



## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                      | i   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                                 | ii  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b>                                 | iii |
| <b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR</b>                            | iv  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                                | v   |
| <b>INTISARI</b>   | vi  |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                     | vii |
| <b>DAFTAR ISI</b>   | ix  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                      | xii |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                                       | xiv |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                                    | xv  |
| <br>  |     |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                  |     |
| 1.1. Latar Belakang                                       | 1   |
| 1.2. Pembatasan Masalah                                   | 2   |
| 1.3. Tujuan Penelitian                                    | 3   |
| 1.4. Manfaat Penelitian                                   | 4   |
| <br>  |     |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>                              |     |
| 2.1. Baja Karbon  | 5   |
| 2.1.1. Baja karbon rendah dengan 0,3 % C                  | 5   |
| 2.1.2. Baja karbon sedang dengan 0,3 – 0,6 % C            | 6   |
| 2.1.3. Baja karbon tinggi dengan 0,6 – 1,7 % C            | 7   |
| 2.2. Diagram Besi – Karbon                                | 8   |
| 2.3. Pertumbuhan Struktur Mikro Pada Paduan Besi – Karbon | 11  |
| 2.3.1. Baja eutektoid                                     | 11  |
| 2.3.2. Baja hipoeutektoid                                 | 12  |
| 2.3.3. Baja hipereutektoid                                | 14  |



|  |    |
|--|----|
| 2.4. Perubahan Struktur Mikro dan Sifat-sifat Mekanik Paduan Besi Karbon | 15 |
| 2.4.1. Diagram TTT   | 16 |
| 2.4.2. Besar butir austenit  | 19 |
| 2.4.3. Perubahan austenit ke perlit                                      | 20 |
| 2.4.4. Perubahan austenit ke bainit                                      | 22 |
| 2.4.5. Perubahan austenit ke martensit                                   | 23 |
| 2.5. Penemperan Martensit  | 25 |
| 2.5.1. Tempering pada baja   | 25 |
| 2.6. Korosi  | 27 |
| 2.6.1. Korosi elektro kimia  | 28 |
| 2.6.2. Tipe-tipe korosi  | 29 |
| 2.6.2.1. Korosi seragam ( <i>uniform corrosion</i> )                     | 29 |
| 2.6.2.2. Korosi sumuran ( <i>pitting corrosion</i> )                     | 30 |
| 2.6.2.3. Korosi celah ( <i>crevice corrosion</i> )                       | 31 |
| 2.6.2.4. Korosi galvanik ( <i>galvanik corrosion</i> )                   | 32 |
| 2.6.2.5. Peluluhan selektif ( <i>selective leaching</i> )                | 34 |
| 2.6.2.6. Korosi erosi ( <i>erosion corrosion</i> )                       | 35 |
| 2.6.2.7. Peretakan lingkungan ( <i>environmental cracking</i> )          | 35 |
| 2.6.2.7.1. Peretakan korosi tegangan (SCC)                               | 36 |
| 2.6.2.7.2. Korosi kelelahan ( <i>fatigue corrosion</i> )                 | 36 |
| 2.6.2.7.3. Penggetasan hidrogen ( <i>hydrogen embrittlement</i> )        | 37 |
| 2.6.2.8. Korosi intergranular ( <i>intergranular corrosion</i> )         | 38 |
| 2.6.3. Laju korosi   | 38 |
| 2.6.3.1. Pengeplotan E/log I   | 39 |
| 2.6.4. Sifat-sifat korosi pada besi dan baja                             | 41 |
| 2.6.4.1. Pengaruh unsur-unsur utama besi karbon                          | 42 |
| 2.6.4.1.1. Karbon  | 42 |
| 2.6.4.1.2. Mangan  | 43 |
| 2.6.4.1.3. Fosfor  | 44 |
| 2.6.4.1.4. Silikon   | 45 |
| 2.6.4.1.5. Sulfur  | 45 |



|   |    |
|---|----|
| 2.6.4.2. Pengaruh perlakuan panas             | 45 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>          |    |
| 3.1. Bahan dan Peralatan                      | 47 |
| 3.1.1. Jenis bahan                            | 47 |
| 3.1.2. Peralatan penelitian                   | 47 |
| 3.2. Jumlah Spesimen Penelitian               | 48 |
| 3.3. Tempat Penelitian                        | 48 |
| 3.4. Langkah-Langkah Penelitian               | 49 |
| 3.4.1. Pembuatan spesimen uji                 | 49 |
| 3.4.2. Perlakuan panas                        | 49 |
| 3.4.3. Pengujian tarik                        | 50 |
| 3.4.4. Uji mikrostruktur                      | 51 |
| 3.4.5. Uji kekerasan                          | 52 |
| 3.4.6. Pengujian korosi                       | 53 |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> |    |
| 4.1. Data Hasil Penelitian                    | 57 |
| 4.1.1. Data hasil uji tarik                   | 57 |
| 4.1.2. Hasil uji kekerasan Vickers            | 58 |
| 4.1.3. Hasil pengamatan foto struktur mikro   | 60 |
| 4.2. Pembahasan Sifat Fisis – Mekanik         | 66 |
| 4.3. Data Hasil Uji Korosi dan Pembahasan     | 67 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>             |    |
| 5.1. Kesimpulan                               | 72 |
| 5.2. Saran                                    | 73 |
| Daftar Pustaka                                | 74 |
| Lampiran                                      | 76 |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Kandungan karbon dan sifat penggunaannya                               | 7  |
| Gambar 2.2. Efek karbon pada kekuatan dan keuletan baja                            | 8  |
| Gambar 2.3. Diagram fasa besi – karbida besi                                       | 8  |
| Gambar 2.4. Perlit pada baja eutektoid   | 11 |
| Gambar 2.5. Skema mikrostruktur baja hipoeutektoid %Co                             | 13 |
| Gambar 2.6. Perlit dan proeutektoid ferit baja 0,38 %C                             | 13 |
| Gambar 2.7. Perlit dan proeutektoid sementit baja 1,4 %C                           | 14 |
| Gambar 2.8. Skema mikrostruktur baja hipereutektoid %C <sub>1</sub>                | 15 |
| Gambar 2.9. Diagram TTT baja eutektoid   | 16 |
| Gambar 2.10. Diagram TTT baja SAE 1045   | 17 |
| Gambar 2.11. Efek kadar karbon pada suhu Ms dan Mf baja                            | 18 |
| Gambar 2.12. Nukleasi dan pertumbuhan perlit                                       | 21 |
| Gambar 2.13. Tetragonal pemusatan ruang, $c > a$                                   | 23 |
| Gambar 2.14. Variasi tetragonalitas martensit terhadap kandungan karbon            | 24 |
| Gambar 2.15. Kekerasan martensit baja karbon vs kandungan karbon                   | 25 |
| Gambar 2.16. Skema proses <i>quenching</i> – <i>tempering</i> baja karbon          | 26 |
| Gambar 2.17. Efek suhu temper pada kekerasan baja <i>quench</i>                    | 27 |
| Gambar 2.18. Sel galvanik  | 28 |
| Gambar 2.19. Korosi seragam  | 30 |
| Gambar 2.20. Variasi bentuk-bentuk sumuran   | 30 |
| Gambar 2.21. Mekanisme Fontana – Greene pada korosi celah                          | 31 |
| Gambar 2.22. Deret galvanik dalam air laut   | 32 |
| Gambar 2.23. <i>Dealloying</i>   | 34 |
| Gambar 2.24. kurva <i>stress vs cycle</i>  | 37 |
| Gambar 2.25. Pengeplotan E/log I   | 39 |
| Gambar 2.26. Pengaruh perubahan lingkungan terhadap korosi baja karbon di air laut | 42 |
| Gambar 2.27. Efek kadar karbon vs <i>corrodibility</i> pada baja karbon            | 43 |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.28. Efek suhu penemperan dalam 1 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 45 |
| Gambar 3.1. Spesimen uji tarik standard JIS                                | 51 |
| Gambar 3.2. Spesimen uji mikrostruktur / kekerasan                         | 52 |
| Gambar 3.3. Spesimen uji korosi  | 54 |
| Gambar 4.1. Hubungan suhu temper vs kekuatan tarik                         | 58 |
| Gambar 4.2. Hubungan suhu temper vs regangan                               | 58 |
| Gambar 4.3. Hubungan suhu temper vs kekerasan                              | 60 |
| Gambar 4.4. Foto struktur mikro <i>raw material</i>                        | 61 |
| Gambar 4.5. Foto struktur mikro <i>oil quenching</i>                       | 62 |
| Gambar 4.6. Foto struktur mikro temper 200 °C                              | 63 |
| Gambar 4.7. Foto struktur mikro temper 300 °C                              | 64 |
| Gambar 4.8. Foto struktur mikro temper 400 °C                              | 65 |
| Gambar 4.9. Grafik Tafel S 45 C tanpa perlakuan pada medium NaCl 1 %       | 67 |
| Gambar 4.10. Grafik Tafel S 45 C oil quenching pada medium NaCl 1 %        | 68 |
| Gambar 4.11. Grafik Tafel S 45 C temper 200 °C pada medium NaCl 1 %        | 68 |
| Gambar 4.12. Grafik Tafel S 45 C temper 300 °C pada medium NaCl 1 %        | 68 |
| Gambar 4.13. Grafik Tafel S 45 C temper 400 °C pada medium NaCl 1 %        | 69 |
| Gambar 4.14. Hubungan jenis sampel uji dengan laju korosi                  | 70 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1. Potensial-potensial reduksi baku               | 29 |
| Tabel 2.2. Efek fosfor terhadap <i>corrodibility</i> baja | 44 |
| Tabel 3.1. Data bahan penelitian                          | 47 |
| Tabel 3.2. Macam dan jumlah spesimen penelitian           | 48 |
| Tabel 4.1. Hasil uji tarik Tarno                          | 57 |
| Tabel 4.2. Hasil uji kekerasan Vickers                    | 59 |
| Tabel 4.3. Hasil perhitungan laju korosi                  | 70 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran A –1. Tabel sifat Bahan Logam dan<br>Unsur Kimia Baja Karbon                                   | 76 |
| Lampiran B –1. Grafik Tafel S 45 C Tanpa Perlakuan Panas<br>Pada Larutan NaCl 1%                        | 77 |
| Lampiran B –2. Grafik Tafel S 45 C <i>Oil Quenching</i><br>Suhu Austenisasi 900 °C Pada Larutan NaCl 1% | 78 |
| Lampiran B –3. Grafik Tafel S 45 C <i>Oil Quenching – Temper 200 °C</i><br>Pada Larutan NaCl 1%         | 79 |
| Lampiran B –4. Grafik Tafel S 45 C <i>Oil Quenching – Temper 300 °C</i><br>Pada Larutan NaCl 1%         | 80 |
| Lampiran B –5. Grafik Tafel S 45 C <i>Oil Quenching – Temper 400 °C</i><br>Pada Larutan NaCl 1%         | 81 |
| Lampiran C –1. Spesimen Uji   | 82 |
| Lampiran D –1. Peralatan Penelitian   | 83 |