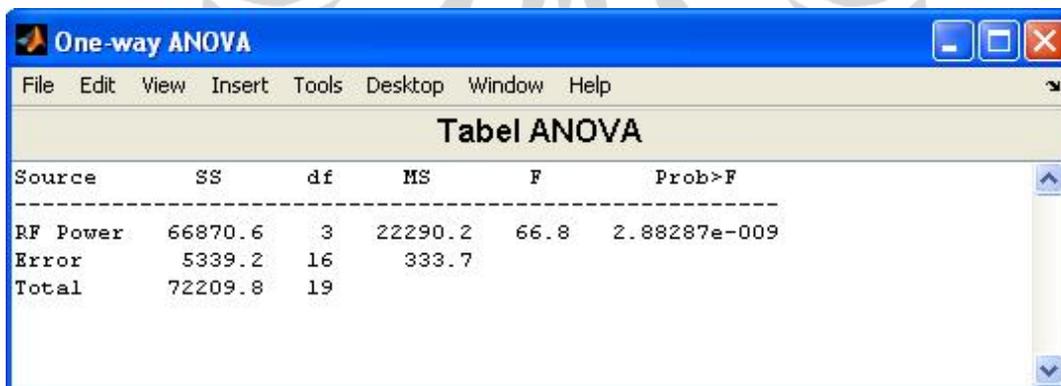


BAB IV ANALISIS DAN SIMULASI

Dari data pengukuran yang dihasilkan, dilakukan analisis menggunakan analisis varians (*ANOVA*) dengan menggunakan program matlab r2008a. Software matlab dipilih selain lebih familiar, juga karena sifatnya yang lebih *powerful* dan dapat terkustomisasi sesuai keinginan dari pemrogram dalam tampilannya sehingga tampilan program bisa lebih *user friendly*. Sebagai verifikasi dan validasi *routine* program yang dibuat, dilakukan dengan cara membandingkan hasil output program dengan output pada buku pedoman Montgomery (menggunakan minitab) dengan parameter input yang bersesuaian.¹ Hasil verifikasi seperti pada tabel 4.1 untuk kasus plasma, tabel 4.2 untuk kasus batere, dan gambar 4.1 untuk interaksi *material type-temperature*. Dapat disimpulkan bahwa hasil pengolahan *routine* program yang dibuat sudah sama, meskipun ada perbedaan dalam hal pembulatan dan ketelitian angka perhitungan.



The screenshot shows a window titled "One-way ANOVA" with a menu bar (File, Edit, View, Insert, Tools, Desktop, Window, Help). The main area displays an ANOVA table titled "Tabel ANOVA".

Source	SS	df	MS	F	Prob>F
RF Power	66870.6	3	22290.2	66.8	2.88287e-009
Error	5339.2	16	333.7		
Total	72209.8	19			

(a)

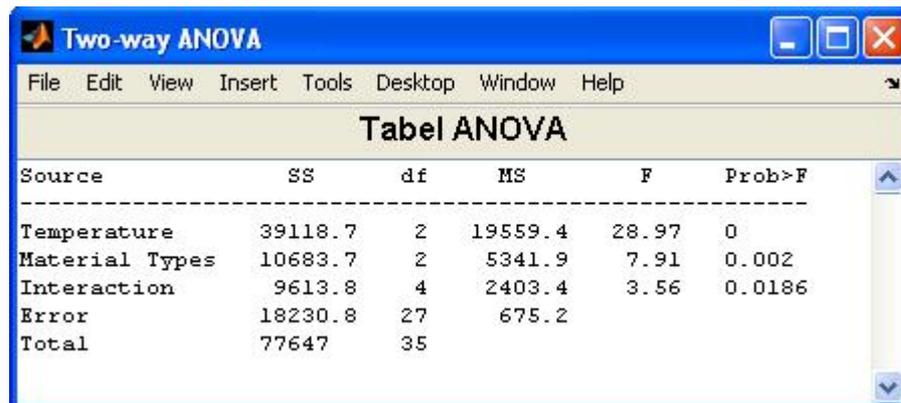
Table 3-4 ANOVA for the Plasma Etching Experiment

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F_0	P-Value
RF Power	66,870.55	3	22,290.18	$F_0 = 66.80$	<0.01
Error	5339.20	16	333.70		
Total	72,209.75	19			

(b)

Tabel 4.1 Komparasi Analisis *One-way ANOVA* untuk Kasus Plasma antara Hasil Simulasi (a) dan Minitab (b)

¹ Montgomery, C. Douglas halaman 70, 170-171



The screenshot shows a Minitab window titled "Two-way ANOVA". The menu bar includes File, Edit, View, Insert, Tools, Desktop, Window, and Help. The main area displays the following ANOVA table:

Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Temperature	39118.7	2	19559.4	28.97	0
Material Types	10683.7	2	5341.9	7.91	0.002
Interaction	9613.8	4	2403.4	3.56	0.0186
Error	18230.8	27	675.2		
Total	77647	35			

(a)

Table 5-5 Analysis of Variance for Battery Life Data

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F_0	P-Value
Material types	10,683.72	2	5,341.86	7.91	0.0020
Temperature	39,118.72	2	19,559.36	28.97	0.0001
Interaction	9,613.78	4	2,403.44	3.56	0.0186
Error	18,230.75	27	675.21		
Total	77,646.97	35			

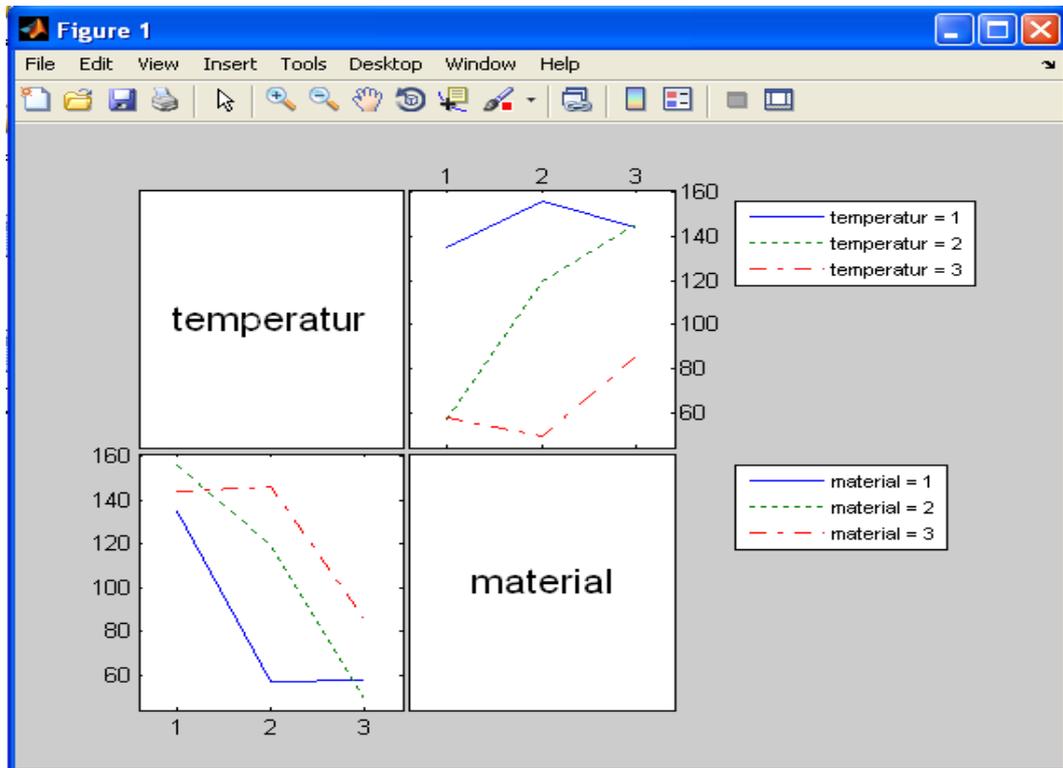
(b)

Tabel 4.2 Komparasi Analisis *Two-way ANOVA* untuk Kasus Batere antara Hasil Simulasi (a) dan Minitab (b)

Untuk pengujian terhadap hipotesanya, dilakukan dengan menetapkan hipotesa awal H_0 yaitu menganggap bahwa rata-rata pengaruh dari tiap faktor yang diuji adalah sama, atau dengan kata lain tidak ada pengaruh dari faktor *brand* serat optik, *splicer*, *ODF* dan lokasi penempatan *ODF* terhadap kualitas redaman.

Sebelum melakukan analisis varians, setiap data pengukuran yang diperoleh dilakukan uji normalitas terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan sebagai verifikasi untuk mengetahui apakah data tersebut berdistribusi normal sebagai salah satu syarat dalam *ANOVA*. Selain itu juga dilakukan uji varians untuk mengetahui apakah varians dari satu kelompok data dengan kelompok lainnya memiliki nilai yang sama (homogen). Pada simulasi, uji varians dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) metode uji yang berbeda, yaitu metode Bartlett dan Levene (Montgomery, 2005 *page 81*, Songklanakar, 2004). Setelah data yang

dimaksud memenuhi persyaratan tersebut, baru dilakukan analisis varians. Hasilnya adalah analisis kualitas redaman rata-rata untuk ketiga parameter (*bending*, *splicing* dan *patching*). Dari hasil analisis tersebut, selanjutnya dilakukan kesimpulan untuk menolak atau menerima hipotesa awal tadi.



(a)

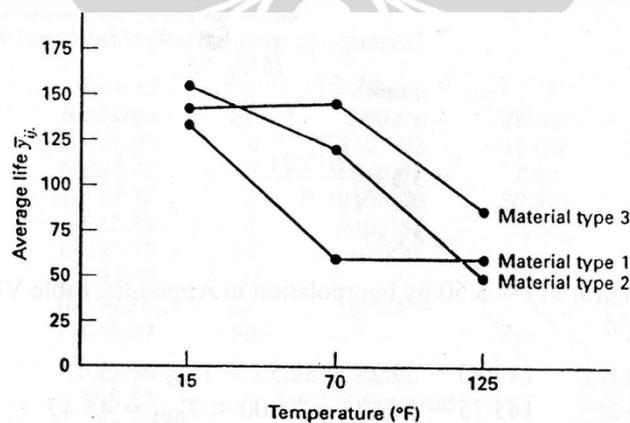


Figure 5-9 Material type–temperature plot for Example 5-1.

(b)

Gambar 4.1 Komparasi *Interaction Plot* untuk *Material Type-Temperature* antara Hasil Simulasi (a) dan Minitab (b)

4.1 Hasil Redaman *Bending*

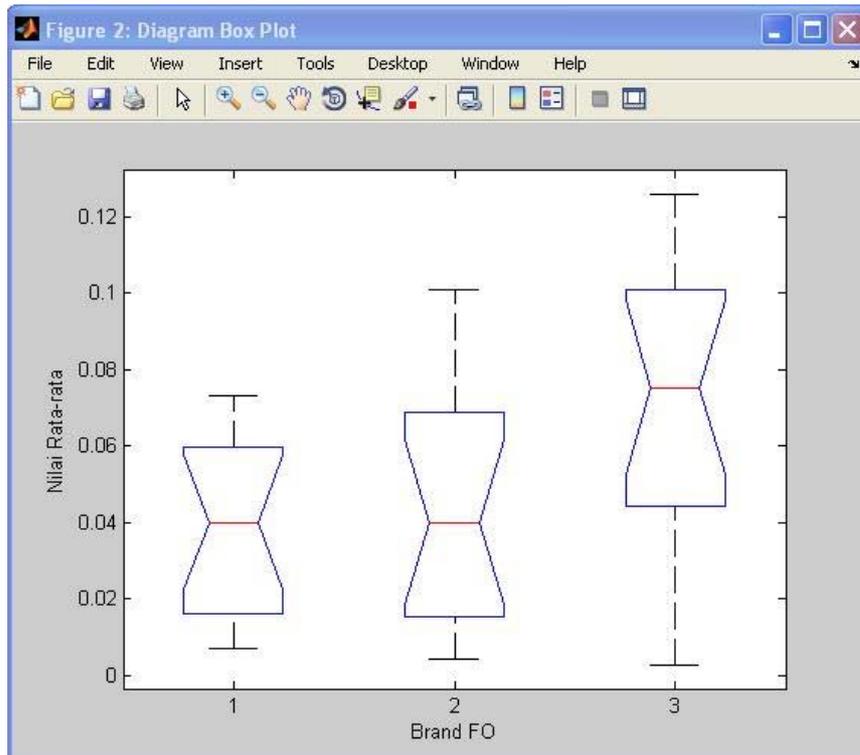
Hasil analisis varians untuk mengetahui karakteristik redaman *bending* pada tiap *brand* serat optik ditunjukkan seperti pada tabel 4.3. Dari hasil analisis varians tersebut, *p-value* yang dihasilkan adalah 0.0405. Ini memberi kesimpulan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95 % ($\alpha = 0.05$), hipotesa awal ditolak. Dengan lain bahwa tidak semua *brand* serat optik memiliki kualitas redaman *bending* yang sama meskipun telah memenuhi standard *ITU*. Dan ternyata bahwa faktor *brand* serat optik sangat signifikan dalam berkontribusi redaman *bending*.



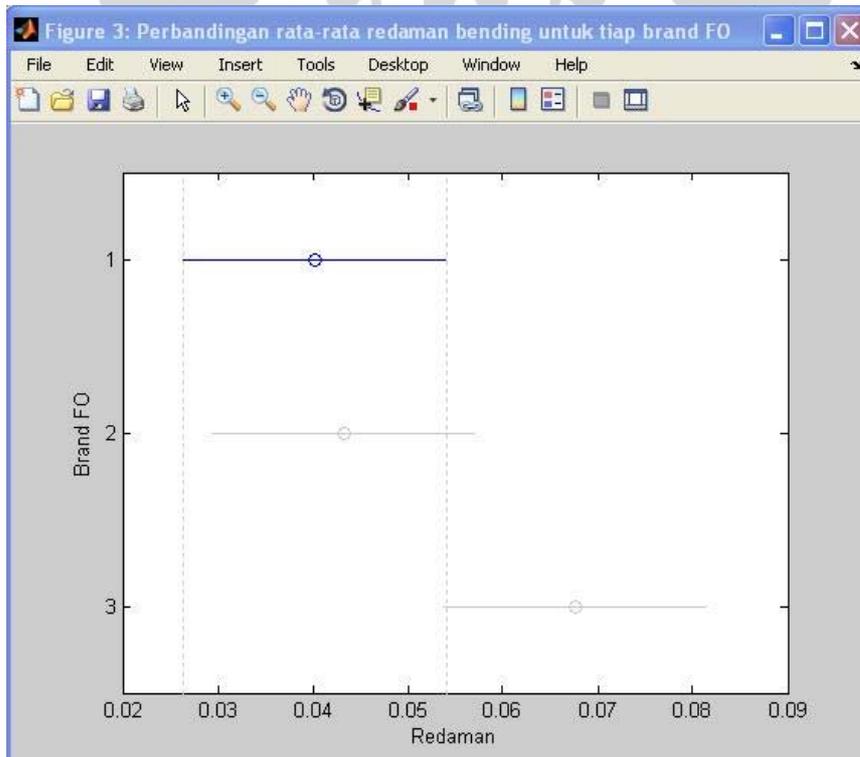
Tabel ANOVA					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Brand FO	0.00677	2	0.00338	3.46	0.0405
Error	0.04102	42	0.00098		
Total	0.04779	44			

Tabel 4.3 Analisis *ANOVA* Hasil Redaman *Bending* tiap *Brand* Serat Optik

Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, antar tiap *brand* juga memiliki tingkat perbandingan yang berbeda satu dengan yang lain. Seperti terlihat pada gambar 4.2 dan 4.3 dimana *brand* ke-3 memiliki karakteristik redaman *bending* rata-rata yang paling besar, sedangkan *brand* ke-1 dan ke-2 relatif memiliki kesamaan.



Gambar 4.2 *Box Plot Diagram* Karakteristik Hasil Redaman *Bending*



Gambar 4.3 *Multicompare Graph* Karakteristik Hasil Redaman *Bending*

Hasil perbedaan kualitas antar *brand* ini hendaknya diperhatikan oleh para *provider/penyedia* jasa jaringan yang menggunakan serat optik sebagai media

transmisinya. Adanya perbedaan antar *brand* menunjukkan bahwa kualitas serat optik tetap tidak sama satu sama lainnya meskipun secara koridor standar sudah memenuhi spesifikasi. Untuk itu dapat lebih teliti lagi dalam pemilihannya di lapangan mengingat tidak ada perbedaan yang signifikan dari segi harga bagi tiap *brand* serat optik. Pemilihan jenis, desain kabel dan bahan materi serat optik harus lebih dipertimbangkan lagi, termasuk pengawasan pekerjaan instalasinya agar lebih ketat lagi, sehingga biaya yang dikeluarkan dalam investasi jaringan khususnya penggelaran serat optik lebih optimal dan mampu mendukung kelangsungan bisnis bagi operator.

Hal ini hendaknya juga memberikan landasan cukup agar operator dapat lebih berkoordinasi dengan pemilik utilitas lainnya karena sebagian besar gangguan serat optik disebabkan oleh pihak ketiga yang sedang melakukan proses pembangunan jaringan utilitasnya. Bagi pemerintah sebagai regulator, lebih baik lagi untuk menerapkan kebijakan pembangunan utilitas baru, misalnya dengan membuat jalur bersama sehingga dapat mengurangi kemungkinan bongkar pasangannya jalan sebagai sarana meletakkan utilitas. Dalam rencana kerja pemerintah pusat dan daerah, dapat disusun rencana bersama, yang melibatkan seluruh pemilik utilitas agar dalam pelaksanaannya tidak berjalan sendiri-sendiri.

4.2 Hasil Redaman *Splicing*

Hasil analisis varians untuk mengetahui karakteristik redaman *bending* pada tiap *brand* FO/serat optik ditunjukkan seperti pada tabel 4.4 dan tabel 4.5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan jenis *splicer* dan jenis serat optik terhadap hasil redaman *splicing*. Hal ini ditandai dengan nilai *p-value* yang sangat kecil (7.7827×10^{-3} untuk jenis *splicer*, 7.2630×10^{-7} untuk jenis/*brand* serat optik). Tabel *ANOVA* tersebut juga menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara *brand* serat optik dengan jenis *splicer* yang digunakan pada saat proses penyambungan (*p-value* = 0.0003) dengan grafik seperti pada gambar 4.4.

Figure 1: Karakteristik redaman splicing dari tiap splicer untuk tiap brand FO

Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Jenis Splicer	0.25567	1	0.25567	65.19	0
Brand FO	0.12584	2	0.06292	16.04	0
Interaction	0.06957	2	0.03479	8.87	0.0003
Error	0.44713	114	0.00392		
Total	0.89822	119			

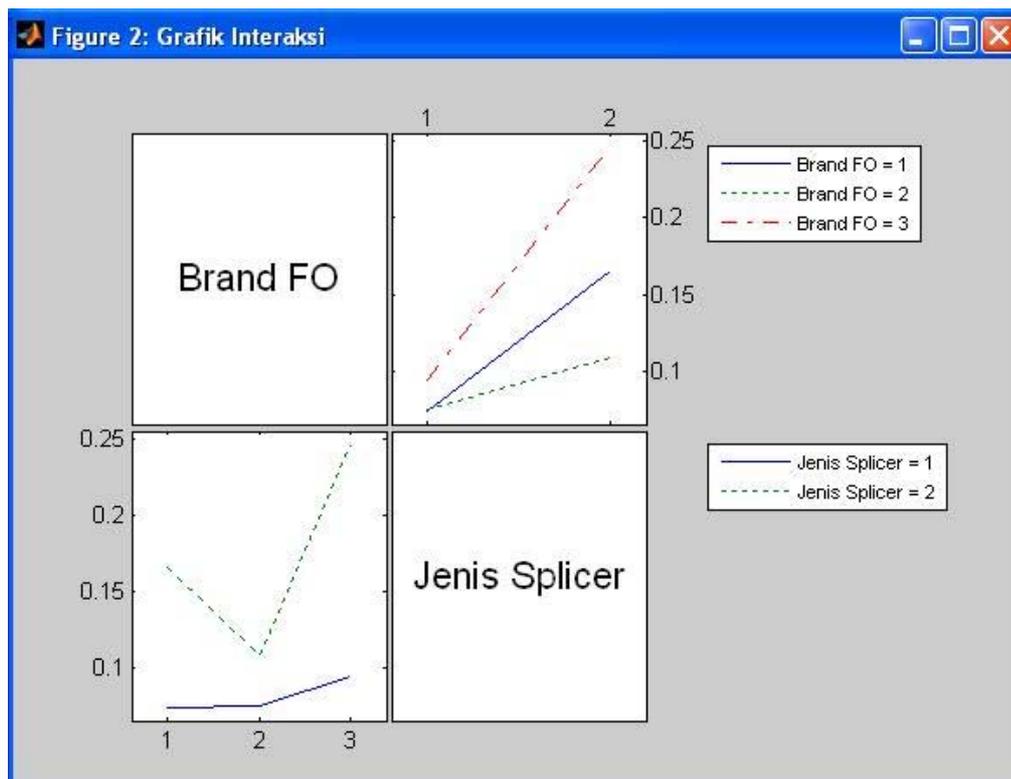
Tabel 4.4 Analisis *ANOVA* Hasil Redaman *Splicing* tiap *Brand* Serat Optik

Command Window

```
>> get(gcf, 'userdata')
ans =
    ParentHandle: []
    TableData: {6x6 cell}
    Header: 'Tabel ANOVA'
    Footer: ''

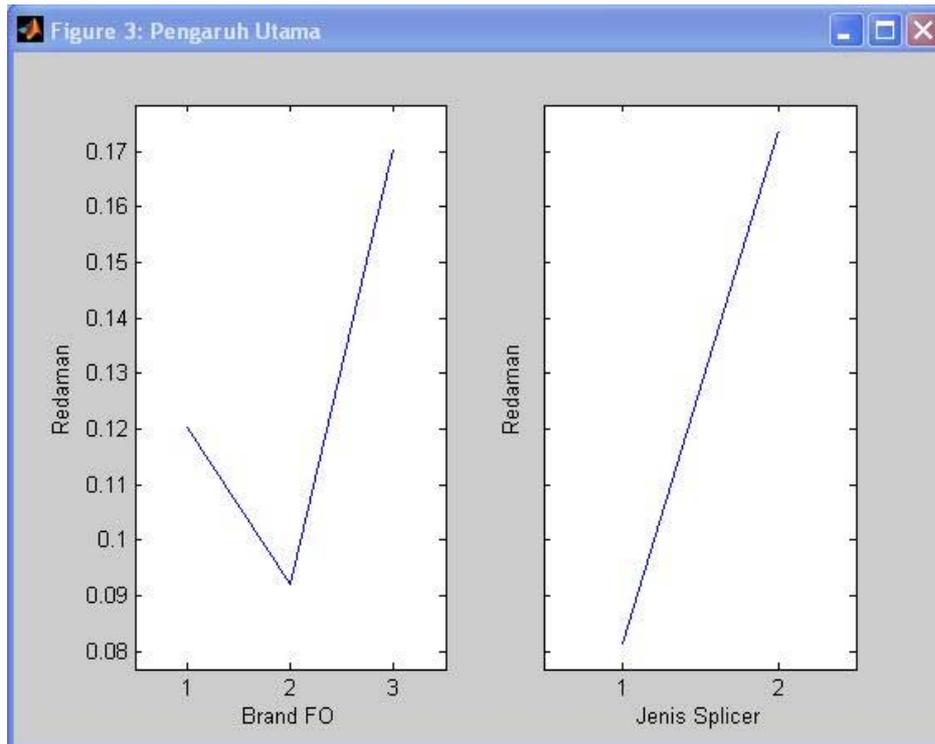
>> getfield(ans, 'TableData')
ans =
    'Source'      'SS'      'df'      'MS'      'F'      'Prob>F'
    'Jenis Splicer' [0.2557] [ 1] [0.2557] [65.1855] [7.7827e-013]
    'Brand FO'    [0.1258] [ 2] [0.0629] [16.0423] [7.2630e-007]
    'Interaction' [0.0696] [ 2] [0.0348] [ 8.8692] [2.6301e-004]
    'Error'      [0.4471] [114] [0.0039] [ ] [ ]
    'Total'     [0.8982] [119] [ ] [ ] [ ]
```

Tabel 4.5 *P-value* untuk Jenis *Splicer* dan *Brand* Serat Optik



Gambar 4.4 *Interaction Plot Brand Serat Optik dan Jenis Splicer*

Dari grafik pengaruh utama (*main effect factor*) terlihat bahwa hasil redaman sambungan yang paling baik adalah *brand 2*, kemudian *brand 1* dan *brand 3*. Sedangkan *splicer* tipe 1 memiliki kualitas hasil sambungan yang lebih baik dari *splicer* tipe 2. Pemilihan tipe *splicer* ini tidak hanya mewakili brand saja, akan tetapi juga mewakili jenis teknologi *splicer* yang ada saat ini. Tipe 1 adalah *splicer* dengan teknologi *LID (Light Injection Detection)*, sedangkan tipe 2 adalah *splicer* dengan teknologi *PAS (Profile Alignment System)*. Interaksi kedua faktor sangatlah signifikan pengaruhnya terhadap besar redaman *splicing* yang ditimbulkan. Oleh karena itu, dalam kondisi praktis, perlu setiap pada saat melakukan penyambungan, dilakukan penyesuaian/pertimbangan dalam pemilihan tipe *splicer* apa yang digunakan, haruslah disesuaikan sehingga redaman *splicing* serat optik dapat minimal dan kualitas sistem komunikasi menjadi maksimal. Bagi operator maupun *vendor* yang mengerjakan suatu pekerjaan penggelaran serat optik, pemilihan jenis *splicer* ini harus menjadi perhatian, sehingga bisa memberikan keuntungan yang maksimal dalam menekan redaman sehingga cadangan daya yang disiapkan dalam perancangan sistem yang ditetapkan di awal, tidak cepat habis dan menimbulkan masalah dikemudian hari.



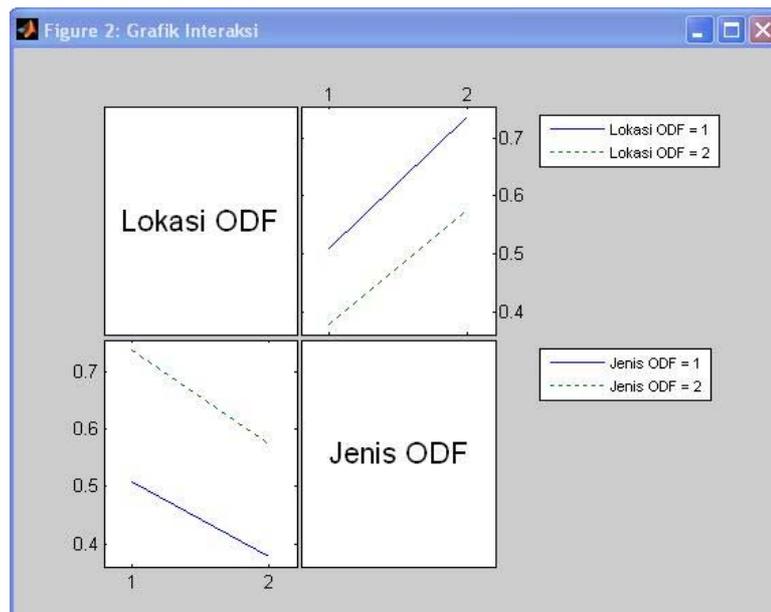
Gambar 4.5 *Main Effect Graph* Brand Serat Optik dan Jenis Splicer

4.3 Hasil Redaman *Patching*

Hasil analisis varians untuk mengetahui karakteristik redaman *patching* pada tiap *brand* serat optik ditunjukkan seperti pada tabel 4.6. Dengan nilai *p-value* yang kecil untuk jenis *ODF* dan lokasi penempatan *ODF*, memberikan arti bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan/pemilihan jenis *ODF* dan penempatannya, terhadap kualitas redaman *patching* (hipotesa awal ditolak).

Tabel ANOVA					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Jenis ODF	0.89689	1	0.89689	10.43	0.0018
Lokasi	0.42758	1	0.42758	4.97	0.0287
Interaction	0.0053	1	0.0053	0.06	0.8045
Error	6.53579	76	0.086		
Total	7.86556	79			

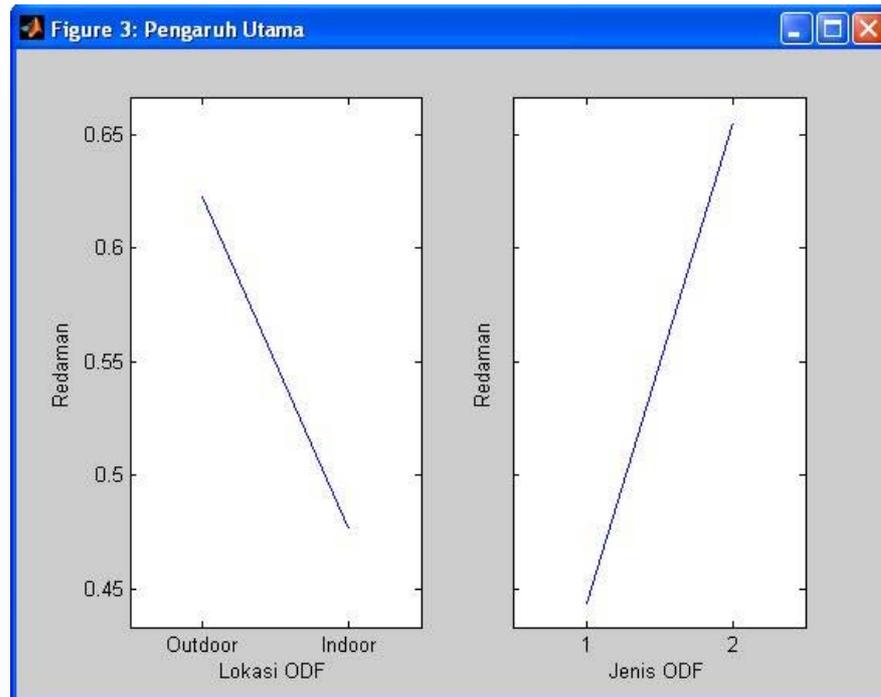
Tabel 4.6 Analisis *ANOVA* Hasil Redaman *Patching* tiap *Brand* Serat Optik. Sedangkan interaksi antara jenis *ODF* dan lokasi penempatannya, tidaklah signifikan terhadap redaman *patching* yang ditimbulkan seperti ditunjukkan pada gambar 4.6. Dengan melihat dari besarnya *p-value* ($0.8045 > 0.05$) dan dari grafik *interaction plot* yang relatif sejajar, disimpulkan bahwa tidak ada interaksi antara pemilihan jenis *ODF* dan penempatannya.



Gambar 4.6 *Interaction Plot* Lokasi Penempatan dan Jenis *ODF*

Pada grafik pengaruh utama, terlihat bahwa lokasi penempatan *ODF* sangat signifikan terhadap kualitas redaman *patching* yang dihasilkan. Lokasi indoor lebih baik dari pada outdoor. Untuk itu dalam setiap perancangan sistem komunikasi serat optik dimana terdapat *ODF* di dalamnya, sebaiknya dapat diusahakan penempatannya adalah indoor (di dalam ruangan) sehingga kualitas sistem lebih optimal. Memang dalam penerapan di lapangan, tetap dipertimbangkan sejumlah faktor lain seperti dimensi dari tiap perangkat/*ODF*. Karena *ODF* sifatnya pasif (tidak memerlukan catu daya), pertimbangan konsumsi daya dapat diabaikan.

Sedangkan pada jenis/tipe *ODF*, terlihat bahwa *ODF* tipe 1 lebih baik daripada *ODF* tipe 2. Selain *space*/dimensi yang telah disebutkan sebelumnya, pada penerapannya di lapangan tentunya juga harus mempertimbangkan harga. Sebagai gambaran, dengan kapasitas port yang sama, harga *ODF* tipe 1 adalah 150% dari harga *ODF* tipe 2. Dengan mempertimbangkan beberapa faktor tadi, maka diharapkan sistem bisa lebih optimal sehingga *cost of quality* yang ditimbulkan akibat pemilihan salah satu jenis *ODF* dan penempatannya bisa lebih efektif dan efisien.



Gambar 4.7 *Main Effect Graph* Lokasi Penempatan dan Jenis ODF

Seperti telah disebutkan pada bab teori penunjang subbab 2.2.3.4 tentang analisis *Power Budget*, dalam suatu perencanaan sistem komunikasi serat optik, harus disediakan suatu cadangan daya untuk mengantisipasi berkurangnya daya penerimaan akibat sejumlah faktor redaman tadi. Oleh karena itu, analisis cadangan daya ini sangat berperan dalam suatu perancangan sistem komunikasi serat optik. Pada kenyataannya, cadangan daya ini berbanding lurus dengan biaya investasi dalam hal desain pengirim, desain penerima, termasuk desain media transmisi serat optiknya. Oleh karena itu, biasanya cadangan daya sebesar 5 dB diperkirakan sudah cukup mampu untuk menjamin kelangsungan sistem secara keseluruhan (umumnya sampai 10 sampai 15 tahun mendatang). Ini sudah mengantisipasi antara lain degradasi perangkat pengirim dan penerima, degradasi serat optik maupun komponen lainnya. Akan tetapi pada kondisi tertentu, cadangan daya ini menjadi kurang jika terjadi kondisi ekstrim (misalnya frekuensi kabel putus sangat tinggi). Oleh karena itulah maka hasil penelitian ini diharapkan dapat lebih membantu semua pihak dalam mewujudkan sistem komunikasi serat optik yang *reliable*, sehingga serat optik sebagai media utama pendukung komunikasi *broadband* dapat lebih optimal, dan dapat memenuhi harapan pelanggan akan komunikasi yang berkualitas. Konversi redaman

terhadap daya penerimaan dan daya yang hilang akibat redaman tersebut ditabelkan pada lampiran. Melihat besarnya pengaruh redaman *bending*, *spicing* dan *patching* yang ditimbulkan dari komponen terkait (*brand* serat optik, tipe *splicer*, jenis dan penempatan *ODF*), maka sangatlah bijaksana untuk memperhatikan sejumlah *treatment* dalam penerapannya.

Hasil penelitian secara implisit merekomendasikan operator agar jeli dalam pengadaan tipe serat/kabel optik, pemilihan jenis *splicer* dan penerapan *termination box/ODF*. Hal ini harus dituangkan secara jelas dalam spesifikasi teknis, RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat) pada setiap dokumen proses tender, termasuk dalam kegiatan *O&M* di lapangan pada dokumen *SOP* (*Standard Operational Procedure*) dan *SMP* (*Standard Maintenance Procedure*) untuk setiap *treatment*, sehingga jika terjadi integrasi produk, hasilnya lebih optimal.

Terjalannya koordinasi dan kerjasama yang baik antar mitra terkait (*vendor*, *operator*, *regulator*, dan pemilik sarana utilitas/pemda setempat) dapat menekan frekuensi gangguan kabel karena setiap informasi pekerjaan sipil termonitor melalui koordinasi rutin dan sistem pemantauan/pemeliharaan jaringan yang efektif 24/7.

Bagi pelaksana (*vendor*, *subkontraktor*), perlu terus ditingkatkan kualitas pekerja instalasi jaringan untuk mengurangi dampak redaman akibat kesalahan prosedur instalasi. Untuk itu juga perlu dibuatkan standard baku desain implementasi sistem komunikasi serat optik dan komponennya sangat diperlukan untuk setiap aplikasi di lapangan.