

PENGENDALIAN PERSEDIAAN *PRIMARY ITEMS* DALAM LOGISTIK KONSTRUKSI

Lady Lisya, Rika Ampuh Hadiguna

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: laddydy59@gmail.com

Abstract

Construction logistics are activities that consist of ordering, storage and transportation of materials of construction projects. Storage material is logistics activity that ensure the availability of materials in project site. Generally, material storage activities have been conducted at the project site. Logistics construction is aimed to support the project activities that the completion schedule has been set. Construction logistics issues is determining the schedule of ordering materials so that the project can be implemented on schedule. The purpose of research is to determine the optimum ordering period for the primary items on the main building structure construction and designing inventory control cards as a mechanism for monitoring procurement of materials. This research has been obtained optimal ordering period for the primary items of main building structure with elements of the work using Fixed Period Requirement method. Inventories were already meet the material requirement of each period. Material management has been conducted based grouping approach as many as 31 groups. In addition, this research has proposed the inventory control cards as an instrument for material procurement monitoring. The implications of inventory control cards are coordinate contracting parties with vendors to plan the replenishment of materials to meet the work schedule. Further research can be developed with other aspects such as integrated material order system between contractors and vendors to consider the safety stock. In addition, the information system for planning material is an important consideration for construction projects with large scale so that the companies can plan primary items inventory and other materials in the projects completion more easily, quickly and accurately.

Keywords: *Construction logistics, inventory, order size, storage*

Abstrak

Logistik konstruksi adalah kegiatan-kegiatan pemesanan, penyimpanan dan transportasi dari bahan-bahan proyek konstruksi. Penyimpanan bahan adalah kegiatan logistik yang berfungsi untuk menjamin ketersediaan bahan. Umumnya, kegiatan penyimpanan bahan telah dilakukan di lokasi proyek. Logistik konstruksi adalah bertujuan mendukung kegiatan proyek yang jadwal penyelesaiannya telah ditetapkan. Permasalahan logistik konstruksi adalah menentukan jadwal pemesanan bahan sehingga proyek dapat dilaksanakan sesuai jadwal. Tujuan penelitian adalah menentukan periode pemesanan optimal untuk primary items pada pengerjaan main building structure dan merancang kartu kendali persediaan sebagai mekanisme monitoring pengadaan material. Penelitian ini telah mendapatkan periode pemesanan optimal untuk primary items pada pengerjaan main building structure dengan berbasis elemen pekerjaan menggunakan metode Fixed Period Requirement. Jumlah persediaan yang didapatkan sudah memenuhi kebutuhan material setiap periode. Manajemen material sudah dilakukan berbasis pengelompokan pekerjaan yaitu sebanyak 31 kelompok. Selain itu, penelitian ini telah menghasilkan desain rancangan kartu kendali persediaan sebagai mekanisme monitoring pengadaan material. Implikasi dari penerapan kartu kendali persediaan adalah pihak kontraktor mengkoordinasikan rencana kedatangan material dengan vendor untuk menjamin pekerjaan sesuai jadwal. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan aspek lain seperti sistem pemesanan terintegrasi antara vendor dengan kontraktor dan mempertimbangkan safety stock. Disamping itu, sistem informasi untuk perencanaan material adalah penting dipertimbangkan untuk proyek dengan skala besar sehingga perusahaan dapat merencanakan persediaan primary items maupun material lain yang digunakan dalam penyelesaian pembangunan proyek lebih mudah, cepat dan akurat.

Kata kunci: *Logistik konstruksi, persediaan, ukuran pemesanan, penyimpanan*

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan proyek konstruksi mengalami perkembangan yang pesat. Saat ini, Industri Jasa Konstruksi mendapat sorotan banyak pihak di berbagai negara, mengingat sumbangsuhnya yang signifikan terhadap banyak sektor terutama ekonomi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia semester I-2014 dibanding semester I-2013 menunjukkan kenaikan sebesar 5,17 persen. Pertumbuhan PDB tersebut salah satunya didorong oleh pertumbuhan sektor konstruksi sebesar 6,57 persen [1].

Pembangunan sebuah proyek konstruksi membutuhkan banyak bahan baku atau material. Kebutuhan volume material yang sangat banyak membutuhkan manajemen persediaan material yang baik. Ketersediaan bahan baku atau material merupakan suatu hal mutlak yang dibutuhkan pada sebuah proyek konstruksi karena setiap proyek menggabungkan sumber daya seperti manusia, material, peralatan dan modal atau biaya untuk mencapai tujuan tertentu [2].

Material bangunan merupakan komponen utama penyusun biaya dalam setiap pembangunan proyek konstruksi. Menurut menurut Patil [3], total biaya yang dikeluarkan untuk biaya pembelian material bangunan untuk proyek konstruksi mungkin sebesar 50 persen atau lebih dari total biaya proyek. Sementara menurut Bandripta [4] pengadaan material merupakan bagian terpenting pada setiap proyek konstruksi, karena sumber daya material dapat menyerap hingga 40 persen sampai 60 persen dari biaya proyek. Oleh karena itu, penggunaan teknik manajemen material yang baik dan tepat untuk membeli, menyimpan, mendistribusikan, dan menghitung material konstruksi menjadi sangat penting.

Manajemen material bertujuan untuk meminimalkan biaya pengadaan yang dapat mengurangi biaya proyek secara keseluruhan serta memastikan bahwa material yang tersedia digunakan sesuai dengan jumlah dan saat diperlukan [5].

Pengadaan material yang efisien berperan penting dalam keberhasilan penyelesaian pekerjaan dari sebuah proyek konstruksi. Jika pemesanan material dilakukan terlalu dini akan mengakibatkan meningkatnya pengeluaran modal dan biaya dari kelebihan persediaan material [3]. Namun sebaliknya, jika kekurangan persediaan material dapat menghentikan proses pengerjaan proyek bahkan dapat mengubah jadwal pengerjaan proyek yang telah direncanakan perusahaan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan ongkos dari kekurangan material.

Pelaksana proyek konstruksi memerlukan manajemen material yang baik agar penyelesaian proyek konstruksi sesuai dengan waktu yang direncanakan. Salah satu proyek konstruksi pembangunan yang menarik untuk dikaji dalam perspektif logistik konstruksi adalah rumah sakit pendidikan di salah satu universitas di Kota Padang. Pengendalian material dalam proyek konstruksi dapat dikelola dengan pendekatan konsep logistik [6].

Logistik konstruksi sama halnya dengan perusahaan lain baik manufaktur atau jasa yang tidak terlepas dari masalah persediaan material dalam pengerjaan proyek. Volume penggunaan material terbesar dan waktu pengerjaan terlama pada proyek adalah *main building structure* yaitu selama 34 minggu dari 78 minggu atau 43,59% dari total waktu pengerjaan proyek. Material utama (*primary items*) yang dibutuhkan proyek dengan volume penggunaan terbesar terdapat pada material penyusun pekerjaan *main building structure*. Pekerjaan *main building structure* ini mulai dari pekerjaan lantai dasar (*ground floor*) hingga pekerjaan *roofing* pada jadwal proyek yang ada.

Berdasarkan Gambar 1, banyaknya volume penggunaan material menyebabkan meningkatnya proporsi persediaan akan material tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini hanya membahas lebih lanjut tentang sistem persediaan material yang merupakan *primary items* yang digunakan oleh perusahaan dalam menyelesaikan proyek tersebut. Pengadaan dan penyediaan material merupakan hal yang signifikan dalam

menentukan apakah suatu proyek dapat selesai pada waktunya. Bila terjadi keterlambatan dalam penyediaan bahan maka proyek dapat terhenti dan menimbulkan kerugian bagi pelaksana proyek. Kebijakan persediaan yang diterapkan perusahaan selama ini adalah dengan melakukan pengontrolan secara berkala.

Kajian terhadap pengelolaan material penting dilakukan untuk memperbaiki sistem persediaan dengan mempertimbangkan aktivitas atau elemen pekerjaan. Penerapan konsep persediaan bermanfaat dalam penyusunan perencanaan yang tepat terhadap kapan pemesanan dilakukan dan jumlah pemesanan yang harus dilakukan untuk meminimasi total biaya persediaan. Permasalahannya adalah penentuan periode pemesanan optimal untuk *primary items*. Tujuan penelitian adalah menentukan periode pemesanan optimal untuk *primary items* pada pengerjaan *main building structure* dan merancang kartu kendali persediaan sebagai mekanisme *monitoring* pengadaan material.

Tabel 1. Total Kebutuhan Material

No	Jenis Material	Total Demand	Satuan	Persentase
1	Beton Ready Mix K 350	16093,5	m ³	10%
2	Besi Beton BJTD 40	2750983	kg	45%
3	Besi Beton BJTP 24	42337,22	kg	15%
4	Multipleks t = 9 mm (ukuran 2,4 m x 1,2 m)	75983,01	lembar (m ²)	25%
5	Kayu Bekisting	700	m ³	2%
6	Batako	18000	buah	3%



Gambar 1. Proporsi Permintaan Material

2. METODE PENELITIAN

Obyek penelitian ini adalah proyek konstruksi. Penelitian ini fokus pada proyek konstruksi pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas di Padang. Elemen pekerjaan yang dikaji pada penelitian ini adalah elemen-elemen pekerjaan yang terdapat pada pekerjaan main building structure, yaitu elemen-elemen pekerjaan pada pekerjaan lantai dasar, lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, machine room dan roofing.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri atas dua tipe data diantaranya yaitu data primer dan data sekunder. Data primer ini berupa hasil wawancara dengan Manajer Produksi Proyek berupa data harga material per satuan, biaya-biaya penyusun biaya pesan dan biaya-biaya penyusun biaya simpan. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan berupa data gambaran perencanaan proyek, data umum proyek, data kebutuhan material atau Bill of Quantity (BOQ) dan time schedule proyek.

Penelitian dilakukan dengan menerapkan beberapa metoda. Tahap pertama adalah mengidentifikasi jenis material dan elemen pekerjaan. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis material apa dan uraian elemen pekerjaan apa saja yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek. Selanjutnya adalah seleksi jenis material dan elemen pekerjaan. Tahap ini dilakukan untuk menentukan primary item yang dibutuhkan proyek dengan volume terbesar untuk setiap elemen pekerjaan pada pekerjaan *main building structure* dan jenis elemen pekerjaan mana saja yang memerlukan *primary item* tersebut dalam proses pembangunan proyek berdasarkan hasil identifikasi jenis material dan elemen pekerjaan pada tahap sebelumnya. Berdasarkan jenis material dan elemen pekerjaan yang telah diseleksi kemudian dibuat breakdown dalam struktur produk. Struktur produk tersebut berfungsi sebagai input MRP. Elemen-elemen pekerjaan yang telah diseleksi kemudian diurutkan berdasarkan waktu mulai pengerjaan yang sama. Elemen pekerjaan yang telah diurutkan kemudian dikelompokkan

kedalam kelompok - kelompok pekerjaan berdasarkan waktu mulai pengerjaannya.

Tahap kedua adalah membuat rencana penjadwalan pekerjaan berdasarkan kelompok pekerjaan yang ditetapkan. Rencana penjadwalan pekerjaan berdasarkan kelompok pekerjaan dibuat berurutan dari minggu pertama sampai akhir pengerjaan *main building structure*. Penjadwalan pekerjaan tersebut berfungsi sebagai masukan MRP. Penjadwalan pekerjaan perlu didukung data kebutuhan total material kelompok pekerjaan. Kebutuhan total material per kelompok pekerjaan berdasarkan elemen pekerjaan apa saja yang termasuk dalam kelompok pekerjaan tersebut dan dihitung per masing-masing jenis primary item apa saja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan elemen pekerjaan.

Selanjutnya menghitung besar lot pemesanan tiap periode (*lot sizing*) dengan metode FPR (*Fixed Period Requirement*). Perhitungan penentuan besar lot pemesanan dilakukan dengan pendekatan menggunakan konsep ukuran lot dengan periode tetap, dimana pesanan dilakukan berdasarkan periode waktu tertentu saja. Salah satu jenis dari metode MRP ini digunakan karena berdasarkan struktur produk dapat terlihat bahwa antar material saling berhubungan (bersifat dependent antara satu material dengan material lainnya) untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan bangunan.

Metode FPR digunakan karena data yang diperoleh adalah data kebutuhan bersih dari masing-masing jenis material dan untuk menghitung jumlah kebutuhan material per kelompok pekerjaan adalah dengan menjumlahkan kebutuhan bersih pada periode yang sama. Selain itu, metode FPR ini digunakan dengan konsep lot pemesanan per kelompok pekerjaan (Q) *demand* atau kebutuhan bersih di kelompok pekerjaan tersebut, berarti pada kasus ini T (periode pemesanan) yang tetap untuk setiap pemesanan pada kelompok pekerjaan namun Q berbeda, sehingga dipilihlah salah satu metode pada model P yang cocok untuk kondisi ini yaitu FPR (*Fixed Period Requirement*).

Menentukan lama periode pemesanan optimal (*offsetting*). Tahapan ini bertujuan

agar material dapat tersedia tepat pada saat dibutuhkan dengan memperhitungkan lead time pengadaan material tersebut. Menghitung total biaya persediaan yaitu penjumlahan total biaya pemesanan ditambah total biaya penyimpanan material.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Proyek

Studi diawali dengan mengumpulkan dan menganalisis data umum proyek, kurva S proyek atau jadwal kegiatan proyek (*time schedule project*), tahapan pekerjaan proyek, rincian rencana pelaksanaan pekerjaan *main building structure*, data kebutuhan bersih *primary items* pada pekerjaan *main building structure* dan komponen penyusun biaya persediaan *primary items* pada pekerjaan *main building structure*.

Pengerjaan proyek pembangunan rumah sakit Pendidikan membutuhkan waktu penyelesaian selama 540 hari kalender. Sedangkan khusus untuk pekerjaan *main building structure* dimulai pada minggu ke-2, bulan Agustus 2014 yaitu tanggal 11 Agustus 2014 sampai dengan minggu ke-1, bulan April yaitu tanggal 5 April 2015, maka lama waktu penyelesaian pekerjaan *main building structure* selama 34 minggu.

Biaya persediaan terdiri atas biaya pembelian material (*purchase cost*) berupa data harga material dapat dilihat pada Tabel 2, biaya pemesanan (*order cost*) dapat dilihat pada Tabel 3 dan biaya penyimpanan (*holding cost*) dapat dilihat pada Tabel 4.

3.2. Analisis Elemen Pekerjaan

Seleksi elemen pekerjaan dan jenis material merupakan analisis awal yang dibutuhkan untuk menetapkan *primary items*. Tahap ini dilakukan proses identifikasi elemen pekerjaan dan jenis material yang dibutuhkan pada pekerjaan *main building structure* sesuai jadwal pekerjaan proyek, sebelum elemen pekerjaan dikelompokkan. Berdasarkan hasil identifikasi elemen pekerjaan yang

terdapat pada jadwal proyek, dilakukan penyeleksian untuk elemen pekerjaan yang tidak menggunakan *primary items*. Rekapitulasi kebutuhan material tersebut merupakan semua kebutuhan material dalam satuan tertentu tergantung jenis material per elemen pekerjaan yang menyusun pekerjaan *main building structure*. Jadwal pekerjaan *main building* berisikan informasi tentang simbol yang diberikan, waktu pelaksanaan dan bobot pekerjaan masing-masing elemen pekerjaan setiap periode.

Tabel 2. Data Harga *Primary Items*

No	Jenis Material	Satuan	Harga (Rp)
1	Beton <i>Ready Mix</i> K 350	m ³	Rp 880.000
2	Besi Beton BJTD 40	kg	Rp 9.800
3	Besi Beton BJTP 24	kg	Rp 9.300
4	Multipleks	lembar (m ²)	Rp 170.000

Tabel 3. Biaya Pemesanan *Primary Items*

No	Kegiatan	Biaya
1	Biaya Pembuatan <i>Purchasing Order</i> (PO) 3 lembar @Rp 150,00	Rp 450
2	Biaya Pengurusan Barang Masuk 3 lembar @Rp 150,00	Rp 450
3	Biaya Telepon Vendor	Rp 6.500
4	Biaya Email	Rp 3.000
5	Uang Pemuda per kedatangan Material	Rp 200.000
Total		Rp 210.400

Tabel 4. Komponen Penyusun Biaya Penyimpanan *Primary Items*

No	Jenis Material	Kegiatan	Biaya
1	Besi Beton BJTD 40	Biaya Pengawasan Material per Satuan	Rp 0,91
2	Besi Beton BJTP 24	Biaya Pengawasan Material per Satuan	Rp 59,05
3	Multipleks t = 9 mm	Biaya Pengawasan Material per Satuan	Rp 35,21
		Biaya Pembuatan Gudang	Rp 54,23
		Total	Rp 89,44

Hasil pengelompokan elemen pekerjaan menghasilkan 31 kelompok dan setiap kelompok terdiri dari beberapa pekerjaan yang bervariasi untuk setiap kelompoknya. Hasil pengelompokan disajikan dalam Tabel 5. Berdasarkan hasil penyeleksian untuk elemen pekerjaan yang tidak menggunakan *primary items*, tahap selanjutnya yaitu mengurutkan elemen pekerjaan dengan waktu mulai

pengerjaan yang sama dan dikelompokkan dalam kelompok pekerjaan yang sama. Setelah elemen pekerjaan dikelompokkan dilakukan identifikasi dan merekapitulasi kebutuhan material per kelompok. Rekapitulasi rincian kebutuhan (*demand*) material berguna untuk mengidentifikasi *primary items* apa saja yang diperlukan masing - masing elemen pekerjaan dan berapa jumlah kebutuhan (*demand*) *primary items* dalam satuan tertentu (tergantung jenis material) masing - masing kelompok pekerjaan tersebut.

Selanjutnya, jadwal pekerjaan *main building structure* dikelompokkan. Sama halnya dengan jadwal pekerjaan awal sebelum dikelompokkan, jadwal pekerjaan telah dikelompokkan juga berisikan informasi tentang rincian nama elemen pekerjaan, simbol yang diberikan untuk masing - masing elemen pekerjaan, waktu pelaksanaan pekerjaan dan bobot pekerjaan masing-masing elemen pekerjaan pada setiap periode.

Selain itu, analisis telah dilakukan untuk memberikan informasi elemen pekerjaan yang telah dikelompokkan dalam kelompok pekerjaan tertentu berdasarkan elemen pekerjaan yang diawali secara bersamaan atau waktu mulai pengerjaan yang sama dengan kata lain elemen pekerjaan yang berada dalam kelompok pekerjaan yang sama dikerjakan secara paralel.

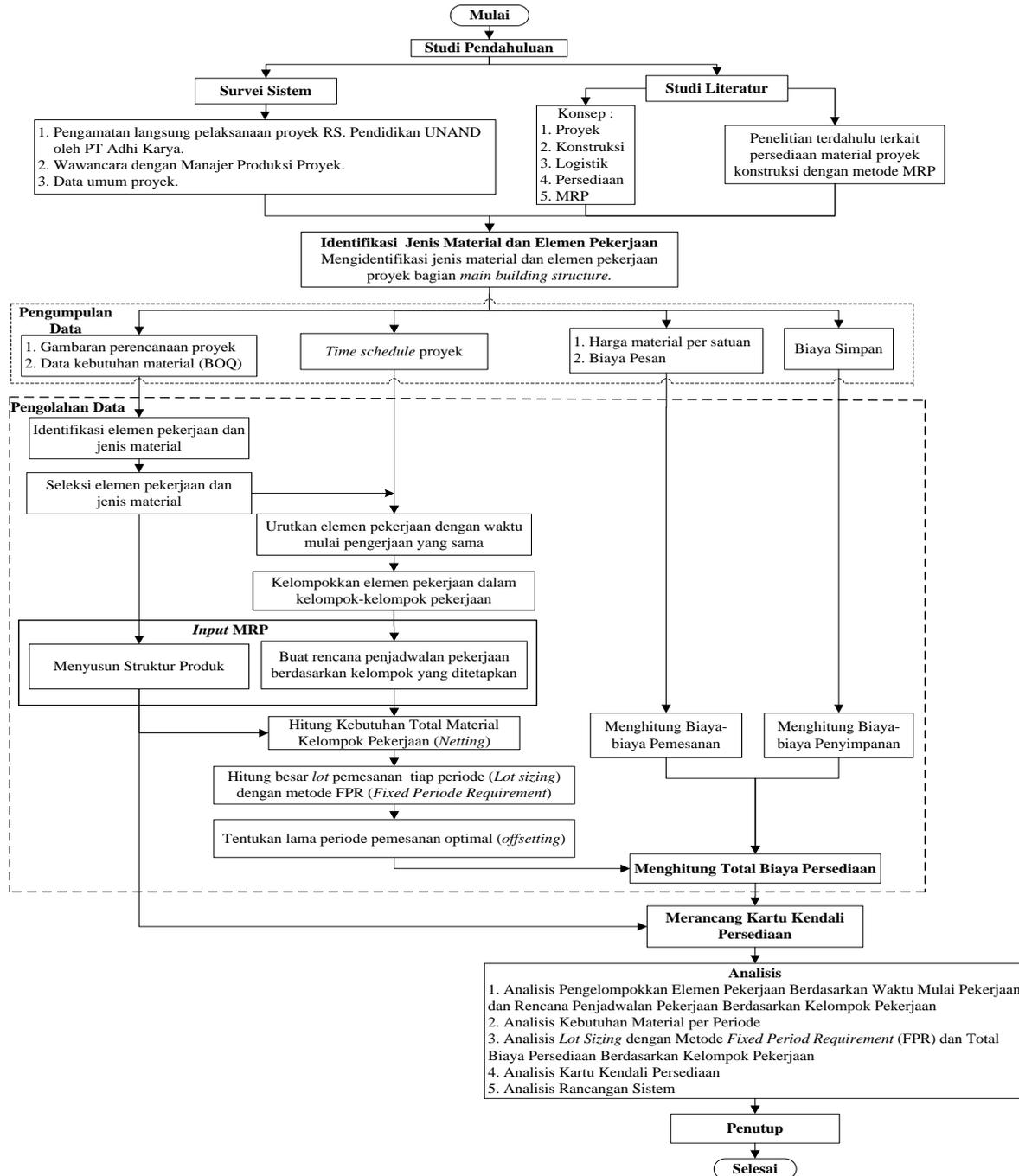
3.3. Penentuan Jadwal Pemesanan

MRP terdiri atas struktur produk dan rencana penjadwalan pekerjaan berdasarkan kelompok pekerjaan yang ditetapkan. Pertama adalah menganalisis struktur produk pekerjaan *main building structure*. Struktur produk berisi informasi yang mengidentifikasi semua kebutuhan komponen yang akan digunakan untuk menghasilkan produk akhir dari suatu pekerjaan yaitu *main building structure*. Struktur produk terdiri atas 3 level, berdasarkan pada *break down* elemen pekerjaan yang dapat dilihat pada *time schedule proyek* dan hasil seleksi elemen pekerjaan dan data kebutuhan bersih (*Bill of Quantity/BOQ*) proyek Struktur produk tersebut menunjukkan

hubungan antara setiap elemen pekerjaan dengan material yang dibutuhkan.

Selanjutnya, penyusunan rencana penjadwalan pekerjaan *main building structure* didapatkan dari pengelompokan elemen pekerjaan dengan waktu mulai pengerjaan yang sama ke dalam satu kelompok pekerjaan yang sama, sehingga tiap kelompok

memiliki elemen pekerjaan penyusun yang berbeda - beda. Berdasarkan ketentuan tersebut, kelompok yang dihasilkan sebanyak 31 kelompok pekerjaan dengan lama pengerjaan selama 33 minggu. Rencana penjadwalan pekerjaan *main building structure* berdasarkan kelompok pekerjaan yang ditetapkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 2. Flowchart Metodologi Penelitian

Tabel 5. Hasil Pengelompokan Pekerjaan

No. Kelompok Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	Simbol	Demand Material				Total Demand Per Kelompok Pekerjaan			
			Beton Ready Mix K 350 (m ³)	Besi Beton BJTD 40 (kg)	Besi Beton BJTP 24 (kg)	Multipleks t = 9 mm (ukuran 2,4 m x 1,2)	Beton Ready Mix K 350 (m ³)	Besi Beton BJTD 40 (kg)	Besi Beton BJTP 24 (kg)	Multipleks t = 9 mm (ukuran 2,4 m x 1,2)
Kelompok 1	Lantai-1 - Pekerjaan Bored Pile B dia 1200 mm	J11	1028,66	93468,82	14112,41	-	1630,04	148112,13	22362,74	-
	Lantai-2 - Pekerjaan Bored Pile A dia 1200 mm	J24	601,37	54643,31	8250,33	-				
Kelompok 2	Lantai-1 - Pekerjaan Pile Cap B	J12	457,97	84785,96	-	614,10	603,25	124689,66	-	1359,79
	Lantai-1 - Pekerjaan Tie Beam B	J13	145,28	39903,70	-	745,69				
Kelompok 3	Lantai Dasar - Pekerjaan Pile Cap C	J2	876,45	145281,56	-	964,30	3266,37	440122,71	19974,48	7513,25
	Lantai-1 - Pekerjaan Tie Beam C	J3	286,33	82185,78	-	1530,10				
	Lantai-1 - Pekerjaan Slab B	J14	647,64	80361,05	-	5018,85				
	Lantai Dasar - Pekerjaan Bored Pile C dia 1200 mm	J1	1455,96	132294,33	19974,48	-				
Kelompok 4	Lantai-2 - Pekerjaan Pile Cap A	J25	390,70	61563,87	-	393,46	390,70	61563,87	-	393,46
	Lantai-1 - Pekerjaan Colum B	J15	157,43	40178,77	-	1118,39				
Kelompok 5	Lantai-1 - Pekerjaan Retaining Wall	J19	49,45	9089,59	-	395,58	206,88	49268,36	-	1513,97
	Lantai-2 - Pekerjaan Tie Beam A	J26	168,96	43911,03	-	886,17				
Kelompok 6	Lantai-1 - Pekerjaan Beam C	J16	653,98	155621,28	-	3311,93	2472,41	366367,92	-	8699,86
	Lantai Dasar - Pekerjaan Slab C	J4	1235,79	145414,01	-	90,06				
Kelompok 7	Lantai-2 - Pekerjaan Slab A	J27	582,64	65332,63	-	5297,87	742,65	169973,26	-	5710,81
	Lantai Dasar - Pekerjaan Retaining Wall	J6	210,66	39504,11	-	1685,29				
Kelompok 8	Lantai-2 - Pekerjaan Beam B	J29	193,66	38845,45	-	1314,33	709,40	176139,37	-	5159,72
	Lantai Dasar - Pekerjaan Colum C	J5	208,85	67903,10	-	1323,43				
	Lantai Dasar - Pekerjaan Shear Wall	J8	73,77	29750,58	-	462,53				
	Lantai-1 - Pekerjaan Wall Stair	J22	22,45	136,12	-	374,14				
Kelompok 9	Lantai-3 - Pekerjaan Beam B	J43	143,25	50370,26	-	954,99	742,65	169973,26	-	5710,81
	Lantai-2 - Pekerjaan Plat B	J30	291,32	32666,32	-	2648,93				
	Lantai-2 - Pekerjaan Colum A	J28	218,85	56089,09	-	1459,01				
	Lantai-1 - Pekerjaan Shear Wall	J21	89,23	30847,60	-	647,88				
Kelompok 10	Lantai-3 - Pekerjaan Slab B	J44	274,25	31347,17	-	2266,96	1520,57	234747,82	-	11059,14
	Lantai-1 - Pekerjaan Plat C	J17	647,64	80361,05	-	5018,85				
	Lantai-3 - Pekerjaan Beam A	J40	311,43	89499,71	-	1384,14				
	Lantai-3 - Pekerjaan Slab A	J41	274,25	31347,17	-	2266,96				
	Lantai-1 - Pekerjaan Stair	J20	11,33	1810,54	-	102,12				
	Lantai-1 - Pekerjaan Separator Beam	J23	1,68	382,18	-	20,12				
Kelompok 11	Lantai-2 - Pekerjaan Colum B	J31	115,86	36853,03	-	675,86	115,86	36853,03	-	675,86
Kelompok 12	Lantai-3 - Pekerjaan Colum A	J42	82,07	20945,29	-	547,13	82,07	20945,29	-	547,13
Kelompok 13	Lantai-2 - Pekerjaan Shear Wall	J36	143,35	35152,80	-	1145,17	450,50	128545,65	-	2510,27
	Lantai-4 - Pekerjaan Beam A	J54	307,15	93392,84	-	1365,09				
Kelompok 14	Lantai-1 - Pekerjaan Colum C	J18	130,88	46115,89	-	790,30	435,65	81607,84	-	3465,01
	Lantai-4 - Pekerjaan Slab A	J55	293,85	35429,81	-	2492,87				
	Lantai Dasar - Pekerjaan Wall Stair	J9	10,91	62,14	-	181,84				
Kelompok 15	Lantai-3 - Pekerjaan Colum B	J45	146,71	36561,69	-	1014,69	213,25	45182,46	-	1653,77
	Lantai-4 - Pekerjaan Shear Wall	J62	66,55	8620,77	-	639,08				
Kelompok 16	Lantai-2 - Pekerjaan Beam C	J32	326,49	82713,36	-	1687,94	791,58	152355,93	-	5577,22
	Lantai-2 - Pekerjaan Plat C	J33	291,32	32666,32	-	2648,93				
	Lantai-4 - Pekerjaan Colum A	J56	122,30	29120,66	-	815,33				
	Lantai Dasar - Pekerjaan Stair	J7	19,72	3263,52	-	168,39				
	Lantai-2 - Pekerjaan Ramp	J37	31,76	4592,08	-	256,62				
Kelompok 17	Lantai-4 - Pekerjaan Beam B	J57	150,57	33102,71	-	1058,56	317,52	60372,48	-	2413,24
	Lantai-3 - Pekerjaan Shear Wall	J50	143,35	23503,63	-	1145,17				
	Lantai-2 - Pekerjaan Stair	J35	23,60	3766,15	-	209,50				
Kelompok 18	Lantai-2 - Pekerjaan Colum C	J34	14,21	4244,40	-	143,04	380,28	44618,51	-	3564,51
	Lantai-4 - Pekerjaan Slab B	J58	293,85	35429,81	-	2492,87				
	Lantai-3 - Pekerjaan Ramp	J51	31,76	4592,08	-	256,62				
	Lantai Dasar - Pekerjaan Separator Beam	J10	0,50	122,51	-	5,94				
Kelompok 19	Lantai-2 - Pekerjaan Wall Stair	J38	39,96	229,71	-	666,03	571,16	105805,79	-	4376,61
	Lantai-3 - Pekerjaan Beam C	J46	236,23	59578,19	-	1624,66				
	Lantai-3 - Pekerjaan Slab C	J47	274,25	31347,17	-	2266,96				
	Lantai-4 - Pekerjaan Colum B	J59	59,00	14532,72	-	464,88				
Kelompok 20	Lantai-2 - Pekerjaan Separator Beam	J39	1,68	347,70	-	20,12	262,21	152474,99	-	3068,49
Kelompok 21	Machine Room - Pekerjaan Beam	J67	262,21	152474,99	-	3068,49	285,93	37215,28	-	2436,14
	Machine Room - Pekerjaan Slab	J68	254,18	32623,20	-	2179,52				
Kelompok 22	Lantai-4 - Pekerjaan Ramp	J63	31,76	4592,08	-	256,62	90,12	29805,14	-	525,67
	Lantai-3 - Pekerjaan Colum C	J48	90,12	29805,14	-	525,67				
Kelompok 23	Lantai-4 - Pekerjaan Beam C	J60	96,73	25979,44	-	644,84	96,73	25979,44	-	644,84
	Roofing - Pekerjaan Beam	J72	13,96	2727,73	-	93,09				
Kelompok 24	Roofing - Pekerjaan Slab	J73	16,89	1816,88	-	151,80	30,85	4544,61	-	244,88
	Machine Room - Pekerjaan Stair	J70	129,18	73,98	-	258,37				
Kelompok 25	Machine Room - Pekerjaan Colum	J66	10,95	2269,86	-	109,51	140,13	2343,84	-	367,88
	Lantai-3 - Pekerjaan Stair	J49	20,09	3198,86	-	177,60				
Kelompok 26	Machine Room - Pekerjaan Shear Wall	J69	8,79	1049,47	-	60,98	28,88	4248,33	-	238,58
	Lantai-4 - Pekerjaan Wall Stair	J52	38,43	238,22	-	640,46				
Kelompok 27	Lantai-3 - Pekerjaan Wall Stair	J52	38,43	238,22	-	640,46	38,43	238,22	-	640,46
	Lantai-4 - Pekerjaan Stair	J61	12,53	1990,91	-	109,39				
Kelompok 28	Machine Room - Pekerjaan Separator Beam	J71	0,43	125,19	-	5,19	12,96	2116,10	-	114,58
	Lantai-4 - Pekerjaan Separator Beam	J65	1,33	284,55	-	16,01				
Kelompok 29	Lantai-3 - Pekerjaan Separator Beam	J53	1,68	362,48	-	20,12	1,68	362,48	-	20,12
	Lantai-4 - Pekerjaan Wall Stair	J64	35,13	187,17	-	585,57				
Kelompok 30	Lantai-3 - Pekerjaan Separator Beam	J53	1,68	362,48	-	20,12	1,68	362,48	-	20,12
Kelompok 31	Lantai-4 - Pekerjaan Wall Stair	J64	35,13	187,17	-	585,57	35,13	187,17	-	585,57
Total							16093,50	2750983,27	42337,22	75983,01

Klp 1	Klp 2	Klp 3	Klp 4	Klp 5	Klp 6	Klp 7	Klp 8	Klp 9	Klp 10	Klp 11	Klp 12	Klp 13	Klp 14	Klp 15	Klp 16	
		J1				J27			J23							
		J3				J4		J22	J20						J37	
J24	J13	J2		J19			J8	J21	J41						J7	
J11	J12	J14	J25	J15	J26	J16	J5	J28	J40			J9			J56	
Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8	J29	J30	J17		J54	J18	J62	J33	
								J6	J43	J44	J31	J42	J36	J55	J45	J32
Klp 17	Klp 18	Klp 19	Klp 20	Klp 21	Klp 22	Klp 23	Klp 24	Klp 25	Klp 26	Klp 27	Klp 28	Klp 29	Klp 30	Klp 31		
		J38														
		J10	J39													
J35	J51	J59														
J50	J58	J47			J63		J73	J66	J69		J71					
J57	J34	J46		J67	J68	J48	J60	J72	J70	J49	J52	J61	J65	J53	J64	
Week 18	Week 19	Week 20	Week 21	Week 22	Week 23	Week 24	Week 25	Week 26	Week 27	Week 28	Week 29	Week 30	Week 31	Week 32	Week 33	

Gambar 3. Rencana Penjadwalan Pekerjaan *Main Building Structure*

3.4. Kartu Kendali Persediaan

Penerapan rencana jadwal pekerjaan perlu didukung instrument untuk pengendalian persediaan. Kartu kendali material adalah instrumen yang diusulkan dalam penelitian ini. Kartu kendali persediaan ini berguna untuk mengendalikan jumlah persediaan yang ada di gudang dan mengendalikan material yang keluar masuk gudang serta sebagai *early warning system*, sehingga *out of stock* terhindarkan. Desain kartu kendali persediaan dapat dilihat pada Gambar 4.

Kartu kendali persediaan yang dirancang berguna sebagai alat untuk memonitoring dan mengendalikan persediaan material. Tujuan utama dari perencanaan dan pengendalian persediaan pada proyek pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas adalah agar proyek dapat selesai tepat pada waktu dan hasil/spesifikasi bangunan sesuai dengan desain yang direncanakan dan disepakati oleh kontraktor dan pihak Universitas Andalas. Selain itu tujuan lain dari perencanaan dan pengendalian persediaan bagi pihak kontraktor adalah agar penggunaan kapasitas pembangunan yang efisien dan biaya operasi minimum serta menjaga tingkat persediaan sepanjang/selama material digunakan dalam proses pembangunan bangunan. Persediaan tidak dapat diabaikan karena fungsinya sebagai penyangga / *buffer* dalam

memelihara kelancaran proses pengerjaan proyek.

Kartu kendali persediaan yang dirancang berguna sebagai alat untuk memonitoring dan mengendalikan persediaan material. Tujuan utama dari perencanaan dan pengendalian persediaan pada proyek pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas adalah agar proyek dapat selesai tepat pada waktu dan hasil/spesifikasi bangunan sesuai dengan desain yang direncanakan dan disepakati oleh kontraktor dan pihak Universitas Andalas. Selain itu tujuan lain dari perencanaan dan pengendalian persediaan bagi pihak kontraktor adalah agar penggunaan kapasitas pembangunan yang efisien dan biaya operasi minimum serta menjaga tingkat persediaan sepanjang/selama material digunakan dalam proses pembangunan bangunan. Persediaan tidak dapat diabaikan karena fungsinya sebagai penyangga / *buffer* dalam memelihara kelancaran proses pengerjaan proyek.

Penerapan kartu kendali persediaan dapat diterapkan dengan memperhatikan beberapa asumsi berikut:

1. Sistem yang membagi-bagi pemesanan dalam kelompok dengan mempertimbangkan faktor ekonomi seperti pertimbangan penggunaan modal oleh kontraktor dapat dialokasikan merata ke material lain yang dibutuhkan pada saat yang bersamaan.

3.5. Pembahasan

Pengelompokkan elemen pekerjaan dilakukan terhadap elemen-elemen pekerjaan yang waktu mulai pekerjaannya sama. Semakin banyak elemen pekerjaan yang pengerjaannya berada di waktu yang sama, maka akan semakin banyak elemen pekerjaan penyusun untuk pekerjaan tersebut. Pengelompokkan ini dilakukan untuk membuat rencana penjadwalan pekerjaan yang akan mempengaruhi sistem perencanaan pemesanan material. Semakin banyak kelompok pekerjaan yang dihasilkan, berarti semakin lama penggunaan material. Berdasarkan pengelompokkan pekerjaan untuk membangun *main building structure* yang dilakukan terdapat sebanyak 31 kelompok dalam waktu 33 minggu dengan kelompok yang memiliki jumlah elemen pekerjaan penyusun kelompok pekerjaan terbanyak yaitu terdapat pada kelompok pekerjaan ke-13 dengan penyusun sebanyak 6 elemen pekerjaan.

Kebutuhan material masing-masing elemen pekerjaan per periode ditentukan berdasarkan proporsi/bobot pekerjaan per periode pekerjaan dibandingkan dengan bobot total pengerjaan per elemen pekerjaan sampai selesai, lalu dikalikan dengan jumlah total kebutuhan per elemen pekerjaan, periode berupa minggu. Perkiraan jumlah kebutuhan (*demand*) per durasi total penyelesaian elemen pekerjaan menjadi kebutuhan per periode dengan mempertimbangkan bobot elemen pekerjaan per periode sepanjang durasi penyelesaian masing-masing elemen pekerjaan yang direncanakan.

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan material per periode terbanyak terdapat pada material besi beton BJTD 40 pada kelompok pekerjaan 3 di periode ke-5 sampai dengan periode ke-7 dengan besar kebutuhan material sama yaitu sebesar 68999,33 kg. Dan kebutuhan material per periode paling sedikit pada material beton *ready mix* K 350 di kelompok pekerjaan 29 periode ke-1 sampai periode ke-2 dengan besar kebutuhan material sama yaitu sebesar 0,67 m³. Hal ini menunjukkan semakin besar proporsi per periode yang dimiliki material, maka akan semakin

besar jumlah kebutuhan material tersebut.

Pada metode FPR ini selang waktu/periode antar pemesanan pada kelompok pekerjaan dibuat tetap dengan penjumlahan ukuran *lot* sesuai pada kebutuhan bersih pada periode yang telah ditetapkan. Periode antar pemesanan tiap kelompok pekerjaan berbeda. Perbedaan ini terjadi karena pengaruh sifat dari jenis material bisa disimpan lama (besi beton BJTD 40, besi beton BJTP 24 dan multipleks $t = 9$ mm) dan tidak bisa disimpan lama (beton *ready mix* K 350), serta kapasitas gudang khusus untuk material yang disimpan di gudang dalam yaitu multipleks $t = 9$ mm. Periode antar pemesanan berbanding lurus dengan jumlah ukuran *lot* pemesanan. Jika semakin besar periode yang ditetapkan, maka akan semakin besar jumlah ukuran *lot* pemesanan material. Semakin banyak kebutuhan material pada setiap kelompok pekerjaan, maka akan semakin lama selang waktu/periode antar pemesanan, artinya perusahaan kontraktor semakin jarang melakukan pemesanan material kepada pemasok (*supplier*) untuk kelompok pekerjaan tersebut seperti pemesanan yang umum dilakukan untuk material besi beton BJTD 40 dan besi beton BJTP 24. Misal selang waktu/periode antar pemesanan kelompok pekerjaan 1 untuk material tersebut dengan pemesanan 1 kali untuk kebutuhan enam periode ke depan. Hal ini dilakukan agar kebutuhan material dapat terpenuhi sesuai dengan proporsi bobot pekerjaan di masing - masing periode. Ukuran *lot* pemesanan optimal (Q^*) berbeda untuk setiap jenis material pada kelompok pekerjaan yang sama, hal ini tergantung pada kebutuhan, sifat material dan kapasitas gudang yang mengakibatkan bervariasinya periode antar pemesanan dan frekuensi pemesanan *primary items* pada kelompok pekerjaan tersebut. Q^* akan besar jika jumlah kebutuhan dari penjumlahan kebutuhan berdasarkan interval pemesanan yang ditetapkan juga besar, begitu juga sebaliknya.

Selain itu, jumlah persediaan yang didapatkan dengan metode FPR ini mampu memenuhi kebutuhan material tiap periode. Hal ini dibuktikan berdasarkan

perhitungan material besi beton BJTD 40, ukuran pemesanan periode 0 sebesar 148112,13 kg, dan periode 1 sebesar 124689,66 kg, sehingga jumlah persediaan dapat memenuhi jumlah kebutuhan material periode 1 sebesar 28868,14 kg dengan sisa persediaan periode 1 sebesar 243933,65 kg.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengambilan kebijakan rencana pemesanan material harus mempertimbangkan sifat material dan kapasitas gudang untuk menentukan periode pemesanan dan frekuensi pemesanan *primary items*, agar keputusan lebih optimal jika dibandingkan dengan hanya mempertimbangkan salah satu faktor. Misalnya jika keputusan yang diambil hanya mempertimbangkan interval pemesanan maka akan menimbulkan masalah bahwa pemesanan yang dilakukan akan melebihi kapasitas gudang contoh material multipleks kapasitas penyimpanan gudang sebesar 10185,19 m².

Total biaya persediaan minimum terdapat pada kelompok pekerjaan 24 karena jumlah kebutuhan bersihnya juga minimum dan jumlah elemen pekerjaan penyusun kelompok pekerjaan tersebut sedikit, yaitu hanya 2 elemen pekerjaan (roofing - pekerjaan beam dan roofing - pekerjaan slab) dengan biaya persediaan sebesar Rp 113.892.227. Jumlah kebutuhan material sangat mempengaruhi total biaya persediaan. Jika kebutuhan material besar maka total biaya persediaan yang dihasilkan besar. Kebutuhan material besar berdampak besar kepada besarnya biaya pembelian material yang mempengaruhi total biaya persediaan, mengingat harga material relatif mahal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan periode pemesanan optimal untuk *primary items* pada pengerjaan *main building structure* dengan berbasis elemen pekerjaan menggunakan metode FPR dan jumlah persediaan yang didapatkan mampu memenuhi kebutuhan material setiap periode dengan pembagian kelompok

pekerjaan sebanyak 31 kelompok. Penelitian ini menghasilkan desain rancangan kartu kendali persediaan sebagai mekanisme *monitoring* pengadaan material. Usulan/rekomendasi bagi kontraktor jika sistem persediaan berdasarkan kelompok pekerjaan seperti yang diusulkan adalah pihak kontraktor mengkoordinasikan/mendiskusikan rencana kedatangan material dengan vendor, agar material sampai di proyek tepat waktu dan pekerjaan tidak terganggu

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan aspek lain seperti sistem pemesanan terintegrasi antara *vendor* dengan kontraktor dan mempertimbangkan *safety stock*. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan model persediaan yang lebih sesuai dan lebih sensitif terhadap perubahan seperti kenaikan harga dan diskon, agar didapatkan solusi yang lebih optimal terhadap sistem persediaan *primary items*. Penelitian selanjutnya bisa merancang suatu aplikasi/sistem informasi untuk perencanaan *primary items*, sehingga perusahaan dapat merencanakan persediaan *primary items* maupun material lain yang digunakan dalam penyelesaian pembangunan proyek lebih mudah dan cepat oleh aktor-aktor yang berada di lingkup sistem serta laporan persediaan lebih mudah diakses.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (5 Agustus 2014). Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan II-2014. *Berita Resmi Statistik*, diakses pada 2 Oktober 2014, dari <http://bps.go.id>.
- [2] Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [3] Patil, A.R. (2013). Analyzing Material Management Techniques on Construction Project. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*. 3(4), 96-100.

- [4] Bandripta, A.Y. (2009). *Analisa Persediaan Material Proyek Pembangunan Kompleks Pasar Tradisional dan Plasa Lamongan*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [5] Tersine, R.J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. (Ed. 4). New Jersey USA
- [6] Sobotka, A., Czarnigowska, A. dan Stefaniak, K. (2005). Logistics of Construction Projects. *Journal of Foundations of Civil and Environmental Engineering*. (6). 203-216.