

PENENTUAN URUTAN PERAKITAN PRODUK DENGAN *LIAISON-SEQUENCE ANALYSIS*

Ida Nursanti

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan, Surakarta.

Email: Ida.Nursanti@ums.ac.id

Abstrak

Salah satu bagian yang penting dalam proses produksi suatu produk adalah perakitan. Jumlah komponen, metode perakitan yang digunakan, dan urutan perakitan berpengaruh secara langsung terhadap biaya perakitan dan lamanya waktu perakitan, sekaligus berpengaruh juga terhadap biaya dan waktu produksi yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk. *Liaison-sequence analysis* adalah metode sistematis yang digunakan untuk menentukan semua urutan perakitan yang mungkin dari sebuah produk. Dalam metode ini perakitan ditandai dengan grafik, yang disebut diagram *liaison*. Berdasarkan diagram *liaison*, diagram urutan perakitan kemudian dibuat dengan menentukan urutan dari semua *liaison* dengan menanyakan hubungan antar *liaison*. Untuk mendapatkan urutan perakitan yang memungkinkan untuk diaplikasikan, beberapa urutan perakitan yang mungkin dikurangi dengan proses *winning*. Pada penelitian ini, *liaison-sequence analysis* diaplikasikan pada produk pencekam atau yang sering dikenal juga dengan sebutan ragum yang memiliki 45 buah komponen termasuk baut, untuk menentukan urutan perakitan yang mungkin sehingga dapat mengurangi waktu dan mempermudah proses perakitan dari produk tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan urutan perakitan yang terbaik, waktu yang dibutuhkan untuk merakit produk Ragum adalah 7 menit 53 detik.

Kata kunci: *liaison diagram*, pencekam, urutan perakitan

1. PENDAHULUAN

Proses perakitan adalah salah satu kegiatan didalam proses manufaktur yang paling memakan waktu dan mahal (Yasin dkk., 2010). Kara dkk. (2005) menyebutkan bahwa sekitar 10% sampai dengan 30% (kadang-kadang lebih tinggi) dari total biaya produksi adalah biaya perakitan serta pembongkaran produk.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kedua hal tersebut adalah desain dari produk, terutama jumlah komponennya, metode perakitan yang digunakan (manual atau otomasi) dan urutan perakitan yang direncanakan.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengurangi waktu dan biaya perakitan tersebut, diantaranya yang dilakukan oleh Boothroyd (2005) yang menghasilkan konsep DFA. Tujuan dari DFA adalah menganalisis desain dari produk untuk meningkatkan kemudahan perakitan dan mengurangi waktu perakitan dengan mengurangi jumlah komponen.

Selain itu, untuk menentukan metode perakitan yang tepat, Wahjudi dan San (1999) menggunakan sebuah diagram yang didasarkan pada analisa model matematika dari bermacam-macam proses perakitan.

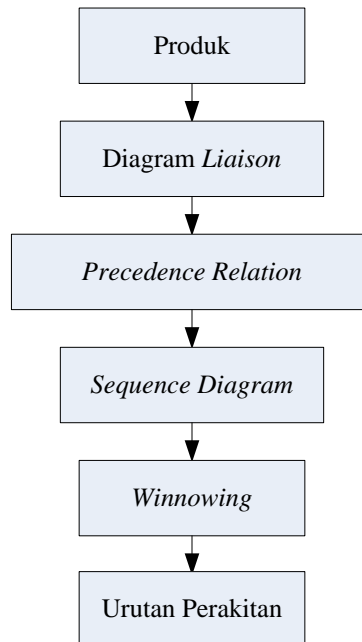
Penentuan urutan perakitan sebuah produk juga sangatlah dibutuhkan karena berkaitan dengan beberapa alasan diantaranya konstruksi dari produk (hubungannya dengan kemudahan perakitan dan akses dari *fastener*), kualitas produk, proses, dan strategi produksi. Nevins dan Whitney (1989) dalam bukunya menyebutkan bahwa urutan perakitan dapat diperoleh menggunakan *liaison-sequence analysis*. Metode ini sangat membantu, karena untuk mengidentifikasi urutan perakitan yang terbaik merupakan tugas yang sulit dan menantang, meskipun untuk produk dengan jumlah komponen yang sedikit dan dengan sub-rakitan. Hal ini disebabkan banyaknya kombinasi urutan yang mungkin untuk perakitan produk.

Makalah ini membahas aplikasi *liaison-sequence analysis* untuk menentukan urutan perakitan yang fisibel dari Ragum atau alat bantu pencekam yang digunakan sebagai alat peraga penentuan waktu baku perakitan produk dalam Praktikum PTI (Perancangan Teknik Industri), Teknik Industri UMS. Jumlah komponen dari Ragum tersebut sangatlah banyak, yaitu 45 buah

termasuk baut. Selain itu Ragum tersebut juga memiliki desain yang cukup rumit sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk merakit satu buah produknya.

2. METODOLOGI

Untuk mendapatkan urutan perakitan yang optimal, metodologi dari penelitian ini mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Alur penentuan urutan perakitan yang fisibel

2.1. Membuat diagram *liaison*

Dalam *liaison-sequence analysis*, perakitan direpresentasikan secara visual menggunakan diagram yang disebut sebagai diagram *liaison*, dimana titik (*nodes*) menunjukkan komponen dan garis antar titik menunjukkan hubungan atau *liaison* antar komponen.

Berikut ini formula yang digunakan untuk memeriksa apakah jumlah *liaison* dari perakitan produk sudah benar atau tidak.

$$n - 1 \leq l \leq \left(\frac{n^2 - n}{2} \right) \quad (1)$$

Dengan: n = Jumlah komponen
 l = Jumlah *liaison*

2.2. Menentukan *precedence relation* atau *liaison sequence*

Berdasarkan diagram *liaison* yang dibuat, dua buah pertanyaan berikut ini kemudian diajukan untuk mendapatkan *precedence relation*:

1. *Liaison* apa saja yang harus sudah selesai agar dapat melakukan *liaison* ini?
2. *Liaison* apa saja yang harus ditunda pengerjaannya agar dapat melakukan *liaison* ini?

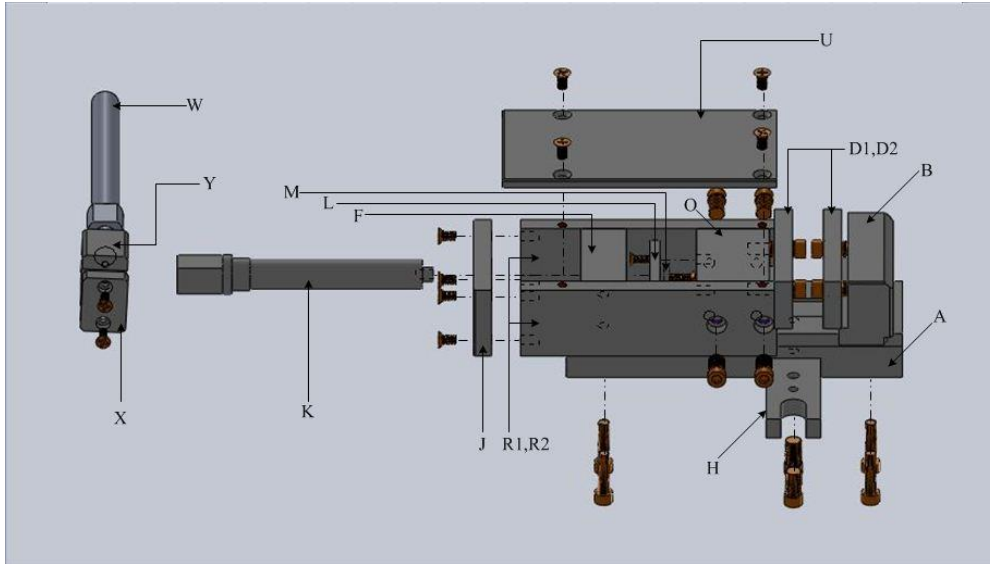
2.3. Membuat *sequence diagram* atau urutan perakitan yang mungkin

2.4. Mengurangi sejumlah urutan perakitan dengan menggunakan proses *winnowing*

Winnowing dilakukan untuk mengurangi jumlah urutan perakitan yang mungkin agar jumlahnya lebih masuk akal untuk dipraktekkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

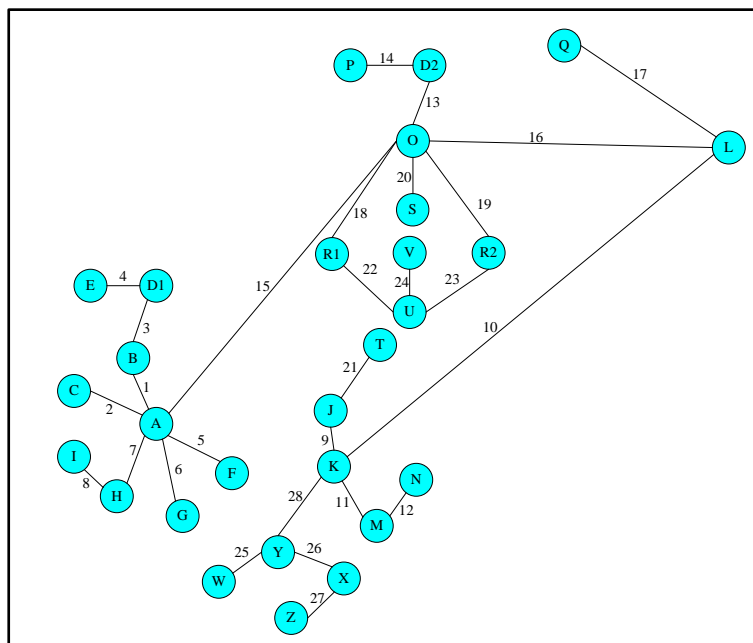
Produk Ragum yang digunakan sebagai studi kasus dipenelitian ini memiliki total komponen 45 buah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Exploded View dari Ragum

3.1. Membuat Diagram Liaison

Dengan asumsi bahwa, baut-baut yang memiliki jenis yang sama dan berhubungan dengan komponen yang sama dijadikan satu, maka jumlah komponen yang digambarkan dalam diagram liaison adalah 28 buah. Hal ini berarti bahwa total liaison yang mungkin berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) adalah antara 27 dan 378. Diagram tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dengan keterangan di Tabel 1.



Gambar 3. Diagram Liaison

Tabel 1. Keterangan diagram liaison

Kode	Qty	Nama Komponen	Liaisons		
A	1	Landasan	1	=	B ke A
B	1	Dudukan Rahang Tetap	2	=	C ke A
C	2	Baut M6x25	3	=	D1 ke B
D1	1	Rahang	4	=	E ke D1
E	2	Baut M6x15	5	=	F ke A
F	1	Blok Ulir	6	=	G ke A
G	2	Baut M6x25	7	=	H ke A
H	1	Plat Cekam	8	=	I ke H
I	2	Baut M6x15	9	=	K ke J
J	1	Penyangga	10	=	K ke L
K	1	Poros Transportir	11	=	K ke M
L	1	Plat Tekan	12	=	N ke M
M	1	Ring	13	=	D2 ke O
N	1	Baut M5x10	14	=	P ke D2
O	1	Dudukan Rahang Gerak	15	=	O ke A
D2	1	Rahang	16	=	L ke O
P	2	Baut M6x15	17	=	Q ke L
Q	2	Baut M5x10	18	=	R1 ke O
R1	1	Tutup Samping	19	=	R2 ke O
R2	1	Tutup Samping	20	=	S ke O
S	4	Baut M6x15	21	=	T ke J
T	4	Baut M5x15	22	=	U ke R1
U	1	Tutup Atas	23	=	U ke R2
V	4	Baut M5x10	24	=	V ke U
W	1	Tangkai part 3	25	=	W ke Y
X	1	Tangkai part 1	26	=	X ke Y
Y	1	Tangkai part 2	27	=	Z ke X
Z	2	Baut M4x10	28	=	Y ke K

3.2. Menentukan precedence relation

Setelah diagram *liaison* dibuat, batasan dari masing-masing *liaison* dianalisa dengan mengajukan pertanyaan 1 dan pertanyaan 2. Sebagai contoh, *liaison* apa saja yang harus sudah selesai agar dapat melakukan liaison 1? Jawabannya adalah tidak ada, karena operasi ini dapat dilakukan pertama kali. Begitu juga dengan *liaison* 3, 5, 7, 13, 25 dan 26.

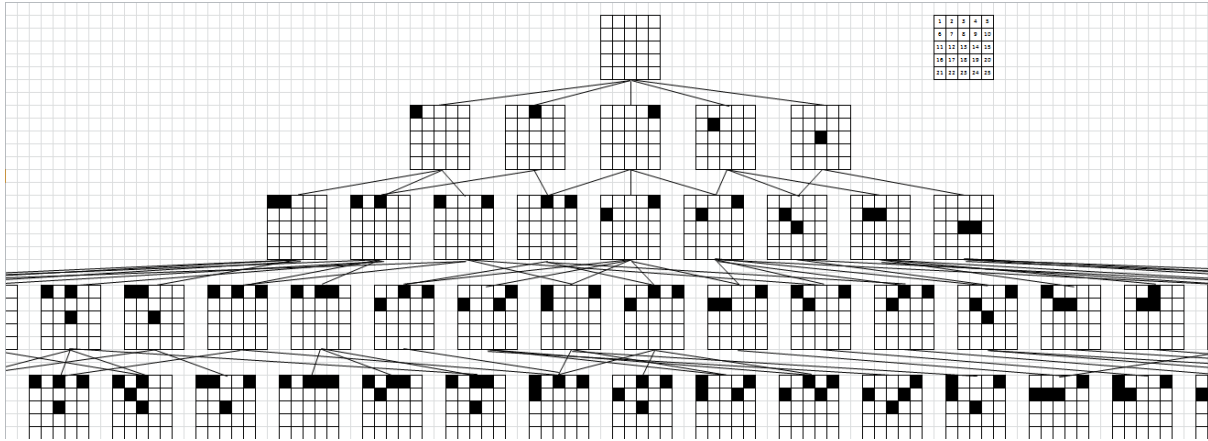
Sebaliknya, pertanyaan 2 untuk *liaison* 2, jawabannya adalah sebelum baut dimasukkan ke dalam Landasan, Dudukan Rahang Tetap harus sudah dihubungkan ke Landasan. Jadi *liaison* 1 adalah pendahulu dari *liaison* 2. *Precedence relation* untuk semua *liaison* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Precedence relation untuk masing-masing liaison

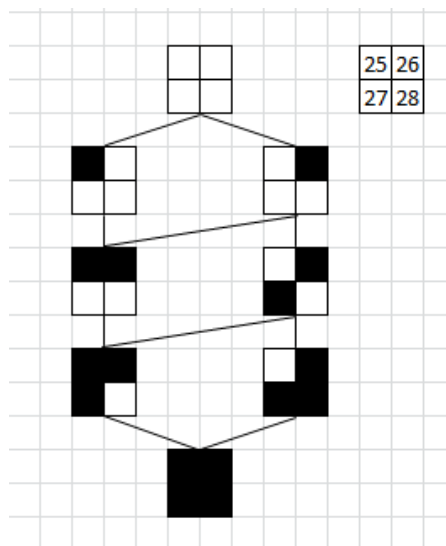
<i>Liaison's Prerequisites</i>	<i>Liaison</i>	<i>Liaison's Prerequisites</i>	<i>Liaison</i>
	1	17	15
1	2	12	16
	3	16	17
3 dan 1	4	15	18
	5	15	19
5	6	18, 19	20
	7	18 dan 19	21
7	8	21	22
5 dan 6	9	21	23
9	10	23	24
10	11		25
11	12		26
	13	26	27

3.3. Sequence Diagram

Urutan *liaison* yang diperoleh, digunakan untuk membuat diagram yang menggambarkan semua urutan perakitan yang mungkin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5 berikut ini. Untuk *liaison* 25, 26, dan 27 dibuat terpisah menjadi satu sub-perakitan.



Gambar 4. Potongan *sequence diagram* lengkap dari Ragum



Gambar 5. *Sequence diagram* untuk sub-perakitan

3.4. Proses *Winnowing*

Untuk mendapatkan urutan perakitan terbaik dari sejumlah urutan perakitan yang mungkin, maka beberapa batasan untuk urutan perakitan perlu diidentifikasi. Dalam kasus ini, ditemukan tiga buah batasan berdasarkan tujuan untuk meminimalkan reorientasi. Kedua batasan tersebut mengeliminasi beberapa titik dan garis dalam diagram urutan perakitan.

Batasan yang pertama adalah *liaison* 7 dan 8 harus segera dimasukkan dalam urutan perakitan karena arah perakitannya berlawanan dengan *liaison* yang lainnya sehingga reorientasi bisa diminimalkan. Untuk batasan yang kedua, *liaison* 1 dan 3 juga harus segera dimasukkan dalam urutan perakitan, karena arah pemasangan baut-nya juga berlawanan arah. Sedangkan batasan yang ketiga, semua *liaison* yang menghubungkan antara baut dan komponen harus segera dimasukkan dalam urutan perakitan mengikuti *liaison* yang menghubungkan dua buah komponen yang akan dihubungkan, untuk menghindari memegang beberapa komponen dalam waktu yang bersamaan. Urutan *liaison* yang dihasilkan yaitu 7, 8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 15, 13,

14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, dan 28. Dengan urutan ini, waktu perakitan yg dibutuhkan adalah 7 menit 53 detik.

4. KESIMPULAN

Analisis penentuan urutan perakitan di atas menghasilkan gambaran semua urutan perakitan yang mungkin. Akan tetapi, jumlah urutan perakitannya menjadi sangat banyak dan beberapa tidak masuk akal untuk diaplikasikan. Oleh sebab itu proses winnowing dilakukan untuk mendapatkan urutan perakitan yang fisibel. Dengan urutan perakitan yang diperoleh dari proses ini, proses perakitan dapat dilakukan dengan lebih mudah, dan waktu yang dibutuhkan lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Boothroyd, Geoffrey, 2005, *Assembly Automation and Product Design*, Taylor & Francis Group.
- Kara, S., Pornprasitpol, P., dan Kaebernick, H., 2005, *A Selective Disassembly Methodology for End-of-life Products*, *Assembly Automation*, 25/2.
- Nevins, James L. dan Whitney, Daniel E., 1989, *Concurrent Design of Products dan Processes*, McGraw-Hill.
- Wahjudi, D. dan San, Gan Shu, 1999, *Pemilihan Metode Perakitan dan Desain Produk untuk Meningkatkan Kinerja Perakitan di PT. Indoniles Electric Parts*, *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra* Vol. 1, No. 1.
- Yasin, Azman dkk., 2010, *Product Assembly Sequence Optimization Based on Genetic algorithm*, (IJCSSE) *International Journal on Computer Science and Engineering* Vol. 02, No. 09.