

## DAFTAR ISI

|                                                                                          |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                                                | ii    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                                                 | iii   |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                                                                 | iv    |
| KATA PENGANTAR .....                                                                     | v     |
| DAFTAR ISI.....                                                                          | vi    |
| DAFTAR TABEL.....                                                                        | x     |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                                       | xiii  |
| INTISARI .....                                                                           | xvii  |
| ABSTRACT.....                                                                            | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                                                                  | 1     |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                                  | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                                 | 2     |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                              | 2     |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                                                | 2     |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                                             | 3     |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                                                             | 4     |
| 2.1 Menara Transmisi .....                                                               | 4     |
| 2.1.1 Komponen Menara .....                                                              | 4     |
| 2.1.2 Tipe Menara Transmisi .....                                                        | 10    |
| 2.1.3 Kelompok Batang .....                                                              | 15    |
| 2.2 Perangkat Lunak untuk Menara Transmisi .....                                         | 15    |
| 2.2.1 Ms Tower .....                                                                     | 15    |
| 2.2.2 SAP2000 .....                                                                      | 15    |
| 2.3 Peraturan Desain .....                                                               | 16    |
| 2.3.1 ASCE/SEI 10-15.....                                                                | 16    |
| 2.3.2 <i>ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 74 Third Edition</i> ..... | 16    |
| 2.4 Penelitian Terdahulu .....                                                           | 16    |
| 2.5 Keaslian Penelitian .....                                                            | 17    |
| BAB 3 LANDASAN TEORI .....                                                               | 18    |
| 3.1 Kombinasi Pembebanan Menurut SPLN T5.004:2010 .....                                  | 18    |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Beban Desain .....                                                       | 18 |
| 3.2.1 Faktor Keandalan Relatif .....                                         | 18 |
| 3.2.2 Kasus Pembebanan .....                                                 | 20 |
| 3.2.3 Kombinasi Pembebanan .....                                             | 20 |
| 3.3 Beban Kabel pada Menara Transmisi .....                                  | 21 |
| 3.3.2 Andongan ( <i>Sag</i> ) .....                                          | 22 |
| 3.3.3 Beban Titik .....                                                      | 24 |
| 3.4 Beban Angin pada Menara Transmisi Menurut SNI 1727:2020 .....            | 26 |
| 3.4.1 Kategori Risiko .....                                                  | 26 |
| 3.4.2 Kecepatan Angin Dasar .....                                            | 27 |
| 3.4.3 Faktor Arah Angin .....                                                | 27 |
| 3.4.4 Kategori Eksposur .....                                                | 28 |
| 3.4.5 Faktor Topografi .....                                                 | 29 |
| 3.4.6 Faktor Elevasi Permukaan Tanah .....                                   | 30 |
| 3.4.7 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan .....                             | 30 |
| 3.4.8 Faktor Efek Hembusan Angin .....                                       | 32 |
| 3.4.9 Koefisien Gaya .....                                                   | 32 |
| 3.4.10 Tekanan Kecepatan .....                                               | 33 |
| 3.4.11 Beban Angin Desain .....                                              | 33 |
| 3.5 Beban Angin Menurut ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 74 ..... | 33 |
| 3.5.1 Ketinggian Efektif .....                                               | 33 |
| 3.5.2 Kategori Eksposur .....                                                | 34 |
| 3.5.3 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan .....                             | 34 |
| 3.5.4 Konstanta Kategori Eksposur .....                                      | 35 |
| 3.5.5 Faktor Respon Hembusan Angin .....                                     | 36 |
| 3.5.6 Koefisien Gaya .....                                                   | 36 |
| 3.5.7 Faktor Topografi .....                                                 | 37 |
| 3.5.8 Beban Angin .....                                                      | 37 |
| 3.5.9 Beban Gempa .....                                                      | 37 |
| 3.6 Batasan Keadaan Deformasi .....                                          | 38 |
| 3.6.1 Kontrol Sway (Goyangan) .....                                          | 38 |
| 3.6.2 Kontrol <i>Twist</i> (Puntiran) .....                                  | 38 |
| 3.7 Desain Batang Menurut ASCE 10-15 .....                                   | 38 |
| 3.7.1 Ukuran Minimal .....                                                   | 38 |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.2 Rasio Kelangsingan .....                     | 38        |
| 3.7.3 Desain Tekan .....                           | 39        |
| 3.7.4 Batang Tekan pada Profil Siku .....          | 39        |
| 3.7.5 Batang Tarik .....                           | 42        |
| 3.7.6 Batang Aksial Tekan dan Lentur .....         | 43        |
| 3.7.7 Tarik Aksial dan Lentur .....                | 44        |
| 3.7.8 Balok .....                                  | 44        |
| 3.7.9 Desain Geser .....                           | 46        |
| 3.8 Desain Sambungan Baut Menurut ASCE 10-15 ..... | 47        |
| 3.8.1 Pengencang .....                             | 47        |
| 3.8.2 Tegangan Tumpu Desain .....                  | 48        |
| 3.8.3 Lubang Tambahan .....                        | 50        |
| 3.9 Desain Sambungan Las Menurut AWS D1.1 .....    | 50        |
| 3.9.1 Luas Efektif .....                           | 50        |
| 3.9.2 Batasan .....                                | 50        |
| 3.9.3 Kekuatan Desain .....                        | 51        |
| <b>BAB 4 METODE PENELITIAN .....</b>               | <b>52</b> |
| 4.1 Lokasi Penelitian .....                        | 52        |
| 4.2 Prosedur Penelitian .....                      | 53        |
| 4.2.1 Diagram Alir Penelitian .....                | 53        |
| 4.2.2 Langkah Penelitian .....                     | 54        |
| 4.3 Alat dan Data Penelitian .....                 | 61        |
| 4.3.1 Alat Penelitian .....                        | 61        |
| 4.3.2 Data Penelitian .....                        | 61        |
| 4.4 Metode Analisis pada Menara Transmisi .....    | 62        |
| 4.4.1 Elemen <i>Truss</i> .....                    | 62        |
| 4.4.2 Elemen <i>Beam</i> .....                     | 62        |
| <b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b> | <b>63</b> |
| 5.1 Perhitungan Pembebanan .....                   | 63        |
| 5.1.1 Kecepatan Angin .....                        | 63        |
| 5.1.2 Beban Angin .....                            | 68        |
| 5.1.3 Beban Kabel .....                            | 77        |
| 5.2 Hasil Analisis Perangkat Lunak .....           | 96        |
| 5.2.1 Beban pada Menara Transmisi .....            | 96        |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.2 Reaksi Tumpuan .....                                                       | 97  |
| 5.2.3 Berat Struktur.....                                                        | 99  |
| 5.3 Analisis Kestabilan dan Kekuatan Struktur .....                              | 103 |
| 5.3.1 Kontrol Kestabilan Struktur.....                                           | 103 |
| 5.3.2 Kontrol Kekuatan Struktur.....                                             | 108 |
| 5.4 Perbaikan Struktur Menara Transmisi .....                                    | 120 |
| 5.5 Perbandingan Kapasitas Batang Sebelum Diperkuat.....                         | 123 |
| 5.5.1 Batang <i>Leg</i> dengan Analisis <i>Beam Element</i> pada SAP2000 .....   | 123 |
| 5.5.2 Batang <i>Leg</i> dengan Analisis <i>Truss Element</i> pada Ms Tower ..... | 124 |
| 5.6 Contoh Perhitungan Kapasitas Batang dan Sambungan.....                       | 126 |
| 5.6.1 Batang Tekan .....                                                         | 126 |
| 5.6.2 Batang Tarik .....                                                         | 128 |
| 5.6.3 Sambungan.....                                                             | 132 |
| BAB 6 Kesimpulan dan Saran .....                                                 | 138 |
| 6.1.1 Kesimpulan .....                                                           | 138 |
| 6.1.2 Saran .....                                                                | 138 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                             | 140 |
| LAMPIRAN.....                                                                    | 142 |
| Lampiran 1 .....                                                                 | 143 |
| Lampiran 2 .....                                                                 | 153 |
| Lampiran 3 .....                                                                 | 164 |
| Lampiran 4 .....                                                                 | 167 |
| Lampiran 5 .....                                                                 | 171 |
| Lampiran 6 .....                                                                 | 173 |
| Lampiran 7 .....                                                                 | 175 |
| Lampiran 8 .....                                                                 | 186 |
| Lampiran 9 .....                                                                 | 188 |
| Lampiran 10 .....                                                                | 192 |
| Lampiran 11 .....                                                                | 194 |