

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	<i>ii</i>
DAFTAR ISI	<i>iii</i>
DAFTAR LAMPIRAN	<i>vi</i>
DAFTAR TABEL	<i>vi</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>vii</i>
RINGKASAN	<i>xi</i>
BAB I PENDAHULUAN	<i>1</i>
1.1. Latar Belakang	<i>1</i>
1.2. Rumusan Masalah	<i>4</i>
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	<i>5</i>
1.4. Tujuan Penelitian	<i>6</i>
1.5. Manfaat Penelitian	<i>6</i>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	<i>8</i>
2.1. Penelitian Pengembangan CAD Batik	<i>8</i>
2.2. Penelitian Mesin CNC Batik	<i>11</i>
2.2.1. Pengembangan Mesin CNC	<i>11</i>
2.2.2. Integrasi Sistem Manufaktur	<i>13</i>
2.3. Penelitian Integrasi Sistem Desain dan Manufaktur	<i>14</i>
2.3.1. Integrasi CAD CAM	<i>14</i>
2.3.2. <i>Cloud Based/ Cloud Manufacturing (CM)</i>	<i>15</i>
2.3.3. Integrasi dalam Industri Batik	<i>16</i>
2.3.4. Pengukuran Kinerja Integrasi Sistem	<i>17</i>
2.4. Penelitian Pengembangan dan Usabilitas <i>Software Platform</i>	<i>18</i>
2.4.1. <i>Website E-Commerce</i> Batik	<i>18</i>
2.4.2. <i>Algoritma</i> Penentuan Biaya dan Waktu Produksi	<i>19</i>
2.4.3. Pengujian Usabilitas dan <i>User Experience (UX)</i>	<i>20</i>
2.5. Penelitian tentang Penjadwalan <i>Flowshop</i>	<i>21</i>
2.6. Keaslian Penelitian	<i>25</i>
BAB III LANDASAN TEORI	<i>28</i>
3.1. Batik	<i>28</i>
3.1.1. Jenis Batik dan Proses Pembuatan	<i>28</i>
3.1.2. Preferensi Konsumen Batik	<i>30</i>
3.2. <i>Software CAD (Computer Aided Design) Custom Design</i> Batik	<i>30</i>
3.2.1. CAD Batik Karakter	<i>30</i>
3.2.2. <i>Custom Design</i> Batik	<i>31</i>

3.3. Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>) Batik Tulis	31
3.4. Integrasi Sistem Desain dan Manufaktur dengan Teknologi Informasi	33
3.4.1. <i>Model Integrasi</i>	33
3.4.2. <i>CIM (Computer Integrated Manufacturing)</i>	35
3.4.3. <i>CM/ CMfg (Cloud Manufacturing)</i>	37
3.4.4. <i>Sistem Informasi Berbasis Website/ Cloud</i>	39
3.4.5. <i>Parameter Hasil Integrasi</i>	41
3.5. User Experience (UX)	42
3.5.1. <i>Pengertian UX dan UI</i>	42
3.5.2. <i>Tahapan UX Research</i>	43
3.5.3. <i>User Centered Design (UCD)</i>	43
3.5.4. <i>Eyetracking</i>	44
3.6. Usabilitas (<i>Usability</i>)	46
3.6.1. <i>Dimensi Usabilitas</i>	46
3.6.2. <i>Usability Testing</i>	48
3.6.3. <i>Usability Problem</i>	48
3.6.4. <i>Prinsip Usability</i>	49
3.6.5. <i>Pendekatan Usability</i>	49
3.6.6. <i>Metode Usabilitas</i>	49
a) <i>Performance Measurement</i>	50
b) <i>Heuristic Evaluation (HE)</i>	50
c) <i>Online Usability Studies</i>	51
3.6.7. <i>Pengukuran Efektivitas dan Efisiensi Berdasarkan ISO/IEC 25022</i>	52
3.7. Integrasi Sistem Manufaktur dengan SCADA	52
3.7.1. <i>Definisi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)</i>	52
3.7.2. <i>Komponen SCADA</i>	53
3.7.3. <i>Kategori SCADA</i>	54
3.7.4. <i>SCADA Software</i>	55
3.8. Decision Support System (DSS)	56
3.8.1. <i>Definisi DSS</i>	56
3.8.2. <i>Job Order Cost</i>	57
3.8.3. <i>Penjadwalan</i>	57
BAB IV METODE PENELITIAN	60
4.1. Tema dan Obyek Penelitian	60
4.2. Studi Pendahuluan dan Studi Literatur	63
4.3. Pengembangan Sistem Desain (Platform Batik 4.0)	64
4.3.1. <i>Menentukan Konteks Penggunaan</i>	64
4.3.2. <i>Menentukan Kebutuhan Pengguna</i>	65
4.3.3. <i>Merancang Solusi</i>	66
4.3.4. <i>Mengevaluasi Solusi yang Diusulkan</i>	67
4.4. Pengembangan Sistem Manufaktur dengan Standar SCADA	67
5.3.1. <i>Identifikasi Sistem</i>	67
5.3.2. <i>Pemilihan SCADA Software</i>	67
5.3.3. <i>Persiapan Alat dan Bahan</i>	67
5.3.4. <i>Instalasi dan Konfigurasi CNC Mesin Batik Tulis dengan SCADA</i>	68



5.3.5.	Ujicoba CNC Mesin Batik Tulis dengan SCADA	68
4.5.	Konfigurasi <i>Cloud Server</i> untuk Integrasi Desain dan Manufaktur	68
4.5.1.	Pengumpulan Kebutuhan	68
4.5.2.	Desain Integrasi Sistem	69
4.5.3.	Konfigurasi <i>Cloud Server</i>	70
4.5.4.	<i>Unit Testing</i> dan Integrasi	71
4.5.5.	Pengujian Sistem	71
4.6.	Uji Usabilitas dan UX	71
4.6.1.	<i>Formative Test</i>	72
4.6.2.	<i>Summative Test</i>	74
a.	<i>Pilot Study</i>	74
b.	<i>Performance Measurement</i>	75
c.	<i>Heuristic Evaluation</i>	76
4.7.	Melakukan Perbaikan Sistem Penjadwalan (<i>Schedulling</i>)	76
4.7.1.	Identifikasi Masalah	76
4.7.2.	Penetapan Tujuan	77
4.7.3.	Mengembangkan Model Konseptual	77
4.7.4.	Melakukan Uji	77
4.8.	Analisis dan Penarikan Kesimpulan	77
4.9.	Alat dan Bahan	77
BAB V	<i>HASIL DAN PEMBAHASAN</i>	79
5.1.	Hasil Studi Awal Usabilitas <i>Eye-Tracking</i> (<i>Website Batik E-commerce</i>)	79
5.1.1.	Metode Penelitian	80
5.1.2.	Proses Validasi dan Kalibrasi	83
5.1.3.	Hasil Studi	85
5.1.4.	Rekomendasi Studi	89
5.2.	Hasil Pengembangan Sistem Desain (<i>Platform Batik 4.0</i>)	91
5.2.1.	Identifikasi Sistem <i>Existing</i>	92
5.2.2.	Metode Pengembangan Sistem	95
5.2.3.	Proses Pengembangan Sistem	96
5.2.4.	Pengembangan Versi Desktop <i>User Interface (UI)</i>	99
5.2.5.	Hasil Pengujian Usabilitas Versi Desktop untuk <i>User Customer</i>	104
5.2.6.	Hasil Pengembangan <i>Mobile Interface UI/UX</i>	106
5.2.7.	Hasil Pengujian <i>Mobile Interface UI/UX</i>	110
5.3.	Hasil Pengembangan Sistem Manufaktur (<i>Platform Batik 4.0</i>)	112
5.3.1.	Identifikasi Sistem	112
5.3.2.	Pengembangan Sistem Berbasis SCADA <i>Software</i>	113
5.3.3.	Instalasi dan Konfigurasi CNC Mesin Batik Tulis	114
5.3.4.	Ujicoba Sistem Manufaktur Berbasis SCADA	116
5.4.	Hasil Konfigurasi <i>Cloud Server</i> untuk Integrasi Desain dan Manufaktur	119
5.4.1.	Desain Konfigurasi	119
5.4.2.	Alur Data dan Informasi (<i>Cloud Manufacturing</i>)	122
5.4.3.	Hasil Desain Konfigurasi	126
5.4.4.	Hasil Integrasi Manufaktur	129



5.5. Hasil Uji Usabilitas dan UI/UX Batik 4.0 (4 User)	131
5.5.1. Responden Penelitian	132
5.5.2. Hasil Pengujian Usabilitas Awal (<i>Formative Test</i>)	134
5.5.3. Analisis Hasil Rekomendasi dan Perbaikan	137
5.5.4. Hasil Perbaikan Usabilitas Akhir (<i>Summative Test</i>)	140
5.6. Hasil Perbaikan Algoritma Sistem Penjadwalan (<i>Schedulling</i>)	144
5.6.1. Hasil Identifikasi Kebutuhan	144
5.6.2. Penetapan Tujuan	145
5.6.3. Hasil Pengembangan Model Konseptual	145
5.6.4. Hasil Pengujian Kesesuaian Model	149
5.6.5. Kontribusi Teoritis	154
5.7. Hasil Uji Integrasi Desain dan Manufaktur	155
5.7.1. Skenario Pengujian	155
5.7.2. Visualisasi dan Monitoring Jadwal	158
5.7.3. Perbandingan Penanganan Order secara Manual dan Sistem Batik 4.0	163
5.7.4. Evaluasi Kinerja Sistem	166
5.7.5. Hasil Evaluasi Usabilitas Akhir (<i>Summative</i>)	172
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	180
6.1. Kesimpulan	180
6.2. Saran	181
DAFTAR PUSTAKA	182
LAMPIRAN	192

DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran 1. Detail Pengujian Usabilitas</i>	192
<i>Lampiran 2. Analisis Perhitungan Cost-Benefit dan Kelayakan Sistem</i>	196
<i>Lampiran 3. Potensi Gangguan dan Rekomendasi Perbaikan dalam Batik 4.0</i>	200

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Metrik Penelitian (Reference Matrix)	23
Tabel 3. 1. Perbedaan antara CIM, CPS dan CM (Yu et al., 2015)	39
Tabel 3. 2. Jumlah Responden Metode Eyetracking	45
Tabel 3. 3. Prinsip Dasar Heuristik oleh Nielsen (1993)	50
Tabel 3. 4. Pengukuran Metriks Pengujian Usabilitas (Tullis & Albert, 2013).....	51
Tabel 3. 5. Pengukuran Efektivitas dan Efisiensi Berdasarkan ISO/IEC 25022 (2016)....	52
Tabel 4. 1. Analisis Konteks Pengguna	65
Tabel 4. 2. Atribut Usabilitas Metode Eyetracking (Nielsen & Pernice, 2010).....	72
Tabel 4. 3. Atribut Usabilitas (Nielsen, 1993)	75
Tabel 4. 4. Alat dan Bahan Penelitian.....	78

Tabel 5. 1. Data Penelitian	81
Tabel 5. 2. Atribut Usabilitas	82
Tabel 5. 3. Pertanyaan dan Jawaban Responden Penelitian Eye-Tracking.....	87
Tabel 5. 4. Rekapitulasi GazeReplay	88
Tabel 5. 5. Hasil Perhitungan Waktu Gaze Plot.....	89
Tabel 5. 6. Atribut Usabilitas	96
Tabel 5. 7. Analisis Konteks Pengguna	97
Tabel 5. 8. Analisis Kebutuhan Pengguna	97
Tabel 5. 9. Hasil Pengujian Usabilitas Aspek Lainnya	105
Tabel 5. 10. Data Temuan Masalah oleh <i>Expert</i>	110
Tabel 5. 11. Hasil UEQ-S pada Batik 4.0 Mobile.....	110
Tabel 5. 12. Short UEQ Scales.....	111
Tabel 5. 13. Identifikasi SCADA Software	113
Tabel 5. 14. Jenis Operator Produksi	114
Tabel 5. 15. Tingkat Kemiripan Desain dan Hasil Manufaktur Batik	129
Tabel 5. 16. Rekomendasi Perbaikan Hasil HE (<i>Customers</i>)	135
Tabel 5. 17. Rekomendasi Perbaikan User Admin	136
Tabel 5. 18. Rekomendasi Perbaikan User Operator	136
Tabel 5. 19. Task Time Operator	141
Tabel 5. 20. Task Time Admin	141
Tabel 5. 21. Tabel Karakterisasi Sistem.....	144
Tabel 5. 22. Simulasi Jumlah Kerusakan Mesin	149
Tabel 5. 23. Detail Data Kerusakan Mesin Batik.....	150
Tabel 5. 24. Hasil Pengujian Kesesuaian Model Tahun 2023 (Sebelum Implementasi) ..	152
Tabel 5. 25. Hasil Pengujian Kesesuaian Model Tahun 2024 (Setelah Implementasi)	153
Tabel 5. 26. Perbandingan Kinerja Algoritma Penjadwalan.....	154
Tabel 5. 27. Skenario Pengujian Sistem Penjadwalan	156
Tabel 5. 28. Perhitungan Waktu (Task Time) Rekayasa Ulang Proses Bisnis	165
Tabel 5. 29. Perbandingan Pengujian Sistem Penanganan Order	165
Tabel 5. 30. Data Keandalan Sistem	167
Tabel 5. 31. Data Transaksi Penjadwalan Produksi	168
Tabel 5. 32. Task Time Admin	173
Tabel 5. 33. Task Time Operator	174
Tabel 5. 34. Task Time Customer.....	175
Tabel 5. 35. Hasil Pengukuran Efektivitas dan Efisiensi (ISO/IEC 25022).....	176
Tabel 5. 36. Hasil Pengujian Usabilitas Aspek Lainnya (Customer).....	177
Tabel 5. 37. Data <i>Memorability</i> Pengguna.....	177
Tabel 5. 38. Hasil Pengujian Usabilitas Aspek <i>Satisfaction</i> (Operator dan Admin)	178
Tabel 5. 39. Hasil Pengujian Usabilitas Aspek <i>Satisfaction</i> (Customer).....	179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Penelitian terkait CAD motif batik berbasis website	9
Gambar 2. 2. CAD Custom Design Batik oleh Shobri (2019) dengan Database.....	10
Gambar 2. 3. CAD Custom Batik dengan Simulasi Warna dan Perhitungan Biaya.....	10
Gambar 2. 4. Mesin Batik Tulis	12
Gambar 2. 5. Mesin CNC untuk Manufaktur Batik Butimo	12
Gambar 2. 6. Konfigurasi CNC pada Cloud (Martinov et al., 2020)	13



Gambar 2. 7. Integrasi Desain dan Manufaktur	14
Gambar 2. 8. Integrasi CAD CAM pada Industri Keramik (Fergawan et al, 2020)	15
Gambar 2. 9. <i>Cloud Manufacturing</i> untuk Perancangan Tata Letak (Sutanto, 2016).....	16
Gambar 2. 10. Integrasi Desain dan Manufaktur Batik.....	17
Gambar 2. 11. Penelitian E-Commerce Batik	18
Gambar 2. 12. Model Konseptual Penentuan Harga dan Waktu Produksi (2021).....	19
Gambar 2. 13. Metode Algoritma FCFS oleh Goel and Garg (2012).....	22
Gambar 2. 14. Diagram Skema Produksi dan Encoding Algoritma	22
Gambar 2. 15. Paten Teknologi Batik.....	27
Gambar 3. 1. Komponen Sistem CNC oleh Pearson (2012).....	32
Gambar 3. 2. CNC Batik Tulis oleh Setiawan dan Sudiarso (2019C)	33
Gambar 3. 3. CAD/CAM (Zeid, 2004)	33
Gambar 3. 4. Alternatif Hubungan Integrasi Antara Desain dan Manufaktur	35
Gambar 3. 5. Scope dari CIM (Groover, 2015)	36
Gambar 3. 6. Elemen-elemen CIM (Radhakrishnan et al., 2008).....	36
Gambar 3. 7. Level integrasi CIM (Radhakrishnan et al., 2008)	37
Gambar 3. 8. Prinsip CM (Tao et al., 2011).....	38
Gambar 3. 9. Arsitektur REST Web Service (Fielding, 2000)	40
Gambar 3. 10. Tahapan UCD oleh ISO 9241 – 210 (2010).....	44
Gambar 3. 11. Eyetracking (Nielsen & Pernice, 2010).....	45
Gambar 3. 12. Perbandingan Proses Learnability (Nielsen, 1993)	46
Gambar 3. 13. Analisis Kuesioner SUS Score (Brooke, 1996).....	47
Gambar 3. 14. Online Usability Studies (Tullis & Albert, 2013)	51
Gambar 3. 15. Blok Perancangan Sistem SCADA (Wicaksono, 2011).....	54
Gambar 3. 16. SCADA Software Populer	56
Gambar 4. 1. Tahapan Penelitian	61
Gambar 4. 2. Segmentasi Pasar Batik 4.0	62
Gambar 4. 3. Proses Bisnis yang Diusulkan (Swimlane Diagram).....	66
Gambar 4. 4. Rancangan Desain Integrasi Batik 4.0	69
Gambar 4. 5. Use Case Diagram.....	70
Gambar 4. 6. Desain Usability Study Metode Eyetracking pada Batik 4.0	73
Gambar 5. 1. Tahapan Metodologi Penelitian.....	81
Gambar 5. 2. <i>GazeRecorder Calibration and Validation Process</i>	83
Gambar 5. 3. Data Heatmap dari Software GazeRecorder	86
Gambar 5. 4. Data GazeReplay (GazeRecorder)	87
Gambar 5. 5. Data Gaze Plot dari Software GazeRecorder	88
Gambar 5. 6. Diagram Alir Perkiraan Waktu Produksi dan Pengiriman	92
Gambar 5. 7. Perbaikan Skema Penentuan Harga Kain Berdasarkan Jenis dan Ukuran	93
Gambar 5. 8. Perbaikan Skema Harga Warna Berdasarkan Teknik, Jenis dan Jumlah	94
Gambar 5. 9. Tahapan Desain Eksperimen	95
Gambar 5. 10. State Diagrams Desain CAD Custom Batik Baru (Customer).....	99
Gambar 5. 11. Prototype CAD Custom Batik (Dashboard Customer)	100
Gambar 5. 12. Halaman Buat Desain (Dashboard Customer)	100
Gambar 5. 13. Generator Desain Batik Custom.....	101
Gambar 5. 14. Proses Pemesanan Batik Custom	101
Gambar 5. 15. Tampilan Tracking Order dan Estimasi Waktu Transaksi Pelanggan	102



Gambar 5. 16. Prototype CAD Custom Batik (Operator)	102
Gambar 5. 17. Prototype CAD Custom Batik (Manager/ Administrator)	103
Gambar 5. 18. Prototype CAD Custom Batik (Owner)	103
Gambar 5. 19. Learnability Curve.....	104
Gambar 5. 20. (a-b). Memorability Curve	104
Gambar 5. 21. Alur Kerja Sistem Pembayaran	107
Gambar 5. 22. Wireframe Login, Beranda Low Fidelity UI Design	107
Gambar 5. 23. High Fidelity Splash Screen, Login Page, Homepage, Notification	108
Gambar 5. 24. Design, Order Detail Popup, Technique Color, Shopping Cart, Delete....	108
Gambar 5. 25. Metode Pembayaran, Menunggu Pembayaran, Detail Pesanan, Lacak	109
Gambar 5. 26. High Fidelity Pembayaran DP, Tagihan Lunas, Pesanan.....	109
Gambar 5. 27. Batik 4.0 Mobile Benchmark	111
Gambar 5. 28. Diagram Integrasi Sistem Manufaktur (SCADA Integrated) (Zeid, 2004).....	112
Gambar 5. 29. Alur Proses Produksi	114
Gambar 5. 30. Mesin CNC Batik (Butimo.co) termasuk Frame Batik	115
Gambar 5. 31. Operator Proses Produksi Batik	116
Gambar 5. 32. Tampilan Antrian Produksi	117
Gambar 5. 33. Tampilan Antrian Mesin Pada Operator Produksi Canting Mesin.....	117
Gambar 5. 34. Tampilan Gant Chart Proses Produksi Batik.....	118
Gambar 5. 35. Tampilan Gant Chart untuk 1 Mesin.....	118
Gambar 5. 36. Alur Kerja Mesin CNC	119
Gambar 5. 37. Konsep CBDM pada Layanan Desain dan Manufaktur Custom Batik.....	120
Gambar 5. 38. Diagram Integrasi Sistem Manufaktur Batik.....	121
Gambar 5. 39. Komputer Server Control Room	122
Gambar 5. 40. Diagram Alur Skema Ruang Kontrol (Control Room)	122
Gambar 5. 41. Data Flow Diagram (DFD) Level 0 (Konteks Diagram)	123
Gambar 5. 42. DFD Level 1: (a) Pelanggan, (b) Operator, (c) Admin	125
Gambar 5. 43. Digital Batik Motif Menggunakan Batik 4.0.....	126
Gambar 5. 44. Proses Pencantingan Mesin Batik	127
Gambar 5. 45. Hasil Manufaktur Batik (3 Jenis Pewarna Sintetis).....	128
Gambar 5. 46. Proses Pengujian Kemiripan Desan dan Hasil Produksi Batik	130
Gambar 5. 47. Desain Pengujian Usabilitas Batik 4.0	131
Gambar 5. 48. Flowchart untuk User Administrator dan Operators Batik 4.0	133
Gambar 5. 49. Dokumentasi Pengujian Usabilitas End-User Batik 4.0 Tahap Awal	134
Gambar 5. 50. Diagram Pareto Usabilitas Batik 4.0	134
Gambar 5. 51. (a-c) Hasil Perbaikan Dashboard Customer	138
Gambar 5. 52. Hasil Perbaikan Dashboard Admin	139
Gambar 5. 53. (a-b) Hasil Perbaikan Dashboard Operator	139
Gambar 5. 54. Dokumentasi Pengujian Usabilitas End-User Batik 4.0 Tahap Akhir	140
Gambar 5. 55. Halaman Keranjang (Dashboard Customer)	142
Gambar 5. 56. Halaman Antrian Mesin (Dashboard Admin)	142
Gambar 5. 57. Pola Baju Sistem Desain Batik 4.0 From Scratch	143
Gambar 5. 58. Flowchart Penjadwalan Produksi Batik	146
Gambar 5. 59. Flowchart Detail Penjadwalan Mesin Batik Tulis.....	147
Gambar 5. 60. Pengaturan Job ID pada Penjadwalan Mesin Batik Tulis	148
Gambar 5. 61. Hasil Simulasi Penjadwalan Mesin	149
Gambar 5. 62. Pengujian Kesesuaian Model (Contoh Bulan Januari 2023).....	151
Gambar 5. 63. Konfigurasi Mesin Batik pada Cloud Manufacturing	159
Gambar 5. 64. Gantt Chart Penjadwalan (Sebelum Mesin Rusak)	159



Gambar 5. 65. Gantt Chart Penjadwalan (Setelah Mesin Rusak)	160
Gambar 5. 66. Gantt Chart Penjadwalan (Pesanan Ekspres)	160
Gambar 5. 67. Gantt Chart Penjadwalan Setiap Mesin.....	162
Gambar 5. 68. Diagram Swimlane Proses Bisnis Manufaktur Batik Custom	164
Gambar 5. 69. Proses Produksi	170
Gambar 5. 70. Status Transaksi.....	171
Gambar 5. 71. Ulasan Sistem (Happy Customers)	171
Gambar 5. 72. Learnability Curve Admin.....	173
Gambar 5. 73. Learnability Curve Operator	174
Gambar 5. 74. Learnability Curve Customer	175
Gambar 5. 75. Memorability Curve 3 Pengguna	178