

Perancangan Komponen Modular untuk Pembentukan Spesifikasi dan Harga Sepeda OEM di PT X

Andrew Stephen¹, Tanti Octavia²

Abstract: PT X is a bicycle manufacturing industry that develops, manufactures and sells bicycles to several countries around the world. One of the marketing channels carried out by was OEM. The problem faced by the OEM Sales is the complexity of the work process in making specifications for bicycle components and the costing process. This complexity occurs due to the demand for customizable bicycle specifications from many customers which results in increased variations in the use of bicycle components. The purpose of this research is to design a modular component as a tool for making component specifications and bicycle prices that have the same use of components from different bicycle criteria. The research method was carried out qualitatively and quantitatively. The results obtained from the research are the process complexity of making specifications for bicycle components and the costing process were reduced. The main conclusion that can be drawn is the design of the modular components as a prototype program to facilitate the process of making component specifications and the costing process resulting in reduction of components usage on different bicycle criteria.

Keywords: modular, specification, costing, modular design, visual basic

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan industri manufaktur sepeda terbesar di Indonesia yang mengembangkan serta memasarkan produknya ke berbagai negara. PT.X juga telah mengakuisisi Brand Y yang merupakan salah satu brand sepeda asal Amerika Serikat. Selain itu, PT. X juga memproduksi sepeda *Original Equipment Manufacturer* (OEM). Sepeda OEM ini dipesan oleh perusahaan Luar Negeri yang diolah dan dijual Kembali dengan menggunakan brand perusahaan tersebut.

Saat ini, perusahaan memenuhi kebutuhan sepeda OEM dengan strategi produksi *make to order*. Dalam proses perakitan dan pembuatannya, kebutuhan penggunaan komponen sangat bergantung pada jenis sepeda. Misalnya, jenis *road bike* akan menggunakan ban lebih pipih untuk mengurangi beban sepeda dan gesekan dengan jalanan. Sedangkan *mountain bike* menggunakan ban yang relative lebar dan tidak halus yang berfungsi untuk mencengkeram jalanan yang tidak rata. Variasi model komponen pada sepeda menyebabkan penggunaan komponen sepeda menjadi banyak. Penggunaan material pembentuk komponen, pilihan warna, dan pilihan ukuran teknis seperti panjang

atau ketebalan suatu komponen juga menyebabkan penggunaan komponen menjadi tinggi. Terdapat penggunaan beberapa komponen yang sama untuk tipe sepeda tertentu.

Variasi penggunaan komponen yang terlalu banyak menyebabkan kompleksitas pada proses produksi dan variasi stok bahan baku yang sangat banyak. Hal ini tentu saja akan berdampak lamanya waktu pemenuhan pemesanan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan sebuah usulan variasi komponen yang dibutuhkan untuk sebuah spesifikasi sepeda. Penentuan spesifikasi sepeda akan dilakukan dengan memeriksa *Bill of Material* sepeda tersebut dengan *Compatibility Check*, sebelum akhirnya disetujui oleh divisi *Research and Development*. Kompleksitas komponen perlu direduksi terlebih dahulu sebelum menentukan spesifikasi sebuah sepeda.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini yaitu pembuatan *prototype* program *Modular Component Design* dengan bantuan *Visual Basic for Applications 7.1*. Program ini dibuat untuk membantu penyusunan spesifikasi komponen dan harga komponen sepeda OEM menjadi lebih sederhana. Selain *Visual Basic for Applications*, juga terdapat pemahaman *modular product design* untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: ndrew.andrew@gmail.com, tanti@petra.ac.id

Visual Basic for Applications (VBA)

Visual Basic for Applications atau sering disebut dengan VBA adalah suatu bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh perusahaan peranti lunak (*software*) *Microsoft*. Dari sekian banyak program peranti lunak yang dimiliki oleh *Microsoft*, kebanyakan dapat digunakan untuk mengakses *Visual Basic for Applications*. Bahasa program *Visual Basic for Applications* dikembangkan agar dapat digunakan untuk melakukan pengaturan, dan pengontrolan *data* dari salah satu program milik *Microsoft*, yakni *Microsoft Excel* (Alexander dan Walkenbach [1]).

Modular Product Design

Desain produk modular adalah pendekatan desain yang membagi produk menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, menurut fungsi, kinerja, spesifikasi mereka berdasarkan analisis fungsional, yang disebut modul, yang dapat dibuat secara mandiri dan kemudian digunakan di berbagai sistem. Partisi modul adalah dasar dari modular produk, sejauh komponen sistem mungkin dipisahkan dan digabungkan kembali. Maka dari itu, metode pada komponenisi modul adalah kunci untuk produk modular desain, yang juga berpengaruh pada produk di fungsi, struktur, biaya dan waktu produksi, dan pemeliharaan (Hong dan Park [2]).

Produk modular diuraikan berdasarkan fungsionalitas keseluruhan suatu produk menjadi subfungsi dalam modul produk terpisah. Ada dua yang utama jenis komponen dalam desain modular: umum dan komponen varian. Komponen umum berfungsi sebagai bagian statis dan bersama dari arsitektur produk dalam desain produk, yang memungkinkan penggunaan kembali dan penyimpanan upaya desain. Tujuan komponen varian adalah untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang beragam dan dinamis dalam tingkat layanan tertentu. Produk variasi dapat diwujudkan dengan substitusi modul varian, yang meningkatkan skala ekonomi dalam produksi. Strategi desain produk modular adalah untuk mencapai salah satu sarana teknis yang paling penting dari kustomisasi massal (Kratochvíl dan Carson [3]).

Perancangan produk secara modular atau modularity telah banyak digunakan pada banyak industri perakitan otomotif dan produk telekomunikasi, sebagian besar dikarenakan pemanfaatannya dalam bidang manufaktur dan perakitan. Analisis modularitas produk juga merupakan benang merah dalam berbagai

bidang manufaktur. Pada masa lalu, banyak industri dan manufaktur telah mengambil keuntungan dari elemen modular yang memungkinkan proses perakitan menjadi lebih pendek dan pengurangan biaya manufaktur sesuai dengan tujuan desain (Kremer *et al.* [4]).

Masalah kualitas dapat di atasi di tingkat modular, yang memudahkan perawatan dan perbaikan. Keuntungan lain dari modularitas adalah memungkinkan konkurensi desain aktivitas karena memisahkan produk menjadi tugas pengembangan modul untuk mempersingkat produk waktu pengembangan. Selain modularitas komponen, standarisasi antarmuka juga diperlukan. Penggunaan komponen umum atau kesamaan penggunaan komponen untuk produk yang berbeda dalam suatu perusahaan penting untuk mengelola variasi produk dan memelihara daya saing di era kustomisasi massal ini (Wazed *et al.* [5]).

Hasil dan Pembahasan

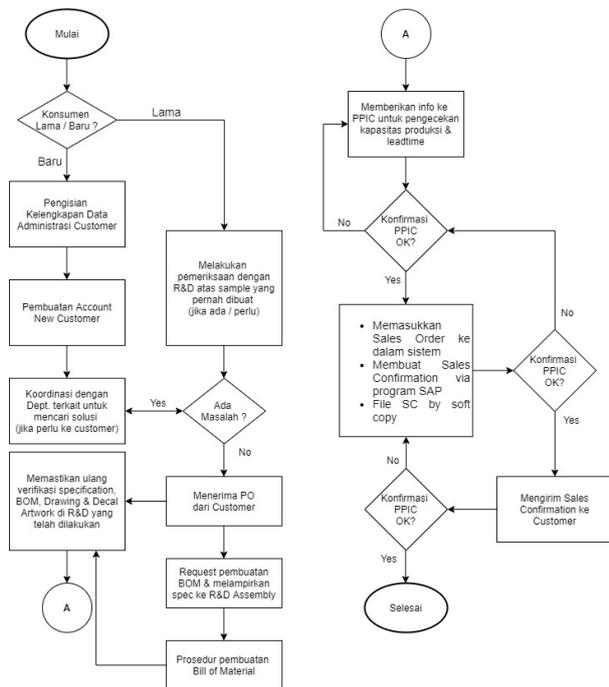
Bab pembahasan ini akan terbagi menjadi tiga bagian besar, yaitu: Proses penerimaan pemesanan barang, Proses mereduksi kompleksitas komponen, dan Proses dalam pembuatan program *Modular Component Design*.

Proses Penerimaan Pemesanan Barang

Selama ini proses penerimaan pemesanan barang atau sepeda OEM dilakukan oleh departemen *sales* OEM. Pada departemen *sales* OEM diketahui proses penerimaan pemesanan sepeda dilakukan oleh *Account Officer*, salah satu sub departemen dari departemen *sales* OEM. Staff melakukan identifikasi pelanggan terlebih dahulu ketika pesanan masuk. Pemeriksaan *sample* spesifikasi kemudian dilakukan juga dengan staff RnD. Staff OEM perlu memastikan jika permintaan *sample* spesifikasi tidak memiliki masalah – kemudian staff OEM menerima *Purchase Order* (PO) dari pelanggan.

PO yang telah diterima oleh departemen OEM akan diteruskan dengan dua hal yaitu *request* pembuatan BOM (*Bill of Material*) dan melampirkan spec ke staff RnD *Assembly*. memberikan info terkait kepada departemen PPIC untuk pemeriksaan kapasitas produksi dan leadtime yang diperlukan dalam proses pembuatan sepeda. Departemen PPIC akan melakukan konfirmasi mengenai *data* terkait dan jika belum disetujui maka akan kembali pada proses sebelumnya. Jika proses disetujui, departemen OEM perlu memasukkan *sales order* ke dalam system, membuat *sales confirmation* (konfirmasi penjualan) melalui program SAP, dan file *Sales Confirmation* (SC) dengan *soft copy*. Proses kembali dilanjutkan

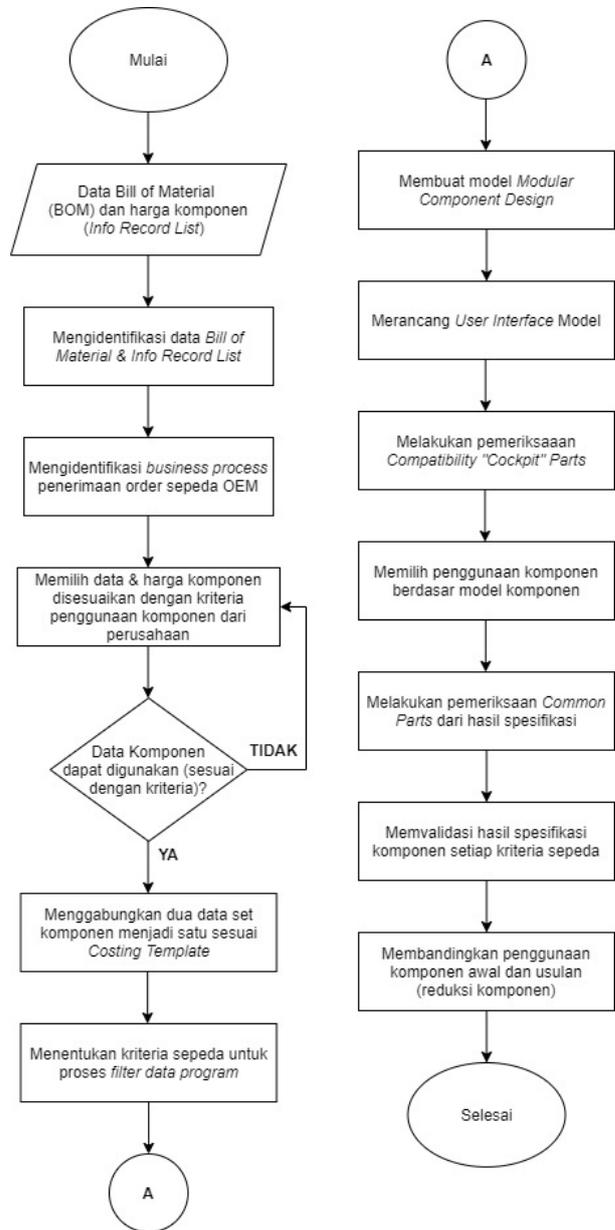
untuk mendapatkan konfirmasi dari departemen PPIC, jika konfirmasi tidak didapatkan atau terdapat kekurangan pada berkas yang diminta maka kembali pada proses sebelumnya dan jika konfirmasi disetujui oleh departemen PPIC, maka departemen OEM melanjutkan proses dengan mengirim *Sales Confirmation* kepada *customer*. Proses verifikasi terakhir dilakukan kembali oleh departemen PPIC untuk mengecek *Sales Confirmation* yang akan diberikan kepada *customer*. Berkas *Sales Confirmation* akan diberikan kepada *customer* dan business process “Penerimaan Order” telah selesai. Penjelasan dari identifikasi proses bisnis penerimaan order sepeda OEM dibentuk dalam bentuk *Flow Chart* seperti Gambar berikut:



Gambar 1. Flowchart penerimaan order barang.

Batasan yang ditentukan adalah kendala yang bertujuan untuk membatasi dan membedakan sistem yang dibuat dengan sistem lainnya. Batasan ini meliputi komponen-komponen sepeda OEM mana saja yang digunakan dan komponen mana yang tidak digunakan, penentuan kriteria sepeda yang digunakan dan penentuan batasan harga komponen sepeda. Penyusunan spesifikasi komponen dan *costing* sepeda OEM ini ditentukan berdasarkan dua hal, yaitu penentuan spesifikasi berdasarkan harga komponen dan penentuan spesifikasi berdasarkan model komponen. Data masukan kemudian akan diproses dengan program *code* yang dibuat dengan bantuan *Software Visual Basic Microsoft Excel* versi 7.1. *Output* dari pemrosesan data ini berupa *Modular Component Design*. Ditampilkan *flowchart* dari algoritma pembuatan *Modular Component Design*

untuk memahami langkah-langkah dalam melakukan penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Modular Component Design.

Proses mereduksi kompleksitas komponen

Terdapat dua data dari pihak perusahaan yang diperlukan untuk membentuk *Modular Component Design*. Data pertama adalah penggunaan setiap komponen untuk masing-masing sepeda OEM. Data kedua adalah harga setiap komponen pembentuk sepeda. Sub bab berikutnya akan menjelaskan proses pengolahan data dan pembuatan spesifikasi komponen. Dimulai dari proses pengerjaan secara urut.

Tabel 1. Data awal *Info Record List* (harga) komponen

Material	Info rec.	Material description	OPU	Vendor Mat.Num.	Vend. Mat.Group	Net Price	Crcy	Vendor IR	Vendor IR Name	BUn	PDT	Hs Code	Info Record Text
BBSFPB90	5,3E+09	BB SET FP-B902 UCP SET	FP-B902A		BB SET	2.6	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEIMIN
BBSFPB90	5,3E+09	BB SET FP-B908N BE SET	FP-B908N		BB SET	1.25	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEI MIN
BBSFPB90	5,3E+09	BB SET FP-B908N BE SET	FP-B908N		BB SET	1.25	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEIMIN
BBSFPB90	5,3E+09	BB SET FP-B908N BK SET	FP-B908N		BB SET	1.25	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEIMIN
BBSFP902	5,3E+09	BB SET FP-B902CT-E SET	FP-B902CT		BB SET	1.86	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEI MIN
BBSFPB90	5,3E+09	BB SET FP-B908N BK SET	FP-B908N		BB SET	1.25	USD	100020	NINGBO JULONCSET		105	87149991	BB SET; FEIMIN

Tahapan *data mining* pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan *data* yang berhubungan dengan proses pembentukan spesifikasi sepeda dan penyusunan *costing* sepeda yang digunakan oleh sepeda OEM. Data awal jumlah penggunaan seluruh komponen “esensial” berjumlah sebanyak 317.430 *list data*. Data yang berhubungan dengan proses tersebut adalah *data Bill of Material* setiap komponen pembentuk sepeda OEM dan *data Info Record List* yang memuat harga setiap komponen pembentuk sepeda OEM.

Data yang dikumpulkan belum dapat digunakan sepenuhnya, maka perlu dilakukan pemilihan terhadap data tersebut. Kedua *data* tersebut dikumpulkan dalam bentuk *list excel* untuk setiap komponen pembentuk sepedanya. Tabel 1 menunjukkan *data* keterangan harga untuk komponen pembentuk sepeda bagian *Bottom Bracket*. Informasi dari *dataset Info Record List* yang diberikan oleh perusahaan merupakan rincian harga setiap model komponen yang dipakai. Pengumpulan data dilakukan melalui bantuan *staff* internal perusahaan. Informasi pada *dataset Info Record List* yang penting dan digunakan adalah kode material komponen, harga komponen, mata uang yang digunakan (*currency*) dan *vendor*.

Melalui proses pengumpulan data, diketahui jumlah *vendor* untuk seluruh komponen adalah 66 *vendor*. Pembelian seluruh komponen menggunakan beberapa mata uang asing, seperti USD (dolar amerika serikat), CNY (yuan china), JPY (yen jepang), TWD (dolar Taiwan), dan EUR (Euro). Setelah mengumpulkan data seluruh harga komponen, diketahui rentang harga *net* (dalam dolar amerika) dari setiap komponen dapat dilihat pada lampiran. Tabel 2 menunjukkan *list data Bill of Material* (BOM) yang berisikan informasi penggunaan

komponen *Bottom Bracket* untuk seluruh sepeda aktif OEM beserta dengan keterangan-keterangan yang terdapat pada masing-masing kolom. Data BOM dikumpulkan untuk menentukan penggunaan setiap komponen penyusun sepeda berdasarkan brand sepeda OEM yang diproduksi oleh perusahaan. Keterangan kode komponen akan digunakan untuk menggabungkan kedua *dataset*.

Tahapan penelitian yang dilakukan pada *data selection* dimulai dengan menentukan terlebih dahulu komponen-komponen sepeda “esensial” mana saja yang akan ditentukan sebagai komponen pembentukan spesifikasi dan *costing* sepeda OEM. Komponen “esensial” yang dimaksud disini adalah komponen yang memiliki peranan penting dalam pembentukan sepeda yang berfungsi secara umum.

Sebuah sepeda yang diproduksi memerlukan sekitar 65 - 70 komponen pembentuk. Jumlah seluruh komponen tersebut merupakan gabungan dari penggunaan komponen “esensial” dan komponen tambahan. Komponen “esensial” seperti dijelaskan pada subbab sebelumnya berjumlah kurang lebih 36 komponen. Komponen “*Frame*” dan “*Fork*” sepeda adalah komponen paling penting dalam pembuatan produk sepeda. Sisa dari komponen merupakan tambahan untuk melengkapi pembuatan sepeda

Komponen pembentuk sepeda secara “esensial” terbagi menjadi empat bagian besar, yaitu: *cockpits*, *transmissions*, *wheels*, dan *brakes*. *Cockpits* komponens terdiri dari sembilan komponen. *Transmission* komponens terdiri dari Sembilan komponen. *Brakes Parts* terdiri dari enam komponen. *Wheels* komponens terdiri dari sebelas komponen. Detail komponen untuk tiap bagian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data awal *Bill of Material* komponen

Material	Material description	Item	Component	Material description	Qty	Un	Vendor	PDT Ms	PO TEXT
AXALX28ATNL1G1	XXL21 WHITE AX TRAINER FF G 700CX20 L	4020	BBSFP902110002-R	BB SET FP-B902 UCP 68X110 AL CUP W/BLT	1	SET	100020	105	BB SET; FEI
AXAZX28PDL52L1	BILKA21 PREMIUM DUTCH LUX L 28X52 N7	4020	BBSFP902119002-R	BB SET FP-B902 UCP 68X119 AL CUP W/BLT	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXACX20VT311G1	DMK21 VULCAN TX 20X11 N3 BLACK	4020	BBSFP902122003-R	BB SET FP-B902W UCP 68X122.5 AL/ST CUP	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXADX26VLR51G1	CARRERA21 VALOUR DISC 26X14 16SP	4020	BBSFP902122006-R	BB SET FP-B902W BK 73X122.5 AL/ST CUP	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXSNX28EL748L2	REIN19 NORDEN ELLEN 28X48 N7 RED	4020	BBSFP902E12202-R	BB.SET FP-B902-E UCP 68X122 AL CUP W/BLT	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXACX27COF50G1	DMK21 M.CROSS OFFROAD G 27.5X50 24SP	4020	BBSFPB908N0003-R	BB SET FP-B908N BED 68X122.5 ST/NY CUP	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXACX28RC556G1	DMK21 RACER 550 700X56 14SP	4020	BBSFPB908N0006-R	BB SET FP-B908N BED 68X113 ST/NY CUP	1	SET	100020	119	BB SET; FEI
AXADX27HL116G1	CARRERA21 HUSTLE 1 27.5X16 21SP	4020	BBSFPB908N0008-R	BB SET FP-B908N BK 1.37X24T 68X119MM	1	SET	100020	119	BB SET; FEI

Tabel 3. Pembagian komponen pembentuk sepeda

Bagian	Komponen
Cockpit	Handle Bar
	Handle Stem
	Handle Grip
	Head Set
	Head Set Cap
	Head Set Spacer
	Saddle
	Seat Post
	Seat Clamp
Transmission	Chain Wheel
	BB Set
	Pedal
	Chain Wheel
	Cassette/Freewheel
	Shifting Lever-Right
	Shifting Lever-Left
	Front Derailleur
	Rear Derailleur
Brakes	Brake Cable
	Brake Cable Inner Wire
	Front Brake
	Rear Brake
	Brake Rotor
	Others (Brake)
Wheels	Tires
	Inner Tubes
	Rim Tape
	Rim
	Spokes
	Nipple
	Front Hub
	Rear Hub
	Hub Axle
	Spoke Protector
	Other (Wheels)

Tahapan pemilihan *data* dilanjutkan dengan tahapan pembersihan data (*Data Cleaning*). Penentuan komponen yang akan digunakan berdasarkan *data* komponen yang digunakan oleh sepeda aktif OEM. Data komponen aktif merupakan komponen yang masih digunakan untuk keperluan produksi setiap sepeda OEM aktif hingga tanggal terakhir *data* diambil. Data

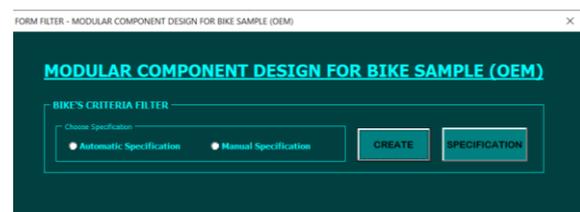
yang dikumpulkan diambil selama 2 tahun terakhir, mulai dari 2019 hingga 2021.

Identifikasi yang dilakukan untuk memisahkan *data* penggunaan komponen sepeda OEM yang aktif dan tidak aktif dilakukan pada worksheet *Excel*. Melalui proses *data cleaning*, seluruh *raw data* dari penggunaan komponen yang semula berjumlah 317.430 menjadi sekitar 50.000 *list data*. Seluruh data komponen sepeda aktif OEM telah diperoleh sesuai dengan kriteria pemilihan penggunaan komponen oleh perusahaan. Proses *data cleaning* secara urut dilakukan sebagai berikut: Data penggunaan komponen sepeda dikumpulkan dalam bentuk *worksheet Excel* – lalu memisahkan *raw data* penggunaan antara komponen aktif (60.674 *list data*) dan komponen non aktif (256.666 *list data*).

Tahapan penyusunan *data* berikutnya yang dilakukan adalah penentuan kriteria sepeda. Tahapan penentuan kriteria sepeda dilakukan dengan pertimbangan kriteria paling penting yang ingin ditampilkan pada program penyusunan spesifikasi sepeda dan harga. Kriteria-kriteria yang paling penting untuk ditampilkan pada *database* program ini dan disesuaikan dengan keterangan informasi sepeda adalah *Speed, Type, Rim Diameter*.

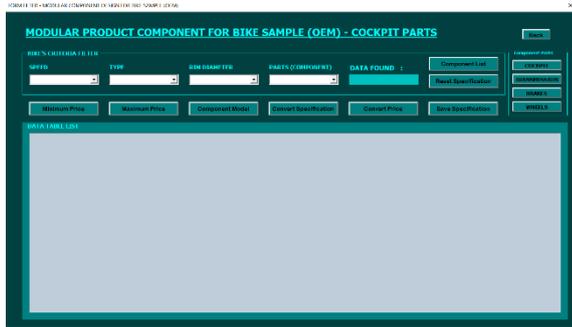
Tahapan terakhir dalam penyusunan data yang dilakukan adalah menentukan batasan harga setiap komponen. Pada proses penyusunan spesifikasi sepeda, beberapa kriteria sepeda memiliki jumlah penggunaan komponen banyak. Untuk memudahkan penentuan harga komponen sepeda, dibentuk batasan harga untuk setiap komponen. Estimasi harga komponen akan mengikuti kriteria sepeda yang dipilih oleh user pada program *Modular Component Design*. Perubahan pada kriteria sepeda juga akan mengubah estimasi harga setiap komponen.

Pembuatan program *Modular Component Design*

**Gambar 3.** *User Interface* awal program

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah membuat tampilan program (*Userform Interface*) yang akan digunakan pengguna program (*user*) memasukkan *data* penggunaan komponen pembentuk sepeda sehingga memperoleh spesifikasi

dan harga sepeda OEM. Pembuatan program *Modular Component Design* dilakukan.



Gambar 4. User Interface program

Verifikasi dan Validasi

Pada tahapan terakhir penelitian ini dijelaskan pemeriksaan *compatibility* tahap akhir dari spesifikasi yang telah dibentuk melalui *prototype* program *Modular Component Design* dengan bantuan website *Material Specification* (MatSpec Inera) untuk melakukan verifikasi dan validasi pada tahapan akhir penyusunan spesifikasi komponen sepeda dan *costing* sepeda OEM. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk melakukan pemeriksaan *compatibility* dan proses verifikasi akhir dari penelitian ini yang pertama adalah menyiapkan *data* spesifikasi dan *costing* sepeda yang telah selesai dibuat dengan bantuan *Modular Component Design* telah sesuai dengan format *Costing Template* dan *Specification* yang disediakan oleh perusahaan.

Pemeriksaan *compatibility* tahap akhir ini sekaligus menjadi proses verifikasi dan validasi apakah penyusunan spesifikasi dan *costing* sepeda OEM. Spesifikasi yang dibentuk sudah merupakan hasil spesifikasi sepeda yang sudah *compatible* atau penggunaan komponen-komponen nya telah cocok antara satu dengan yang lain sesuai dengan karakteristik kunci yang diperlukan dalam pemeriksaan *compatibility*.

Dikarenakan keterbatasan karakter penulisan untuk ditampilkan pada SAP, beberapa informasi teknis yang berhubungan dengan pemeriksaan *compatibility* pada komponen pembentuk sepeda bagian "Cockpi" belum mampu dilakukan oleh *prototype* program *Modular Component Design*. Hal ini disebabkan karena dasar pemeriksaan *compatibility* tahap awal yang digunakan oleh *Modular Component Design* adalah menggunakan informasi teknis yang disediakan pada kolom *PO Text* dari *data Bill of Material* penggunaan komponen sepeda

OEM. Maka dari itu, untuk proses pemeriksaan *compatibility* tahap akhir sekaligus sebagai tahap verifikasi dan validasi untuk *prototype* program *Modular Component Design* ini, *user* perlu melakukan *input component code* dari komponen *Frame* sesuai dengan sepeda OEM berdasarkan kriteria sepeda dari hasil penyusunan spesifikasi dan *costing* yang dipilih oleh *user*.

Setelah menemukan *component code* untuk frame yang cocok dengan hasil spesifikasi sepeda sesuai kriteria pilihan *user*, maka *component code* dari frame dan komponen sepeda lainnya dimasukkan dan dilakukan pemeriksaan secara otomatis menggunakan bantuan program *Compatibility Checker*. Hasil pemeriksaan *compatibility* yang diinginkan merupakan hasil spesifikasi penggunaan komponen yang ditandai oleh warna hijau dan dinyatakan cocok untuk penggunaan antar komponennya.

Dengan menggunakan *prototype* program *Modular Component Design*, pembentukan spesifikasi sepeda untuk menentukan pemilihan penggunaan komponen dan harga masing-masing komponen nya beserta pemeriksaan *Compatibility* dapat dilakukan dengan cepat dan memudahkan bagi *spec maker* dalam melakukan penyusunan spesifikasi sepeda. Harga setiap komponen selalu berubah-ubah sesuai dengan berjalannya waktu, maka *data* penggunaan komponen beserta harganya perlu selalu di update dalam rentang waktu tertentu agar *prototype* program *Modular Component Design* ini dapat menampilkan spesifikasi komponen sepeda dengan harga paling *update*.

Perbandingan variasi model komponen

Proses pembentukan spesifikasi sepeda dan proses *costing* telah dilakukan dengan bantuan penggunaan *prototype* program *Modular Component Design*. *Data* penggunaan komponen untuk setiap bagian komponen pembentuk sepeda dikumpulkan pada worksheet *excel* terpisah. kemudian dilakukan analisa untuk memeriksa atau menunjukkan kesamaan penggunaan komponen berdasarkan masing-masing kriteria sepeda. Hasil penyusunan spesifikasi dan *costing* sepeda untuk jenis sepeda MTB merupakan jenis sepeda dengan penggunaan komponen paling banyak. Hal ini berdasarkan jumlah komponen yang digunakan *database BOM* untuk setiap komponen pembentuk sepeda. Setiap hasil spesifikasi sepeda yang ditunjukkan merupakan hasil spesifikasi dengan jenis sepeda MTB, namun

memiliki kriteria *speed* beragam dan roda dengan ukuran yang berbeda-beda. Sebagai contoh, berikut adalah perbandingan penggunaan jumlah komponen awal dan usulan pada kriteria jenis sepeda MTB sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan komponen awal dan usulan

Komponen	Awal	Usulan
Handle Bar	18	8
Handle Stem	16	9
Handle Grip	22	15
Head Set	13	6
Head Set Cap	5	2
Head Set Spacer	2	2
Saddle	62	22
Seat Post	13	5
Seat Clamp	6	3
Chain Wheel	37	19
BB Set	11	6
Pedal	11	5
Chain Wheel	12	9
Cassette/Freewheel	19	11
Shifting Lever-Right	21	10
Shifting Lever-Left	33	17
Front Derailleur	21	11
Rear Derailleur	24	13
Brake Cable	1	1
Brake Cable Inner Wire	2	1
Front Brake	23	7
Rear Brake	23	8
Brake Rotor	8	5
Others (Brake)	17	8
Tires	38	13
Inner Tubes	19	5
Rim Tape	3	1
Rim	15	7
Spokes	2	2
Nipple	4	1
Front Hub	29	6
Rear Hub	30	8
Hub Axle	7	3
Spoke Protector	6	4
Jumlah Variasi Model Komponen	573	253

Tabel 4 menunjukkan perbandingan jumlah penggunaan komponen atau variasi model komponen awal dan usulan. Masing-masing jenis komponen pembentuk sepeda memiliki beberapa

variasi model komponen. Terdapat komponen dengan variasi model komponen yang tidak banyak. Terdapat juga komponen dengan variasi model komponen yang banyak, seperti komponen *Saddle* dan *Tires*. Hasil penyusunan spesifikasi dengan bantuan Modular Component Design mampu mereduksi variasi model komponen. Hasil reduksi penggunaan komponen dilakukan pada kriteria jenis sepeda MTB. Dengan penyusunan spesifikasi berdasarkan jumlah model komponen paling banyak digunakan, variasi penggunaan komponen untuk pembentukan sepeda OEM dapat dilakukan.

Verifikasi dan validasi dari spesifikasi yang dihasilkan sudah dilakukan, kemudian perbandingan antara jumlah penggunaan komponen awal dan usulan. Tujuan perbandingan penggunaan jumlah komponen awal dan usulan dilakukan adalah melihat jumlah reduksi penggunaan komponen. Data awal jumlah penggunaan seluruh komponen “esensial” berjumlah sekitar 50.000 *list data*. Setelah melalui proses pengumpulan dan pemilihan data, jumlah penggunaan komponen berkurang menjadi 6724 data. Penggunaan komponen pada jenis sepeda MTB berjumlah 3160 data atau hampir setengah dari seluruh penggunaan komponen.

Variasi penggunaan komponen dengan jumlah besar seperti pada komponen *Saddle*, disebabkan oleh karena permintaan pelanggan yang bervariasi terhadap komponen tersebut. Perbedaan warna, ukuran, dan keterangan teknis lainnya menyebabkan model komponen menjadi beragam dan memiliki kode komponen yang beragam juga. Pada beberapa contoh komponen yang tidak memiliki banyak variasi model komponen, dihasilkan penggunaan komponen secara seragam untuk kriteria jenis sepeda MTB.

Pengertian “Modular” pada konteks penyusunan spesifikasi dan *costing* sepeda OEM pada penelitian ini adalah pembentukan spesifikasi penggunaan komponen diharapkan mampu membuat penggunaan komponen menjadi sama pada beberapa kriteria sepeda yang berbeda. Tentunya pada kriteria jenis sepeda, *speed* sepeda dan ukuran wheels yang berbeda, penggunaan komponen sepeda secara modular tidak dapat di sama ratakan begitu saja.

Proses penyusunan spesifikasi sepeda dan estimasi harga komponen sepeda dapat dilakukan menjadi lebih sederhana dengan bantuan program *Modular Component Design*. Rancangan ini dapat digunakan kedepannya untuk melakukan penyusunan spesifikasi.

Simpulan

Permasalahan yang dihadapi Departemen Sales OEM adalah kompleksitas proses kerja dalam melakukan pembuatan spesifikasi komponen sepeda dan estimasi harga komponen sepeda. Kompleksitas pada penyusunan spesifikasi terjadi karena adanya permintaan pembuatan spesifikasi sepeda secara kustomisasi dari banyak pelanggan.

Hal ini mengakibatkan meningkatnya variasi penggunaan komponen sepeda. Diketahui penggunaan komponen pembentuk sepeda “esensial” berjumlah sebanyak 317.340 *list data*. Dari jumlah tersebut, penggunaan komponen aktif adalah sebesar 19,11% dan komponen non aktif sebesar 80,89% dari seluruh penggunaan komponen sepeda. Jumlah komponen aktif yang digunakan sebanyak 60.674 *list data*.

Kompleksitas dalam proses penyusunan spesifikasi komponen sepeda dan estimasi harga komponen direduksi dengan bantuan program *Modular Component Design*. Dari 60.674 *list data* komponen aktif, penggunaan program mampu mereduksi jumlah penggunaan komponen aktif menjadi 6724 *list data* untuk seluruh jenis sepeda OEM. Variasi model komponen untuk setiap jenis komponen pembentuk sepeda dapat dikurangi secara signifikan.

Diketahui pada jenis sepeda MTB memiliki jumlah komponen aktif sebanyak 3120 *list data*. Variasi model komponen sebanyak 573 model komponen pada jenis sepeda MTB. Setelah proses penyusunan spesifikasi dan estimasi harga sepeda dengan program, variasi model komponen mampu direduksi menjadi 251 model komponen.

Jumlah variasi model komponen lebih kecil jika dibandingkan dengan sebelum menggunakan program. Usulan untuk perbaikan dari program *Modular Component Design* ini masih perlu dikembangkan lebih lanjut.

Mulai dari menambahkan pilihan kriteria sepeda dan pemeriksaan *Compatibility* untuk seluruh komponen, serta perbaikan tampilan program. Hal-hal yang berkaitan langsung dan dapat dikontrol untuk kelanjutan penggunaan program *Modular Component Design* adalah melakukan *update* pada *data* penggunaan komponen untuk setiap sepeda OEM dan harga dari masing-masing komponen itu sendiri yang berubah-ubah sesuai dengan waktu.

Untuk hal-hal yang berkaitan langsung dan tidak dapat dikontrol melalui program *Modular Component Design* ini adalah adanya penambahan suatu model baru atau brand sepeda baru dari luar negeri yang ingin memproduksi sepeda melalui PT. X dan perubahan penggunaan komponen oleh brand tertentu jika sewaktu-waktu terdapat perubahan *request development* spesifikasi dan *costing* sepeda OEM.

Daftar Pustaka

1. Alexander, M., and Walkenbach, J. *Excel VBA Programming for Dummies*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2019.
2. Hong, E.-P., and Park, G.-J. Modular Design Method Based on Simultaneous Consideration of Physical and Functional Relationships in the Conceptual Design Stage. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 28(1), 2014, pp. 223–235.
3. Kratochvíl, M., and Carson, C. *Growing modular: Mass Customization of Complex Products, Services and Software*. Springer, 2005.
4. Kremer, G. E. O., Ma, J., Chiu, M. C., and Lin, T. K. Product Modularity and Implications for The Reverse Supply Chain. *Supply Chain Forum*, 14(2), 2013, pp 54–69.
5. Wazed, M. A., Ahmed, S., and Yusoff, N. Commonality Models in Manufacturing Resources Planning: State-of-the-Art and Future Directions. *European Journal of Scientific Research*, 23(3), 2018, pp 421–435.