudian *over-complete dictionary* digunakan untuk memprediksi *patch* beresolusi tinggi pada citra pengujian. Setiap citra pengujian ditargetkan untuk mencapai nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil. Untuk mendapatkan nilai RMSE terkecil, setiap citra pengujian memiliki kondisi variabel yang berbeda-beda, mulai dari jumlah iterasi, jumlah citra pelatihan, hingga nilai *patch factor*. Nilai RMSE terkecil didapatkan sebesar 6,2187 terhadap salah satu dari lima citra yang diuji. Perbedaannya dengan penelitian Yang J. dkk. ialah ukuran citra input dan output adalah sama. Selain itu, citra input mengalami *sampling* acak dalam domain frekuensi dan tidak memperhitungkan *noise*.

Pada penelitian Tugas Akhir ini, peneliti menggunakan pendekatan yang *compressive sensing* [6] metode ℓ_1 -minimization terhadap sumber informasi frekuensi tidak lengkap yaitu citra astronomi VLBI. Metode ℓ_1 -minimization adalah teknik yang dapat digunakan untuk memulihkan sinyal dengan menemukan solusi paling *sparse* yang memenuhi pengukuran. Hasil penelitian yang dilaksanakan adalah memperoleh nilai MSE terkecil yang merupakan perbandingan antara citra asli dan citra hasil rekonstruksi menggunakan metode ℓ_1 -minimization dengan pengaturan tiga variabel antara lain jumlah *patch*, ukuran *codebook*, dan nilai λ sebagai parameter sparsitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, berikut adalah rumusan masalah penyusunan Tugas Akhir (TA).

1. Bagaimana kinerja metode ℓ_1 -minimization terhadap sumber frekuensi yang tidak lengkap dalam melakukan rekonstruksi citra VLBI?
2. Bagaimana perolehan *Mean Squared Root* (MSE) terhadap hasil rekonstruksi dari sumber frekuensi tidak lengkap berupa citra VLBI dengan menggunakan metode ℓ_1 -minimization?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berikut adalah tujuan serta manfaat yang ingin peneliti harapkan dapat tercapai dalam penyusunan Tugas Akhir (TA).

1. Mensimulasikan rekonstruksi citra VLBI menggunakan metode ℓ_1 -*minimization* di MATLAB.
2. Menganalisis hasil rekonstruksi citra VLBI menggunakan metode ℓ_1 -*minimization* di MATLAB serta membandingkannya dengan citra asli dan citra VLBI terrekonstruksi.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah serta tujuan, berikut adalah batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir (TA).

1. Rekonstruksi citra yang digunakan dalam aspek *astronomical imaging*.
2. Pendekatan teori yang digunakan adalah VLBI dan *compressive sensing*.
3. Metode yang digunakan ialah ℓ_1 -*minimization*.
4. Citra yang disimulasikan bersumber dari <https://vlbiimaging.csail.mit.edu/real> dan dalam bentuk format '.png'
5. Simulasi dilakukan pada aplikasi MATLAB r2022b.

1.5 Metode Penelitian

Pekerjaan penelitian dengan harapan untuk mencapai tujuan penyusunan Tugas Akhir dilakukan dan dijabarkan sebagai berikut.

1. Studi literatur.

Peneliti mengumpulkan, menganalisa, dan menerapkan teori-teori citra digital, *image processing*, rekonstruksi sinyal khususnya sinyal dari sumber informasi tidak lengkap, VLBI, dan *compressive sensing* berkaitan dengan metode ℓ_1 -*minimization* juga penelitian-penelitian terdahulu dan terkait dari berbagai jurnal internasional.

2. Perancangan simulasi.

Peneliti merancang alur skematik simulasi.

3. Simulasi hasil rancangan pada MATLAB

Peneliti menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk melakukan simulasi rekonstruksi sinyal yang tidak lengkap dalam domain frekuensi dengan metode ℓ_1 -minimization berdasarkan hasil rancangan yang telah disusun.

4. Pengumpulan serta analisis data hasil simulasi.

Peneliti menganalisis data hasil simulasi terhadap parameter kesuksesan rekonstruksi sinyal digital dan menyusun kesimpulan.

1.6 Jadwal Pelaksanaan

Berikut adalah jadwal pelaksanaan peneliti dalam menyusun Tugas Akhir (TA).

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan TA dan *Milestone*

No.	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
1	Studi Literatur	1 bulan	10 April 2023	Bahan literatur pendukung TA
2	Perancangan sistem rekonstruksi citra	1 bulan	13 Mei 2023	Diagram alur blok dan spesifikasi sistem
3	Simulasi rekonstruksi citra	1 bulan	14 Juni 2023	Simulasi di MATLAB selesai
4	Evaluasi parameter dan analisis	1 bulan	15 Juli 2023	Hasil rekonstruksi citra, mendapatkan nilai MSE, dan analisisnya
5	Penyusunan laporan TA	1 bulan	15 Agustus 2023	Laporan TA selesai