



BAB 5

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Studi Kasus Penjadwalan Sumber Daya Manusia

Fungsi objektif dari masalah penjadwalan sumber daya pada penelitian ini memiliki tujuan meminimalkan durasi pekerjaan dan meminimalkan deviasi sumber daya manusia pada pekerjaan pemasangan atap sehingga diperoleh solusi yang optimal. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut maka perlu dilakukan perhitungan untuk meminimalkan deviasi sumber daya dan meminimalkan durasi pekerjaan. Metode pengkodean algoritma genetika digunakan dalam menyelesaikan permasalahan studi kasus pada penelitian ini.

a. Studi Kasus

Sebelum membahas penggunaan algoritma genetika pada masalah penjadwalan dengan keterbatasan sumber daya manusia, diperlihatkan *Precedence Diagram Method* (PDM) pekerjaan pemasangan atap pada proyek rehabilitasi ruang kelas SMAN 1 Cawas pada Gambar 5.1. *Precedence Diagram Method* (PDM) pada Gambar 5.1 tersebut dibentuk berdasarkan data awal pekerjaan pemasangan atap sebelum dilakukan optimasi.

Dari Gambar 5.1 dapat diketahui waktu awal dan waktu paling akhir suatu kegiatan dapat dimulai. Dari Gambar tersebut juga dapat diketahui waktu awal dan waktu paling akhir suatu kegiatan dapat selesai. Data tersebut dapat digunakan untuk menghitung *total float*. *Total float* adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa memengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Total float* dapat dimanfaatkan untuk memanjangkan atau mempersingkat durasi pekerjaan. Cara menghitung total float diperlihatkan pada Persamaan 5.1.

$$TF = LF - EF = LS - ES \dots\dots\dots(5.1)$$

Keterangan:

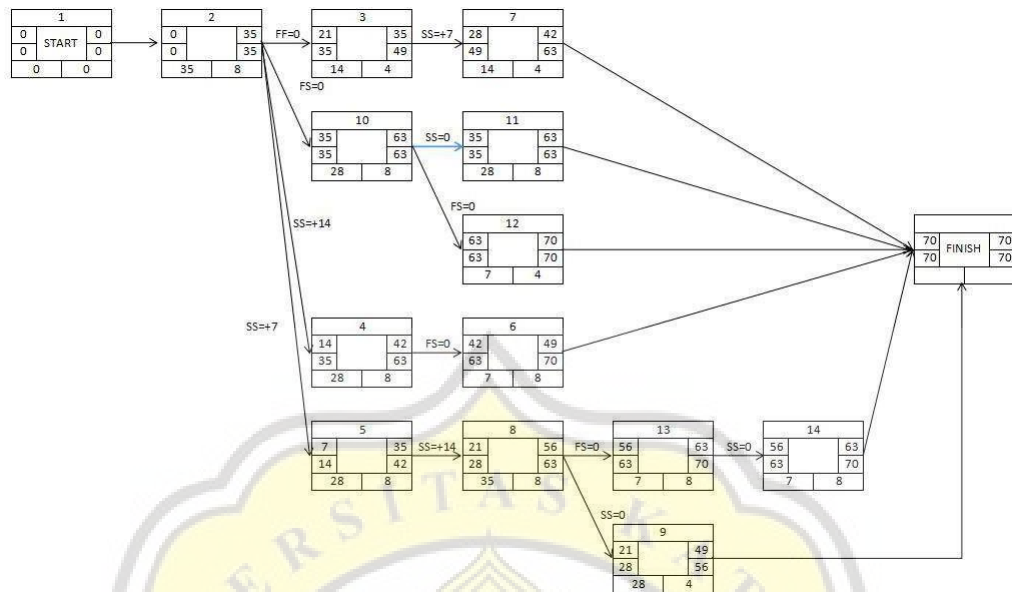
TF = *Total float*

LS = *Late start*

LF = *Late finish*

ES = *Early start*

EF = *Early finish*



Keterangan:

No. Keg	
ES	EF
LS	LF
D	SDM

- ES : Early start
- EF : Early finish
- LS : Late start
- LF : Late finish
- D : Durasi kegiatan
- SDM : Sumber daya manusia

Gambar 5.1 Precedence Diagram Method (PDM) Data Awal

Early start merupakan waktu mulai paling awal suatu kegiatan dimulai. *Early finish* merupakan waktu paling awal suatu kegiatan selesai. *Late start* merupakan waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai. *Late finish* merupakan waktu paling akhir kegiatan selesai.

b. Fungsi objektif masalah penjadwalan sumber daya manusia

Fungsi objektif atau fungsi *fitness* merupakan aspek yang sangat penting dalam algoritma genetika. Individu yang memiliki fungsi objektif makin kecil, maka akan memiliki nilai *fitness* yang semakin optimal. Fungsi objektif pada penelitian ini diperlihatkan pada Persamaan 2.3.



5.2 Penjadwalan Sumber Daya Manusia dengan Metode Algoritma Genetika

Prosedur algoritma genetika untuk memecahkan permasalahan penjadwalan proyek terbatas sumber daya manusia adalah:

a. Langkah 1

Mengasumsikan jumlah generasi, jumlah populasi, dan kriteria evaluasi. Penentuan jumlah generasi dan populasi ditetapkan di awal agar dapat diketahui pada generasi ke berapa iterasi berhenti dilakukan. Hal ini berkaitan dengan proses iterasi algoritma yang panjang jika dilakukan secara manual (*Microsoft Excel*) tanpa adanya bantuan program. Jumlah generasi dan populasi dapat berubah sesuai dengan jumlah iterasi yang diinginkan. Asumsi dalam penelitian ini adalah:

1. Jumlah generasi = 11 generasi
2. Jumlah populasi = 5 individu
3. Kriteria evaluasi
 - Deviasi sumber daya manusia = 50 %
 - Durasi kegiatan = 50%

Jumlah generasi adalah jumlah iterasi atau jumlah turunan yang diharapkan dari individu induk atau individu awal. Jumlah populasi adalah jumlah rangkaian kegiatan yang dibentuk secara acak. Semakin banyak jumlah populasi yang dibentuk maka akan semakin banyak variasi rangkaian kegiatan yang dapat dihasilkan. Kriteria evaluasi merupakan bobot yang ditentukan dalam mendapatkan deviasi sumber daya manusia dan durasi kegiatan yang optimal. Kriteria evaluasi yang ditetapkan untuk deviasi sumber daya manusia dan durasi kegiatan adalah 50% atau 0,5. Kriteria evaluasi harus berjumlah 1.

Individu yang diasumsikan dalam penelitian ini berjumlah 5 individu atau dapat dikatakan sebagai 5 rangkaian kegiatan. Rangkaian kegiatan tersebut terdiri dari individu 1, individu 2, individu 3, individu 4, dan individu 5. Individu 1 merupakan individu awal yang diperoleh dari data awal studi kasus sebelum dilakukan optimasi. Individu 2, individu 3, individu 4, dan individu 5 merupakan



Tugas Akhir

Implementasi Algoritma Genetika

Dalam Keterbatasan Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi

(Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas)

42

rangkaian kegiatan yang dibentuk secara acak dengan memperhatikan durasi kegiatan, jumlah sumber daya manusia dan persyaratan hubungan keterkaitan antar kegiatan (*predecessor*). *Predecessor* setiap kegiatan diperlihatkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 *Predecessor*

No. Keg	Kegiatan	<i>Predecessor</i>	Keterangan
2	Pemasangan kuda-kuda kayu	Start	Kegiatan pertama
3	Pemasangan kuda-kuda kayu selasar	2FF	Kegiatan nomor 3 selesai saat kegiatan nomor 2 selesai.
4	Pemasangan balok angin	3SS-7D	Kegiatan nomor 4 dapat dimulai setelah kegiatan nomor 3 sudah berlangsung selama 7 hari.
5	Pemasangan gording kayu 1	2SS+7D	Kegiatan nomor 5 dapat dimulai setelah kegiatan nomor 2 sudah dilaksanakan selama 7 hari.
6	Pemasangan gording kayu 2	5FS+7D	Kegiatan nomor 6 dapat dimulai 7 hari setelah kegiatan nomor 5 berakhir.
7	Pemasangan gording kayu selasar	5SS	Kegiatan nomor 7 dimulai bersamaan dengan kegiatan nomor 5
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	7FS	Kegiatan nomor 8 dapat dimulai saat kegiatan nomor 7 berakhir.
9	Pemasangan usuk dan reng selasar	8SS	Kegiatan nomor 9 dimulai bersamaan dengan kegiatan nomor 8.
10	Pemasangan genteng kembali	5FS	Kegiatan nomor 10 dimulai setelah kegiatan nomor 5 berakhir.
11	Pemasangan nok genteng beton	10FF	Kegiatan nomor 11 selesai bersamaan dengan kegiatan nomor 10.
12	Pemasangan nok genteng beton selasar	11FS	Kegiatan nomor 12 dapat dimulai jika kegiatan nomor 11 selesai dikerjakan.
13	Pemasangan listplank	11FF	Kegiatan nomor 13 selesai bersamaan dengan kegiatan nomor 11.
14	Pemasangan listplank selasar	13FF	Kegiatan nomor 14 selesai bersamaan dengan kegiatan nomor 13.

Setiap kegiatan pada pekerjaan proyek konstruksi memiliki *predecessor* yang berbeda-beda. *Predecessor* harus diperhatikan dalam pembentukan penjadwalan proyek agar pelaksanaan antar kegiatan pada pekerjaan proyek dapat dilaksanakan sesuai dengan ketentuan urutan kegiatan.



b. Langkah 2

Membentuk *Precedence Diagram Method* (PDM) dari data studi kasus penelitian pada Tabel 4.1 menjadi seperti Gambar 5.1. Pembentukan *Precedence Diagram Method* (PDM) dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* yaitu *Microsoft Project*. Penggunaan *Microsoft Project* membantu dalam memperoleh tampilan data berupa diagram dan *bar chart*. Tampilan data berupa *bar chart* digunakan untuk memeriksa jumlah sumber daya manusia per-hari agar tidak melebihi batas ketentuan sumber daya manusia yang tersedia per-harinya yaitu 30 pekerja.

Pembentukan *Precedence Diagram Method* (PDM) membantu dalam perhitungan *total float* dari setiap kegiatan pada data awal studi kasus. *Total float* bermanfaat pada tahapan selanjutnya dalam pengolahan data menggunakan metode algoritma genetika. Cara menghitung *total float* diperlihatkan pada Persamaan 5.1. Hasil dari perhitungan *total float* diperlihatkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perhitungan *Total Float* Data Awal

No. Keg	Kegiatan	Early Start (ES)	Late Start (LS)	Early Finish (EF)	Late Finish (LF)	Total Float (TF) (TF=LF-EF=LS-ES)
2	Pemasangan kuda-kuda kayu	0	0	35	35	0
3	Pemasangan kuda-kuda kayu selasar	21	35	35	49	14
4	Pemasangan balok angin	14	35	42	63	21
5	Pemasangan gording kayu 1	7	14	35	42	7
6	Pemasangan gording kayu 2	42	63	49	70	21
7	Pemasangan gording kayu selasar	28	49	42	63	21
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	21	28	56	63	7
9	Pemasangan usuk dan reng selasar	21	28	49	56	7
10	Pemasangan genteng kembali	35	35	63	63	0
11	Pemasangan nok genteng beton	35	35	63	63	0
12	Pemasangan nok genteng beton selasar	63	63	70	70	0
13	Pemasangan listplank	56	63	63	70	7
14	Pemasangan listplank selasar	56	63	63	70	7

Tabel 5.2 merupakan data *total float* yang menjadi patokan awal dalam memperpanjang atau mempersingkat durasi kegiatan pada pekerjaan pemasangan atap Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas. *Total float* kegiatan diperoleh dengan cara menghitung hasil pengurangan antara *late finish* dengan *early finish* kegiatan atau pengurangan dari *late start* dengan *early start* kegiatan. Contoh perhitungan *total float* dengan menggunakan Persamaan 5.1 pada nomor kegiatan 2 atau kegiatan pemasangan kuda-kuda kayu adalah:



$$TF = LF - EF = LS - ES$$

$$TF = 35 - 35 = 0 - 0$$

$$TF = 0$$

Hasil perhitungan *total float* pada kegiatan nomor 2 adalah 0.

c. Langkah 3

Menentukan rangkaian kegiatan yang mungkin dengan memanfaatkan *float*, dengan cara memanjangkan atau mempersingkat durasi kegiatan. Pada langkah ini dapat diperoleh jumlah sumber daya manusia yang digunakan per-hari pada setiap kegiatan jika dilakukan penambahan atau pengurangan durasi kegiatan. Hasil dari kegiatan alternatif yang mungkin diterapkan dalam jadwal diperlihatkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kegiatan-kegiatan Alternatif Dengan Memanfaatkan *Float*

No. Keg	Kegiatan	Durasi (Hari)	Total Float	Kebutuhan Sumber Daya Per-hari (unit/hari)	Kebutuhan sumber daya total (unit.hari)
2	Pemasangan kuda-kuda kayu	35	0	6	210
		42	7	5	210
		30	19	7	210
		27	22	8	210
		21	28	10	210
		10	39	21	210
		7	42	30	210
		6	43	35	210
		5	44	42	210
		3	46	70	210
		2	47	105	210
1	48	210	210		
3	Pemasangan kuda-kuda kayu selasar	14	14	4	56
		28	0	2	56
		19	9	3	56
		8	20	7	56
		4	24	14	56
		2	26	28	56
		1	27	56	56
4	Pemasangan balok angin	28	21	4	112
		16	33	7	112
		14	35	8	112
		8	41	14	112



Tabel 5.3 Kegiatan-kegiatan Alternatif Dengan Memanfaatkan *Float* (Lanjutan)

No. Keg	Kegiatan	Durasi (Hari)	Total Float	Kebutuhan Sumber Daya Per-hari (unit/hari)	Kebutuhan sumber daya total (unit.hari)
4	Pemasangan balok angin	7	42	16	112
		4	45	28	112
		2	47	56	112
		1	48	112	112
		37	12	3	112
5	Pemasangan gording kayu 1	28	7	6	168
		34	1	5	168
		24	11	7	168
		14	21	12	168
		12	23	14	168
		8	27	21	168
		7	28	24	168
		6	29	28	168
		4	31	42	168
		3	32	56	168
		2	33	84	168
1	34	168	168		
6	Pemasangan gording kayu 2	7	21	6	42
		6	22	7	42
		3	25	14	42
		2	26	21	42
		1	27	42	42
		14	14	3,0	42
		21	7	2,0	42
7	Pemasangan gording kayu selasar	14	21	4	56
		10	25	6	56
		7	28	8	56
		4	31	14	56
		2	33	28	56
		1	34	56	56
		28	7	2	56
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	35	7	6	210
		43	1	5	210
		42	2	5	210
		30	14	7	210
		14	30	15	210
		10	34	21	210
		7	37	30	210

**Tugas Akhir**

Implementasi Algoritma Genetika

Dalam Keterbatasan Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi

(Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas)

Tabel 5.3 Kegiatan-kegiatan Alternatif Dengan Memanfaatkan *Float* (Lanjutan)

No. Keg	Kegiatan	Durasi (Hari)	Total Float	Kebutuhan Sumber Daya Per-hari (unit/hari)	Kebutuhan sumber daya total (unit.hari)
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	6	38	35	210
		5	39	42	210
		3	41	70	210
		2	42	105	210
		1	43	210	210
		42	2	5,0	210
9	Pemasangan usuk dan reng selasar	28	7	4	112
		38	3	3	112
		23	18	5	112
		8	33	14	112
		7	34	16	112
		4	37	28	112
		2	39	56	112
		1	40	112	112
10	Pemasangan genteng kembali	28	0	6	168
		24	4	7	168
		21	7	8	168
		14	14	12	168
		13	15	13	168
		12	16	14	168
		8	20	21	168
		7	21	24	168
		6	22	28	168
		4	24	42	168
		3	25	56	168
		2	26	84	168
1	27	168	168		
11	Pemasangan nok genteng beton	28	0	8	224
		25	3	9	224
		16	12	14	224
		14	14	16	224
		8	20	28	224
		7	21	32	224
		4	24	56	224
		2	26	112	224
1	27	224	224		



Tabel 5.3 Kegiatan-kegiatan Alternatif Dengan Memanfaatkan *Float* (Lanjutan)

No. Keg	Kegiatan	Durasi (Hari)	Total Float	Kebutuhan Sumber Daya Per hari (unit/hari)	Kebutuhan sumber daya total (unit.hari)
12	Pemasangan nok genteng beton selasar	7	0	4	28
		4	3	7	28
		2	5	14	28
		1	6	28	28
13	Pemasangan listplank	7	7	8	56
		4	10	14	56
		2	12	28	56
		1	13	56	56
		8	6	7,0	56
		14	0	4,0	56
14	Pemasangan listplank selasar	7	7	8	56
		4	10	14	56
		2	12	28	56
		1	13	56	56
		8	6	7	56
		14	0	4	56

Durasi kegiatan pada Tabel 5.3 dapat kita rubah-rubah dengan memperhatikan *total float* kegiatan. Baris pertama pada setiap kegiatan merupakan data awal yang menjadi patokan dalam menghitung *total float* dan sumber daya manusia yang dibutuhkan jika dilakukan perubahan durasi.

Total float pada Tabel 5.3 diperoleh dari hasil menjumlahkan durasi kegiatan dengan *total float* kegiatan sebelumnya dikurangi dengan durasi yang baru. Kebutuhan sumber daya manusia per-hari diperoleh dari durasi awal kegiatan dibagi durasi baru, kemudian dikalikan dengan kebutuhan awal sumber daya manusia per-hari pada kegiatan tersebut. Kebutuhan sumber daya manusia total diperoleh dari hasil perkalian kebutuhan sumber daya manusia per-hari dengan durasi kegiatan.

d. Langkah 4

Membangkitkan populasi individu secara acak. Jumlah individu dalam populasi sesuai dengan asumsi pada langkah 1. Populasi individu yang dibangkitkan didasarkan pada data rangkaian kegiatan yang mungkin pada Tabel 5.3.



Pembentukan rangkaian kegiatan harus memenuhi persyaratan urutan pekerjaan (*predecessor*) pada Tabel 5.2. Kesesuaian individu yang terbentuk dilakukan kontrol melalui pembentukan *bar-chart* yang diperlihatkan pada Gambar 5.4 sehingga dapat diperiksa dan dipastikan individu yang terbentuk memenuhi persyaratan. Populasi individu yang terbentuk diperlihatkan pada Gambar 5.3.

Individu 1:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
35(1)	14(22)	28(15)	28(8)	7(43)	14(8)	35(22)	28(22)	28(36)	28(36)	7(64)	7(57)	7(57)

Individu 2:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30(1)	14(17)	37(10)	28(8)	14(43)	7(8)	42(16)	28(16)	28(36)	28(36)	1(64)	14(50)	14(50)

Individu 3:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21(1)	14(8)	28(1)	24(8)	21(39)	14(8)	35(22)	28(22)	28(32)	28(32)	1(60)	14(46)	14(46)

Individu 4:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
35(1)	28(8)	28(1)	28(8)	14(43)	10(8)	42(18)	28(18)	28(36)	28(36)	2(64)	7(57)	7(57)

Individu 5:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
27(1)	19(9)	28(2)	34(8)	7(49)	7(8)	43(15)	28(15)	24(42)	28(38)	1(66)	8(58)	7(59)

Gambar 5.3 Individu Hasil Pembangkitan Populasi

Individu 1 merupakan pengkodean yang dibentuk dari data awal pekerjaan pemasangan atap pada Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas. Individu 2, individu 3, individu 4, dan individu 5 merupakan pengkodean yang dibentuk secara acak yang memiliki perbedaan karakteristik durasi dan waktu pelaksanaan pekerjaan dari individu 1 atau individu awal dengan tetap memperhatikan batasan jumlah sumber daya maksimal per-hari dan aturan



keterkaitan antar kegiatan (*predecessor*). Perbedaan karakteristik tidak harus terdapat pada keseluruhan gen. Cara membaca kode dalam individu tersebut adalah sebagai berikut:

A

B(C)

Keterangan:

A = Nomor kegiatan

B = Durasi kegiatan (hari)

C = Waktu kegiatan dimulai (hari ke)

e. Langkah 5

Menghitung deviasi sumber daya ke-lima individu pada populasi. Perhitungan deviasi sumber daya manusia perlu memperhatikan jumlah sumber daya harian yang dibutuhkan pada setiap individu. Jumlah sumber daya manusia harian yang dibutuhkan pada setiap individu dapat dilihat pada *bar-chart* yang telah dibentuk pada Gambar 5.4.

Perhitungan deviasi sumber daya manusia setiap individu dihitung dengan rumus pada Persamaan 2.2. Deviasi sumber daya harian diperoleh dengan cara menghitung sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam satu hari kemudian dikurangi dengan sumber daya manusia maksimal yang tersedia per-harinya. Hasil pengurangan tersebut kemudian dipangkatkan dua. Total deviasi sumber daya manusia dari suatu individu merupakan jumlah dari keseluruhan deviasi sumber daya manusia per-hari pada individu tersebut. Contoh rincian kebutuhan sumber daya manusia dan deviasi sumber daya manusia per-hari pada individu 2, diperlihatkan pada Tabel 5.4.



Tabel 5.4 Kebutuhan Sumber Daya Manusia dan Deviasi Sumber Daya Manusia Per-hari

Individu 1			Individu 2			Individu 3			Individu 4			Individu 5		
(a) Hari ke-n	(b) Kebutuhan SDM (per-hari)	(c) Deviasi SDM per-hari (b-30) ²	(a) Hari ke-n	(b) Kebutuhan SDM (per-hari)	(c) Deviasi SDM per-hari (b-30) ²	(a) Hari ke-n	(b) Kebutuhan SDM (per-hari)	(c) Deviasi SDM per-hari (b-30) ²	(a) Hari ke-n	(b) Kebutuhan SDM (per-hari)	(c) Deviasi SDM per-hari (b-30) ²	(a) Hari ke-n	(b) Kebutuhan SDM (per-hari)	(c) Deviasi SDM per-hari (b-30) ²
1	6	576	1	7	529	1	14	256	1	10	400	1	8	484
2	6	576	2	7	529	2	14	256	2	10	400	2	12	324
3	6	576	3	7	529	3	14	256	3	10	400	3	12	324
4	6	576	4	7	529	4	14	256	4	10	400	4	12	324
5	6	576	5	7	529	5	14	256	5	10	400	5	12	324
6	6	576	6	7	529	6	14	256	6	10	400	6	12	324
7	6	576	7	7	529	7	14	256	7	10	400	7	12	324
8	16	196	8	21	81	8	29	1	8	24	36	8	25	25
9	16	196	9	21	81	9	29	1	9	24	36	9	28	4
10	16	196	10	24	36	10	29	1	10	24	36	10	28	4
11	16	196	11	24	36	11	29	1	11	24	36	11	28	4
12	16	196	12	24	36	12	29	1	12	24	36	12	28	4
13	16	196	13	24	36	13	29	1	13	24	36	13	28	4
14	16	196	14	24	36	14	29	1	14	24	36	14	28	4
15	20	100	15	24	36	15	29	1	15	24	36	15	29	1
16	20	100	16	25	25	16	29	1	16	24	36	16	29	1
17	20	100	17	29	1	17	29	1	17	24	36	17	29	1
18	20	100	18	29	1	18	29	1	18	27	9	18	29	1
19	20	100	19	29	1	19	29	1	19	27	9	19	29	1
20	20	100	20	29	1	20	29	1	20	27	9	20	29	1
21	20	100	21	29	1	21	29	1	21	27	9	21	29	1
22	30	0	22	29	1	22	21	81	22	27	9	22	29	1
23	30	0	23	29	1	23	21	81	23	27	9	23	29	1
24	30	0	24	29	1	24	21	81	24	27	9	24	29	1
25	30	0	25	29	1	25	21	81	25	27	9	25	29	1
26	30	0	26	29	1	26	21	81	26	27	9	26	29	1
27	30	0	27	29	1	27	21	81	27	27	9	27	29	1
28	30	0	28	29	1	28	21	81	28	27	9	28	18	144
29	30	0	29	29	1	29	17	169	29	23	49	29	18	144
30	30	0	30	29	1	30	17	169	30	23	49	30	14	256
31	30	0	31	18	144	31	17	169	31	23	49	31	14	256
32	30	0	32	18	144	32	24	36	32	23	49	32	14	256
33	30	0	33	18	144	33	24	36	33	23	49	33	14	256
34	30	0	34	18	144	34	24	36	34	23	49	34	14	256
35	30	0	35	18	144	35	24	36	35	23	49	35	14	256
36	28	4	36	26	16	36	24	36	36	23	49	36	14	256
37	28	4	37	26	16	37	24	36	37	23	49	37	14	256
38	28	4	38	26	16	38	24	36	38	23	49	38	22	64
39	28	4	39	26	16	39	26	16	39	23	49	39	22	64
40	28	4	40	26	16	40	26	16	40	23	49	40	22	64
41	28	4	41	26	16	41	26	16	41	23	49	41	22	64
42	28	4	42	26	16	42	26	16	42	23	49	42	24	36
43	30	0	43	29	1	43	26	16	43	26	16	43	20	100
44	30	0	44	25	25	44	26	16	44	26	16	44	20	100
45	30	0	45	25	25	45	26	16	45	26	16	45	20	100
46	30	0	46	25	25	46	34	16	46	22	64	46	20	100
47	30	0	47	22	64	47	34	16	47	22	64	47	20	100
48	30	0	48	22	64	48	34	16	48	22	64	48	20	100
49	30	0	49	22	64	49	34	16	49	22	64	49	26	16
50	20	100	50	30	0	50	30	0	50	22	64	50	26	16
51	20	100	51	30	0	51	30	0	51	22	64	51	26	16
52	20	100	52	30	0	52	30	0	52	22	64	52	26	16
53	20	100	53	30	0	53	30	0	53	22	64	53	26	16
54	20	100	54	30	0	54	30	0	54	22	64	54	26	16
55	20	100	55	30	0	55	30	0	55	22	64	55	26	16
56	20	100	56	30	0	56	30	0	56	22	64	56	20	100
57	30	0	57	27	9	57	24	36	57	35	25	57	20	100
58	30	0	58	22	64	58	24	36	58	35	25	58	22	64
59	30	0	59	22	64	59	24	36	59	35	25	59	30	0
60	30	0	60	22	64	60	28	4	60	30	0	60	30	0
61	30	0	61	22	64	Total Deviasi SDM		3420	61	30	0	61	30	0
62	30	0	62	22	64				62	30	0	62	30	0
63	30	0	63	22	64				63	30	0	63	30	0
64	4	676	64	28	4				64	14	256	64	30	0
65	4	676	Total Deviasi SDM		5617				65	14	256	65	30	0
66	4	676							Total Deviasi SDM		5284	66	28	4
67	4	676										Total Deviasi SDM		6098
68	4	676												
69	4	676												
70	4	676												
Total Deviasi SDM		11564												



Berdasarkan data pada Tabel 5.4, Contoh perhitungan deviasi sumber daya pada individu 2 menggunakan Persamaan 2.2 adalah:

$$d = \sum_{i=1}^n (r - a)^2$$

$$\begin{aligned} Rd_2 &= (7-30)^2 + (7-30)^2 + (7-30)^2 + (7-30)^2 + (7-30)^2 + (7-30)^2 + (7-30)^2 + (21-30)^2 \\ &+ 21-30)^2 + (24-30)^2 + (24-30)^2 + (24-30)^2 + (24-30)^2 + (24-30)^2 + (24-30)^2 + \\ &(25-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + \\ &(29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + (29-30)^2 + \\ &(29-30)^2 + (18-30)^2 + (18-30)^2 + (18-30)^2 + (18-30)^2 + (18-30)^2 + (26-30)^2 + \\ &(26-30)^2 + (26-30)^2 + (26-30)^2 + (26-30)^2 + (26-30)^2 + (26-30)^2 + (29-30)^2 + \\ &(25-30)^2 + (25-30)^2 + (25-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (30-30)^2 + \\ &(30-30)^2 + (30-30)^2 + (30-30)^2 + (30-30)^2 + (30-30)^2 + (30-30)^2 + (22-30)^2 + \\ &(22-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (22-30)^2 + (28-30)^2 \\ Rd_2 &= 529+529+529+529+529+529+529+81+81+36+36+36+36+36+36+25+1+1+ \\ &1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+144+144+144+144+144+16+16+16+16+1 \\ &6+16+16+1+25+25+25+64+64+64+0+0+0+0+0+0+0+9+64+64+64+64+6 \\ &4+64+4 \\ Rd_2 &= 5.617 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan deviasi sumber daya manusia setiap individu berdasarkan data pada Tabel 5.4 diperlihatkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Deviasi Sumber Daya Manusia

Individu	Deviasi Sumber Daya, (Rd_n)
1	11.564
2	5.617
3	3.420
4	5.284
5	6.098

Setelah mengetahui deviasi sumber daya setiap individu, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *fitness* tiap individu dalam populasi. Nilai *fitness* setiap individu dihitung dengan menggunakan rumus fungsi tujuan pada persamaan 2.2. Nilai *fitness* kelima individu tersebut diperlihatkan pada Tabel 5.6.



Tabel 5.6 Nilai *Fitness* 5 individu

Rangkaian Kegiatan	Durasi (hari)	Nilai <i>Fitness</i>
1	70	1,000
2	64	0,700
3	60	0,56
4	65	0,693
5	66	0,735

Nilai *fitness* pada Tabel 5.6 diperoleh dari perhitungan yang diperlihatkan pada Lampiran D. Contoh perhitungan nilai *fitness* individu 2 berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 menggunakan Persamaan 2.3 adalah:

$$F_{s_{\min}} = W_d \frac{R_{d_n}}{R_{d_0}} + W_t \frac{d_n}{d_0}$$
$$F_{s_{\min}} = 0,5 \frac{5.617}{11.564} + 0,5 \frac{64}{70}$$
$$F_{s_{\min}} = 0,700$$

Individu 2 memiliki nilai *fitness* 0,700. Semakin kecil nilai *fitness* suatu individu dalam populasi maka individu tersebut merupakan solusi yang terbaik. Semakin besar nilai *fitness* individu dalam populasi maka individu tersebut merupakan solusi yang buruk. Perhitungan nilai *fitness* diperoleh dari penjumlahan kriteria evaluasi deviasi sumber daya ($W_d = 50\% = 0,5$) dikalikan deviasi sumber daya individu yang dicari nilai *fitness*-nya, kemudian dibagi deviasi sumber daya individu yang ditinjau dengan kriteria evaluasi durasi ($W_t = 50\% = 0,5$) dikali durasi individu yang dicari nilai *fitness*-nya kemudian dibagi dengan durasi individu 1.

f. Langkah 6

Evaluasi peringkat individu dalam populasi, kemudian pilih individu terburuk. Urutan individu dari yang terbaik sampai terburuk adalah:

Individu 3, individu 4, individu 2, individu 5, dan individu 1.

Evaluasi yang dilakukan menunjukkan bahwa Individu 1 merupakan individu terburuk karena memiliki nilai *fitness* yang paling besar dibandingkan dengan individu lain dalam populasi.



g. Langkah 7:

Pilih dua individu orang tua dari populasi. Pemilihan individu orang tua dilakukan secara acak. Misalkan terpilih individu 4 dan 2 sebagai individu orang tua.

h. Langkah 8:

Lakukan kawin silang dan mutasi untuk menghasilkan turunan pertama. Proses kawin silang atau *crossover* diperlihatkan pada Gambar 5.5.

Individu 4:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
35(1)	28(8)	28(1)	28(8)	14(43)	10(8)	42(18)	28(18)	28(36)	28(36)	2(64)	7(57)	7(57)

Individu 2:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30(1)	14(17)	37(10)	28(8)	14(43)	7(8)	42(16)	28(16)	28(36)	28(36)	1(64)	14(50)	14(50)

Individu 6:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
35(1)	28(8)	28(1)	28(8)	14(43)	10(8)	30(1)	14(17)	37(10)	28(8)	14(43)	7(8)	42(16)

Individu 7:

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
42(18)	28(18)	28(36)	28(36)	2(64)	7(57)	7(57)	28(16)	28(36)	28(36)	1(64)	14(50)	14(50)

Gambar 5.5 Proses Kawin Silang

Teknik kawin silang yang dilakukan adalah kawin silang satu lokasi yaitu pada 8 gen terakhir dan 8 gen pertama sehingga nilai gen pada individu 1 dan 2 dilakukan pertukaran dan menghasilkan individu turunan yaitu individu 6 dan individu 7. setelah dilakukan kawin silang maka perlu dilakukan mutasi pada individu turunan. Mutasi dilakukan sebagai penyesuaian dalam penjadwalan sehingga pekerjaan memenuhi persyaratan urutan pekerjaan. Mutasi dilakukan dengan cara mengubah durasi kegiatan atau mengubah waktu mulai kegiatan sehingga dihasilkan jadwal yang lebih baik atau optimal. Proses mutasi diperlihatkan pada Gambar 5.6.



Tugas Akhir

Implementasi Algoritma Genetika

Dalam Keterbatasan Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi

(Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas)

57

Individu 6 dan individu 7 memiliki durasi pekerjaan dan kebutuhan sumber daya per-hari yang berbeda dengan jadwal awal. Berdasarkan data kemungkinan kegiatan pada Tabel 5.3, durasi pekerjaan dan kebutuhan sumber daya manusia per-hari individu 6 dan individu 7 diperlihatkan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Durasi dan Kebutuhan Sumber Daya Individu 6

No Kegiatan	Kegiatan	Durasi (hari)	Kebutuhan Sumber Daya per Hari, (Rrjk)
2	Pemasangan kuda-kuda kayu	35	6
3	Pemasangan kuda-kuda kayu selasar	28	2
4	Pemasangan balok angin	28	4
5	Pemasangan gording kayu 1	28	6
6	Pemasangan gording kayu 2	14	3
7	Pemasangan gording kayu selasar	10	6
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	30	7
9	Pemasangan usuk dan reng selasar	23	5
10	Pemasangan genteng kembali	28	6
11	Pemasangan nok genteng beton	28	8
12	Pemasangan nok genteng beton selasar	1	28
13	Pemasangan lisplang	7	8
14	Pemasangan lisplang selasar	7	8

Tabel 5.8 Durasi dan Kebutuhan Sumber Daya Individu 7

No Kegiatan	Kegiatan	Durasi (hari)	Kebutuhan Sumber Daya per Hari, (Rrjk)
2	Pemasangan kuda-kuda kayu	42	5
3	Pemasangan kuda-kuda kayu selasar	28	2
4	Pemasangan balok angin	28	4
5	Pemasangan gording kayu 1	28	6
6	Pemasangan gording kayu 2	21	2
7	Pemasangan gording kayu selasar	7	8
8	Pemasangan usuk dan reng baja ringan	35	6
9	Pemasangan usuk dan reng selasar	38	3
10	Pemasangan genteng kembali	28	6
11	Pemasangan nok genteng beton	28	8
12	Pemasangan nok genteng beton selasar	1	28
13	Pemasangan lisplang	14	4
14	Pemasangan lisplang selasar	14	4

Setelah diketahui sumber daya manusia yang di perlukan per hari, maka deviasi sumber daya manusia dapat dihitung. Perhitungan deviasi sumber daya manusia individu 6 dan individu 7 diperlihatkan pada Gambar 5.6. Individu 6 menghasilkan deviasi sumber daya 5.219 dengan durasi 64 hari, turunan 7 menghasilkan deviasi sumber daya 5.656 dengan durasi yang sama dengan turunan 6 yaitu 64 hari.



i. Langkah 9

Periksa hasil nilai *fitness* individu turunan dan individu terburuk. Perhitungan nilai *fitness* dilakukan seperti pada langkah ke-5. Individu dengan nilai *fitness* terbaik akan menggantikan individu terburuk. Pemeriksaan diperlihatkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Nilai *Fitness* Individu Turunan 1

Individu	Durasi (hari)	Nilai <i>Fitness</i>
1	70	1
6	64	0,683
7	64	0,702

Individu 1 dengan nilai *fitness* 1 lebih buruk dari individu 6 dengan nilai *fitness* 0,683, dan individu 7 dengan nilai *fitness* 0,702. Individu 6 memiliki nilai *fitness* yang lebih baik dari individu 1 dan individu 7.

j. Langkah 10

Gantikan individu terburuk dengan individu turunan dalam populasi. Berdasarkan Tabel 5.9, Individu 6 menggantikan posisi individu 1 sehingga jumlah populasi tetap.

k. Langkah 11

Periksa nilai *fitness* setiap individu untuk menentukan proses iterasi harus dilanjutkan atau berhenti. Iterasi berhenti apabila nilai *fitness* setiap individu mencapai keseragaman. Nilai *fitness* yang belum seragam perlu dilakukan evaluasi kembali untuk mengetahui peringkat individu dalam populasi dan kemudian pilih individu terburuk. Nilai *fitness* populasi 5 individu diperlihatkan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Nilai *Fitness* Generasi Ke-1

Individu	Nilai <i>Fitness</i>	Durasi (hari)
6	0,683	64
2	0,700	64
3	0,576	60
4	0,693	65
5	0,735	66



Urutan individu dari individu dengan nilai *fitness* terbaik sampai dengan terburuk adalah:

Individu 3, individu 6, individu 4, individu 2, individu 5.

1. Langkah 12

Ulang kembali langkah 7, dengan memilih dua individu generasi kedua secara acak.

Langkah ini terus dilakukan secara berulang sampai generasi yang diinginkan tercapai atau proses optimasi selesai pada saat seluruh anggota populasi memiliki nilai *fitness* yang sama atau mendekat seragam. Pada penelitian ini proses akan berhenti pada generasi ke-11 karena jumlah generasi yang telah diasumsikan pada langkah 1. Hasil akhir nilai *fitness* pada generasi ke-11 diperlihatkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Nilai *Fitness* Generasi Ke-11

Individu	Nilai <i>Fitness</i>	Durasi (hari)
22	0,568	60
16	0,567	60
26	0,558	60
24	0,555	60
8	0,572	60

Hasil nilai *fitness* pada Tabel 5.11 menunjukkan bahwa individu 24 memiliki nilai *fitness* terbaik yaitu 0,555 dengan durasi pekerjaan 60 hari. Durasi pekerjaan individu 24 mengalami pengurangan 10 hari dari durasi awal pekerjaan yaitu 70 hari.

5.3 Pembahasan

Pada penelitian ini, penjadwalan proyek dengan keterbatasan sumber daya manusia termasuk permasalahan yang perlu dipertimbangkan dalam menghasilkan jadwal proyek yang baik. Penyelesaian penjadwalan proyek terbatas sumber daya manusia dapat dilakukan dengan metode algoritma genetika yang diolah melalui *Microsoft Excel* sehingga diperoleh alternatif solusi jadwal proyek yang optimal.



Fungsi tujuan dari penyelesaian penjadwalan proyek terbatas sumber daya manusia adalah untuk meminimalkan durasi pekerjaan dan deviasi sumber daya manusia. Pembahasan terhadap pengolahan data ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*, analisis perbandingan jadwal proyek, dan relasi antara ketersediaan sumber daya manusia terhadap kelangsungan proyek konstruksi.

a. Pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*

Data Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMA Negeri 1 Cawas diolah dengan metode algoritma genetika pada *Microsoft Excel*. Jumlah generasi dan jumlah populasi ditentukan terlebih dahulu. Jumlah generasi yang digunakan adalah 11 generasi, dan jumlah populasi adalah 5. Pengolahan data menghasilkan 5 alternatif jadwal proyek dengan nilai *fitness* dan durasi proyek yang baru seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.11.

Proses iterasi yang berupa *crossover* dan mutasi dapat dilakukan berulang kali sesuai dengan jumlah generasi yang telah ditentukan sesuai dengan pernyataan Soemardi, B.W., dan Sumirto, D. (2007). Perhitungan di *Microsoft Excel* yang dilakukan secara manual memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

b. Analisis perbandingan jadwal proyek

Jadwal proyek dengan keterbatasan sumber daya manusia memiliki durasi awal 70 hari. Sumber daya manusia maksimal per-hari adalah 30 pekerja. Setelah dilakukan optimasi penjadwalan proyek menggunakan metode algoritma genetika diperoleh hasil yang optimal. Perbandingan hasil jadwal proyek sebelum dan sesudah dilakukan optimasi diperlihatkan pada Tabel 5.12.

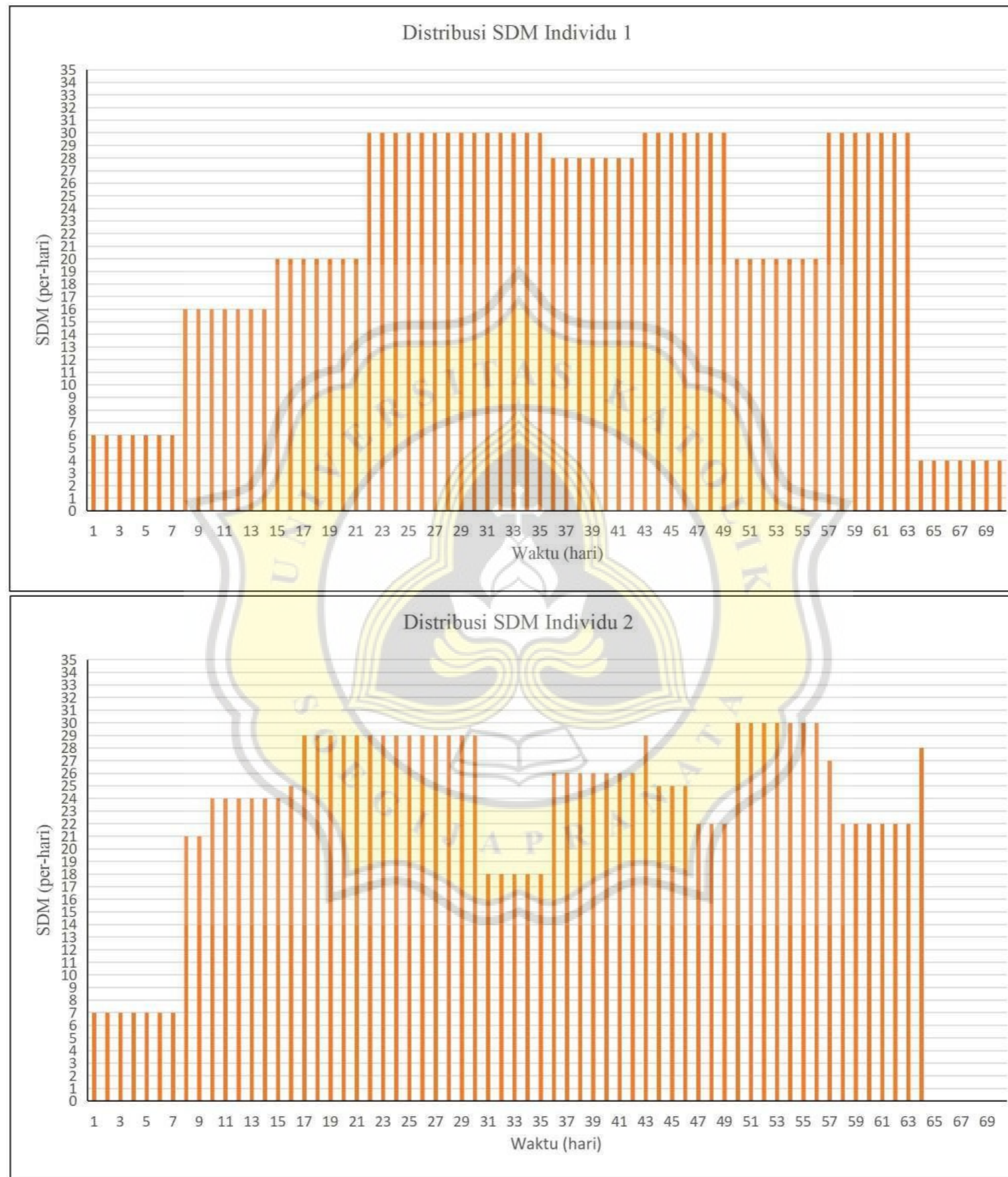
Tabel 5.12 Perbandingan Hasil Jadwal Proyek

	Durasi Pekerjaan (hari)	Sumber Daya Manusia Maksimal (per-hari)
Sebelum Optimasi	70	30
Sesudah Optimasi	60	30

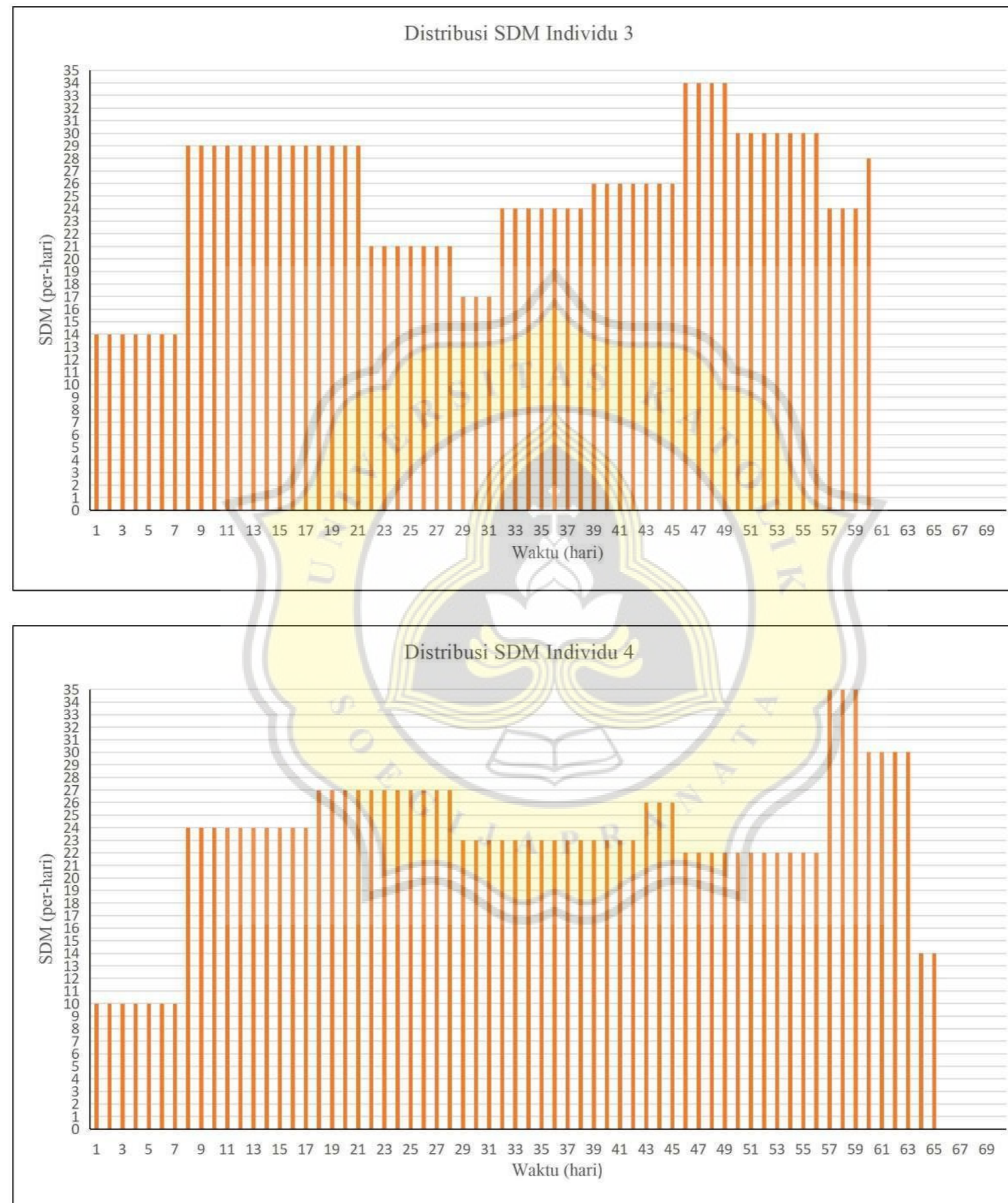
Berdasarkan Tabel 5.12 diperoleh durasi pekerjaan 60 hari setelah dilakukan optimasi.



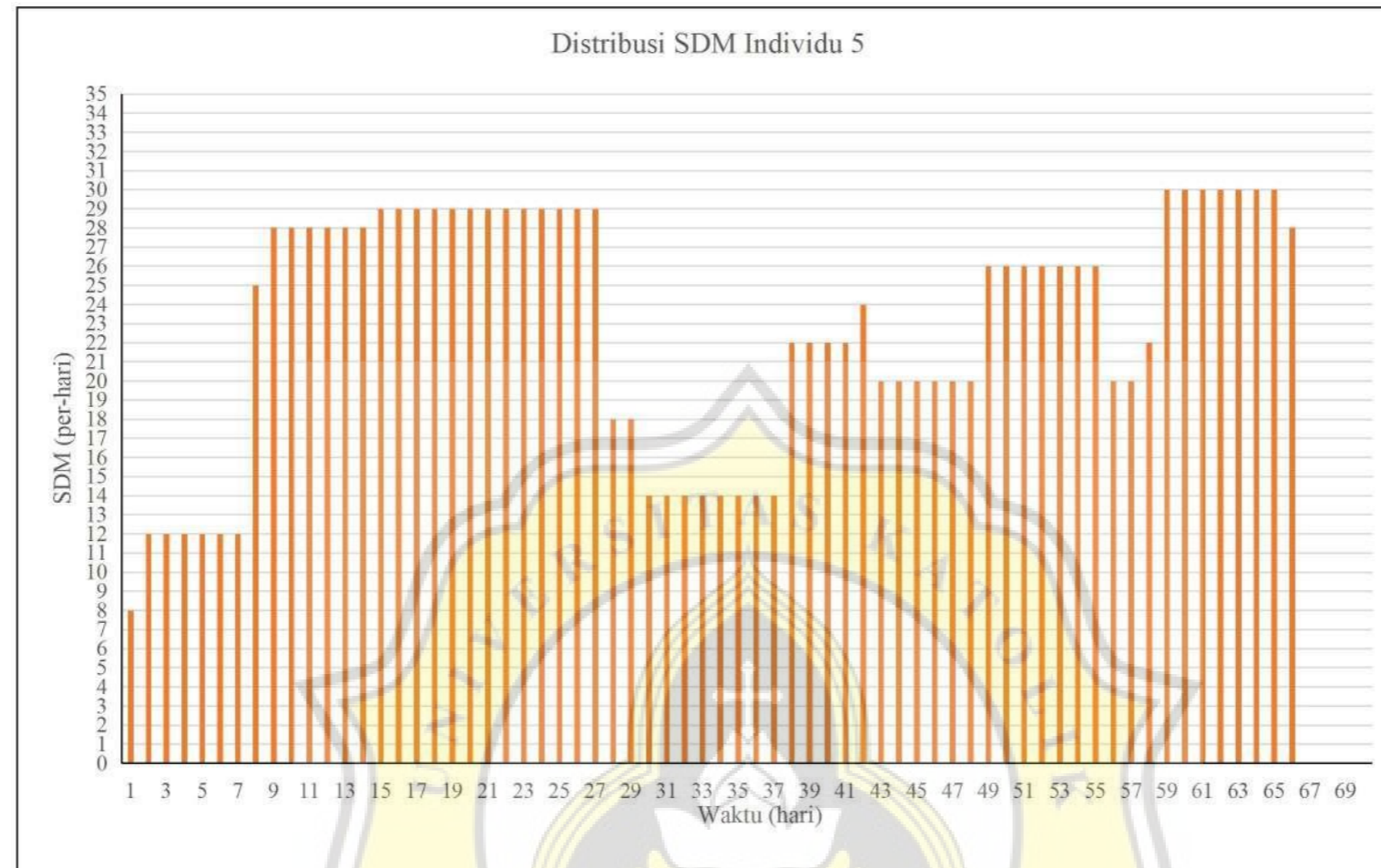
Pada Gambar 5.7 diperlihatkan grafik distribusi sumber daya manusia pada populasi awal yang terbentuk pada individu 1, individu 2, individu 3, individu 4 dan individu 5.



Gambar 5.7 Grafik Distribusi Sumber Daya Manusia Populasi Awal



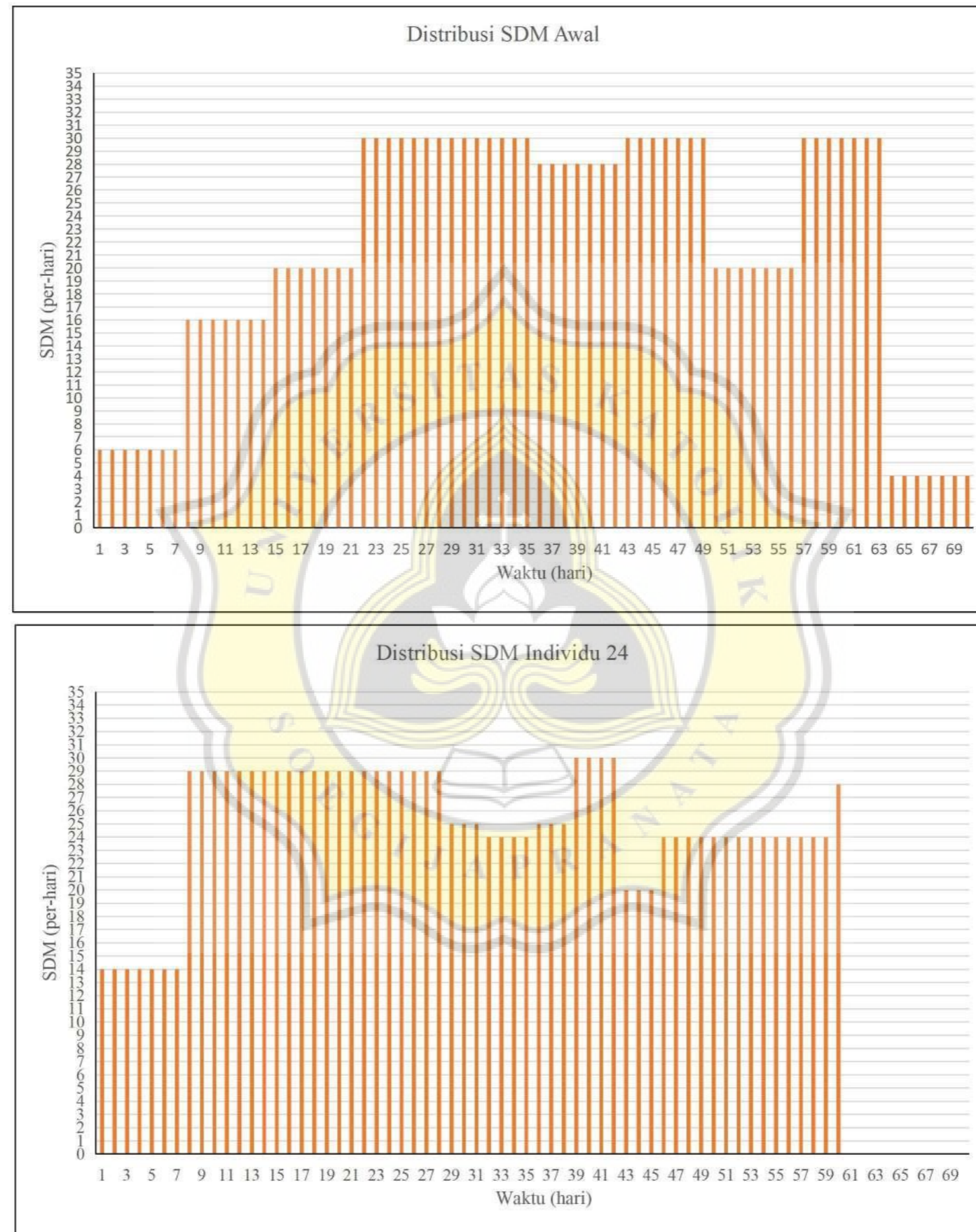
Gambar 5.7 Grafik Distribusi Sumber Daya Manusia Populasi Awal (Lanjutan)



Gambar 5.7 Grafik Distribusi Sumber Daya Manusia Populasi Awal (Lanjutan)



Setelah iterasi selesai dilakukan sebanyak 11 iterasi, maka pada Gambar 5.8 diperlihatkan perbedaan distribusi sumber daya manusia individu 1 atau rangkaian kegiatan awal dengan individu 24 yang merupakan individu terbaik dalam populasi.



Gambar 5.8 Grafik Distribusi Sumber Daya Manusia Individu Awal dan Individu 24



Tugas Akhir

Implementasi Algoritma Genetika

Dalam Keterbatasan Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi

(Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas)

Grafik distribusi sumber daya manusia pada Gambar 5.8 memperlihatkan perbedaan hasil antara jadwal awal dengan jadwal yang telah dilakukan optimasi dengan hasil yang lebih optimal. Distribusi sumber daya manusia individu 24 lebih merata dibandingkan dengan distribusi sumber daya manusia pada data awal atau pada individu 1.

Perubahan nilai *fitness* dan durasi kegiatan dari iterasi yang telah dilakukan diperlihatkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Perubahan nilai *Fitness* Individu

Individu	Populasi Awal		Generasi ke-1		Generasi ke-2		Generasi ke-3	
	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi
	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)
1	1,000	70	0,683	64	0,683	64	0,683	64
2	0,700	64	0,700	64	0,700	64	0,606	61
3	0,576	60	0,576	60	0,576	60	0,576	60
4	0,693	65	0,693	65	0,693	65	0,693	65
5	0,735	66	0,735	66	0,572	60	0,572	60

Individu	Generasi ke-4		Generasi ke-5		Generasi ke-6		Generasi ke-7	
	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi
	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)
1	0,683	64	0,683	64	0,683	64	0,661	64
2	0,606	61	0,702	64	0,567	60	0,567	60
3	0,576	60	0,576	60	0,576	60	0,576	60
4	0,693	65	0,674	64	0,674	64	0,674	64
5	0,572	60	0,572	60	0,572	60	0,572	60

Individu	Generasi ke-8		Generasi ke-9		Generasi ke-10		Generasi ke-11	
	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi	Nilai	Durasi
	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)	Fitness	(hari)
1	0,661	64	0,568	60	0,568	60	0,568	60
2	0,567	60	0,567	60	0,567	60	0,567	60
3	0,576	60	0,576	60	0,576	60	0,558	60
4	0,65	60	0,650	60	0,555	60	0,555	60
5	0,572	60	0,572	60	0,572	60	0,572	60



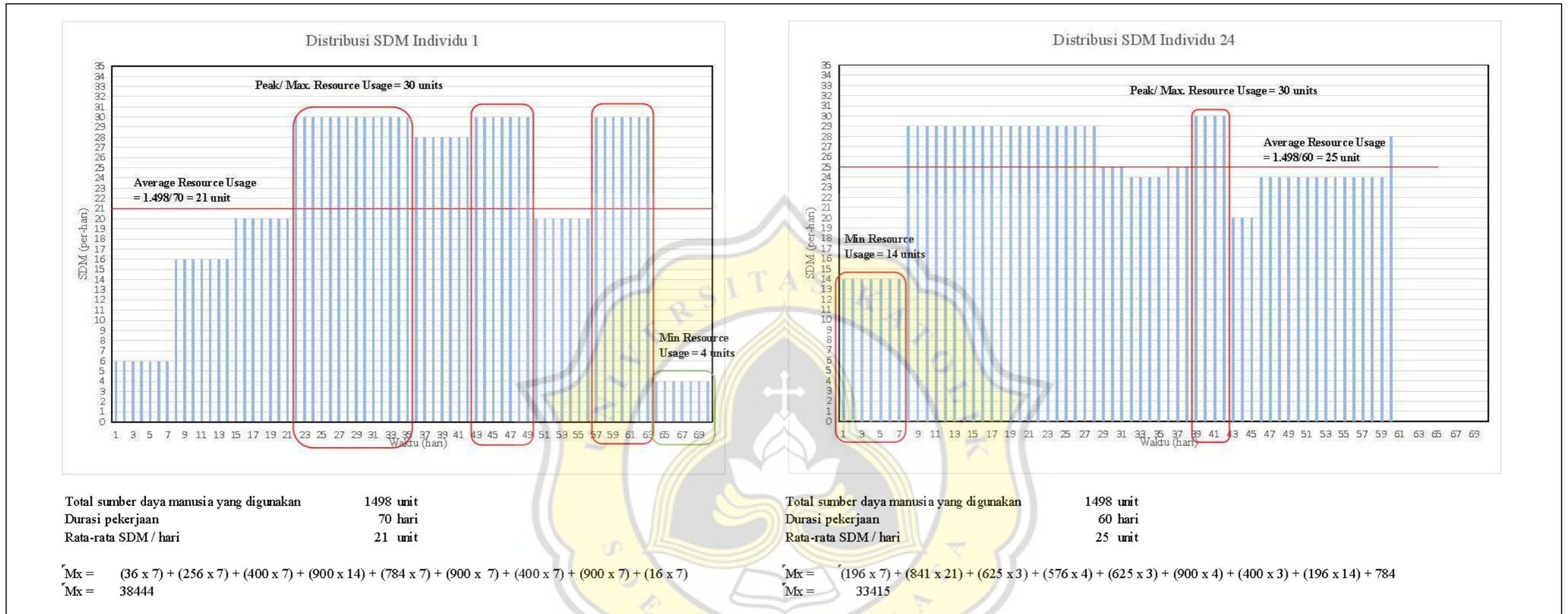
c. Relasi antara ketersediaan sumber daya manusia (SDM) terhadap kelangsungan proyek konstruksi

Pengolahan data yang telah dilakukan menyatakan bahwa ketersediaan sumber daya manusia memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelangsungan proyek konstruksi. Fachrunia (2022), menyatakan bahwa jumlah pekerja berpengaruh terhadap produktifitas pekerjaan. Semakin banyak jumlah pekerja, maka durasi pekerjaan proyek menjadi lebih singkat. Sebaliknya, jika jumlah pekerja terbatas maka dapat memperpanjang durasi pekerjaan.

Keterbatasan sumber daya manusia pada proyek, jika tidak diatasi dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek. Permasalahan ini dapat diatasi dengan melakukan optimasi penjadwalan sebagai solusi alternatif sehingga proyek konstruksi dapat berjalan sesuai dengan jadwal yang optimal.

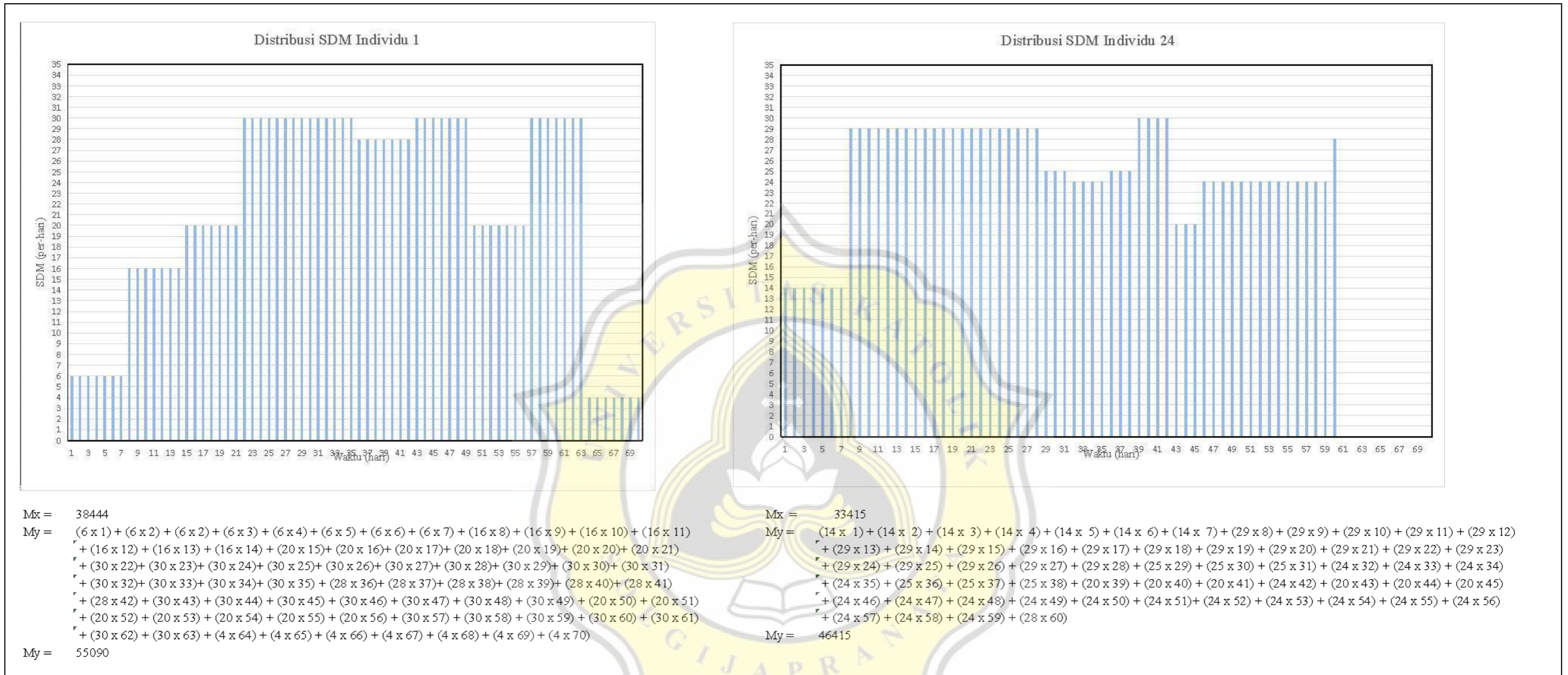
Pembuktian hubungan keterkaitan ketersediaan sumber daya manusia dengan kelangsungan proyek dapat dibuktikan dengan metode momen minimum dan *double moments algorithm*. Perhitungan momen minimum dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.4. Perhitungan *double moments algorithm* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.5.

Individu awal atau individu 1 dalam populasi dibandingkan dengan individu terbaik dalam populasi yaitu individu 24. Perhitungan momen minimum kedua individu berdasarkan Persamaan 2.4 diperlihatkan pada Gambar 5.9. Perhitungan *Double moments* kedua individu tersebut berdasarkan Persamaan 2.5 diperlihatkan pada Gambar 5.10.



Gambar 5.9 Algoritma Momen Minimum

Pada Gambar 5.9 diperlihatkan nilai algoritma momen minimum pada individu 1 adalah 38.444. Nilai algoritma momen minimum individu 24 (individu terbaik) adalah 33.415. Berdasarkan perhitungan algoritma momen minimum yang telah dilakukan, nilai algoritma momen minimum individu 24 lebih kecil daripada nilai algoritma momen minimum individu 1. Hal tersebut berarti tingkat perataan sumber daya manusia pada individu 24 lebih baik daripada tingkat perataan sumber daya manusia pada individu 1.



Gambar 5.10 *Double Moments Algorithm*

Perhitungan *double moments algorithm* menunjukkan bahwa nilai M_x pada individu 24 yaitu 33.415 lebih kecil dari nilai M_x individu 1 yaitu 38.444. Nilai M_y pada individu 24 yaitu 46.415 lebih kecil dari nilai M_y pada individu 1 yaitu 55.090. Hal tersebut berarti distribusi sumber daya manusia pada individu 24 lebih baik dari distribusi sumber daya manusia pada individu 1.



Pengurangan fluktuasi sumber daya manusia harian dapat dilakukan dengan meminimalkan nilai M_x . Pengurangan durasi pekerjaan dapat dilakukan dengan meminimalkan nilai M_y . Optimasi penjadwalan dengan tujuan meminimalkan fluktuasi sumber daya manusia dan durasi pekerjaan dapat dilakukan dengan cara meminimalkan M_x dan M_y .

Hasil optimasi yang dilakukan dengan menggunakan metode algoritma genetika menunjukkan pengurangan fluktuasi penggunaan *resource unit* harian pada individu 24. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya *minimum resource usage* dari 4 *unit* menjadi 14 *unit*, *average resource usage* dari 21 *unit* menjadi 25 *unit* namun tetap memenuhi *constraint* maksimal sumber daya manusia per-hari yaitu 30 *unit*. Individu 24 juga memungkinkan durasi penggunaan sumber daya yang lebih singkat. Hal tersebut dibuktikan dari perhitungan nilai M_y individu 24 yaitu 46.415 yang bernilai lebih kecil dari perhitungan M_y pada individu 1 yaitu 55.090. Durasi pekerjaan pemasangan atap individu 1 adalah 70 hari, sedangkan individu 24 memiliki durasi pekerjaan yang lebih cepat yaitu 60 hari.

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa individu 24 merupakan individu terbaik sebagai alternatif solusi penjadwalan hasil optimasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai *fitness individu 24*, hasil perhitungan momen minimum individu 24, dan juga hasil perhitungan *double moments algorithm* individu 24.

Peningkatan sumber daya manusia yang masih dimungkinkan secara ketersediaan *space* kerja, dapat meningkatkan kemampuan produksi di lapangan. Peningkatan kemampuan produksi dapat membuat waktu produksi menjadi lebih singkat dalam mengerjakan pekerjaan dengan volume yang sama. Peningkatan sumber daya manusia pada individu 24 dapat meminimalkan fluktuasi sumber daya manusia yang disertai dengan peningkatan produksi di lapangan. Apabila ketersediaan sumber daya manusia dapat ditingkatkan dan dimanfaatkan lebih merata dengan tetap memperhatikan persyaratan dalam memenuhi ketersediaan *resource* kerja, maka nilai fluktuasi sumber daya manusia akan semakin kecil, produktivitas kerja akan mengalami peningkatan, dan waktu produksi juga akan menjadi lebih singkat.



5.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan diperlihatkan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Aspek	Peneliti			
	Soemardi, B.W., dan Sumirto, D. (2007)	Sianturi, A. L (2012)	Sugeha, I.H., Inkiriwang, R.L., dan Pratas P.A.K. (2019)	Stevany, B., dan Tyas, V (2023)
Judul	Optimasi Penjadwalan Sumber daya dengan Metode Algoritma Genetik dan Algoritma Momen Minimum	Optimasi Penjadwalan Karyawan Pengawas Pembangunan Kapal Dengan Menggunakan Algoritma Genetika	Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Genetika Pada Proyek Rehabilitas Puskesmas Minanga	Implementasi Algoritma Genetika Dalam Keterbatasan Daya Pada Proyek Konstruksi
Alat Analisis dan Unit Analisis	Pengumpulan data berupa penjadwalan sumber daya, melakukan optimasi multi objektif dengan prosedur algoritma genetik, dan melakukan pemrograman algoritma genetik dengan menggunakan <i>Visual Basic</i>	Penentuan topik penelitian, pengumpulan data berupa data kuantitatif dan kualitatif dari PT Pertamina, pengembangan model menggunakan <i>Matlab</i> , dan analisa hasil	Lampiran e	Pengumpulan data berupa data proyek, melakukan pemodelan algoritma genetik menggunakan <i>Microsoft Excel</i> , analisis data, dan pembahasan penelitian
Variabel	a. Aspek deviasi sumber daya b. Biaya dan durasi c. Keterbatasan sumber daya manusia	a. Pergerakan karyawan yang terbatas b. Biaya c. Waktu perencanaan	a. Durasi proyek	a. Durasi proyek b. Keterbatasan sumber daya manusia
Metode	Algoritma Genetika dan Algoritma Momen Minimum	Algoritma Genetika	Algoritma Genetika dan <i>ant colony optimization</i>	Algoritma genetika



Tugas Akhir

Implementasi Algoritma Genetika

Dalam Keterbatasan Sumber Daya Manusia Pada Proyek Konstruksi
(Studi Kasus Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas)

71

Tabel 5.14 Perbandingan Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Aspek	Peneliti			
	Soemardi, B.W., dan Sumirto, D. (2007)	Sianturi, A. L (2012)	Sugeha, I.H., Inkiriwang, R.L., dan Pratasis P.A.K. (2019)	Stevany, B., dan Tyas, V (2023)
Hasil Penelitian	Penelitian Sumitro (2002) berhasil menggabungkan dua pendekatan yakni algoritma momen minimum dan perimbangan biaya-waktu, sehingga prosedur ini memungkinkan komponen deviasi sumber daya dan biaya dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan secara bersamaan	Penelitian Sianturi (2012) memperoleh model penjadwalan karyawan pengawas yang layak dan optimal.	Penelitian Sugeha (2019) mendapatkan hasil penjadwalan proyek menggunakan algoritma genetika dan diimplementasikan untuk mencari solusi jadwal yang optimal yaitu memenuhi batasan/persyaratan (constraints) dalam penjadwalan proyek	Penelitian Brenda (2023) berhasil menyelesaikan permasalahan proyek terbatas sumber daya manusia dengan menggunakan algoritma genetika dan menghasilkan lebih dari satu solusi optimal dengan bantuan <i>Microsoft Excel</i> dan <i>Matlab</i>

Penelitian ini menerapkan metode algoritma genetika pada Proyek Rehabilitasi Ruang Kelas SMAN 1 Cawas, di Kabupaten Klaten yang memiliki keterbatasan sumber daya manusia. Ketersediaan sumber daya manusia per-harinya adalah 30 pekerja. Hasil optimasi yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan pengurangan durasi pekerjaan selama 10 hari.